Этот файл был взят с сайта

http://all-ebooks.com

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях. После ознакомления с содержанием данного файла Вам следует его незамедлительно удалить. Сохраняя данный файл вы несете ответственность в соответствии с законодательством.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.
Публикация данного документа не преследует за собой никакой коммерческой выгоды.
Эта книга способствует профессиональному росту читателей и является рекламой бумажных изданий.
Все авторские права принадлежат их уважаемым владельцам.
Если Вы являетесь автором данной книги и её распространение ущемляет Ваши авторские права или если Вы хотите внести изменения в данный документ или опубликовать новую книгу свяжитесь с нами по email.

Н.И. Белоруссов
А.Е. Саакян
А.И. Яковлева

Электрические кабели, провода и шнуры

СПРАВОЧНИК

ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

ББК 31.23
Б 43
УДК 621.315.2/3(03)

Рецензент: канд. техн. наук И. Я. Шульга

Белоруссов Н. И. и др.

Б 43 Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник/Н. И. Белоруссов, А. Е. Саакян, А. И. Яковлева; Под ред. Н. И. Белоруссова. — 5 изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 536 с.; ил.

Описаны конструктивные элементы кабелей, проводов и шнуров, конструкции основных кабелей, проводов и шнуров, выпускаемых промышленностью, их внешние диаметры и массы. Приведены электрические и механические характеристики, а также значения напряжений при электрических испытаниях, данные о допустимых токовых нагрузках. Рекомендованы области применения кабелей и проводов. 4-е издание справочника вышло в 1979 г.

Для инженеров и техников проектных и монтажных организаций и предприятий, связанных с применением кабелей, проводов и шнуров.

Б $\frac{2302020000-044}{051(01)-87}$ 147-87 ББК 31.23

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ БЕЛОРУССОВ
АЛЕКСАНДР ЕФРЕМОВИЧ СААКЯН
АЛЕКСАНДРА ИОСИФОВНА ЯКОВЛЕВА

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ

Редактор *А. И. Балашов*

Редакторы издательства *И. В. Боцманова, Л. А. Решмина, Н. Б. Фомичева*

Художественные редакторы *В. А. Гозак-Хозак, Г. И. Панфилова*

Технический редактор *Н. Н. Хотулёва*

Корректор *М. Г. Гулина*

ИБ № 2163

Сдано в набор 16.10.86. Подписано в печать 24.09.87. Т-19417. Формат 70×100¹/₁₆. Бумага офсетная книжно-журнальная. Гарнитура таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 43,55. Усл. кр.-отт. 87,10. Уч.-изд. л. 66,08. Тираж 60 000 экз. Заказ № 614. Цена 3 р. 70 к.

Энергоатомиздат. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького. Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

© Энергоатомиздат, 1987.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года, принятыми XXVII съездом Коммунистической партии Советского Союза, предусмотрено дальнейшее развитие всех отраслей народного хозяйства на базе научно-технического прогресса как главного направления и основного рычага интенсификации народного хозяйства. Повышение эффективности общественного производства и улучшение качества выпускаемой продукции продолжают оставаться важнейшими направлениями в перспективных планах развития различных отраслей народного хозяйства. Правильный выбор кабелей, проводов и шнуров проектными и монтажными предприятиями обеспечивает удешевление и повышение надежности и долговечности электротехнических, радиотехнических и других установок.

В целях улучшения информации о выпускаемых отечественной промышленностью кабелей, проводов и шнуров настоящее пятое издание справочника «Электрические кабели, провода и шнуры» дополнено значительным количеством новых марок кабельной продукции по сравнению с изданиями справочника, выпущенными в 1958, 1963, 1971 и 1979 гг. В него впервые включены новые марки силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией на повышенную рабочую температуру (кабели, в обозначении которых имеется буква У), с пластмассовой изоляцией, в том числе высоковольтных на напряжение 110 и 220 кВ и кабелей для атомных электростанций. Расширена номенклатура гибких кабелей для землеройных машин, подвижного транспорта, нефтяной промышленности. Унифицированы кабели для геофизических работ. Обновлены марки кабелей, предназначенных для работы в районах Крайнего Севера. Впервые приведены марки оптических и радиочастотных кабелей повышенной фазостабильности, кабелей связи с гидрофобным заполнением. Большое внимание уделено выводным проводам для электродвигателей, особенно с прогрессивной нагревостойкой изоляцией, обмоточным проводам с пластмассовой изоляцией, проводам с эмалевой изоляцией с дополнительным покрытием. Представлена номенклатура плоских (ленточных) монтажных проводов, включая провода с большим числом жил, повышенной механической прочности и нагревостойкости.

По большинству марок кабелей, проводов и шнуров приведены коды ОКП (Общесоюзного классификатора промышленной продукции).

Из-за увеличенного объема информации о выпускаемых кабелях раздел «Основы электрического расчета кабелей и проводов» начиная с четвертого издания Справочника изъят. Читателям, желающим получить информацию об основах электрического расчета кабелей и проводов, рекомендуем пользоваться литературой, приведенной в конце данного Справочника.

Настоящий Справочник рассчитан на инженерно-технических работников проектных и монтажных предприятий, научно-исследовательских институтов и лабораторий, министерств и ведомств, предприятий, применяющих кабели, провода и шнуры, а также предприятий, их изготовляющих, студентов высших учебных заведений и учащихся техникумов.

Разделы Справочника 1, 3, 15, 19–21 подготовлены Н. И. Белоруссовым, разд. 4–14, 16–18, 29 и 30 – А. Е. Саакяном и разд. 2, 22–28 и 31 – А. И. Яковлевой. Общее редактирование осуществлено Н. И. Белоруссовым.

Авторы будут признательны читателям за их замечания и пожелания, которые следует направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

Авторы

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Кабельную продукцию в зависимости от конструкций подразделяют на кабели, провода и шнуры.

Кабель – одна или более изолированных жил (проводников), заключенных, как правило, в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня.

Провод – одна неизолированная или одна и более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладка и эксплуатации может иметься неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка волокнистыми материалами или проволокой.

Шнур – две или более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до 1,5 мм^2, скрученных или уложенных параллельно, поверх которых в зависимости от условий эксплуатации могут быть наложены неметаллическая оболочка и защитные покрытия.

Основными элементами всех типов кабелей, проводов и шнуров являются токопроводящие жилы, изоляция, экраны, оболочка и наружные покровы. Неизолированные провода изоляции не имеют. В зависимости от назначения и условий эксплуатации кабелей и проводов экран и наружные покровы могут отсутствовать.

1.2. ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЖИЛЫ

ТОКОПРОВОДЯЩИЕ МЕДНЫЕ И АЛЮМИНИЕВЫЕ ЖИЛЫ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

Круглые и фасонные неуплотненные и уплотненные токопроводящие жилы кабелей, проводов и шнуров из медной, медной луженой, алюминиевой проволоки без металлического покрытия или с металлическим покрытием соответствуют ГОСТ 22483-77 с изменениями № 1 и 2 и стандарту МЭК 228, 1978 г.

Медные и алюминиевые жилы, предназначенные для кабелей и проводов стационарной прокладки, подразделяют на классы 1 и 2, а для кабелей, проводов и шнуров нестационарной прокладки и стационарной прокладки, требующей повышенной гибкости при монтаже и вибростойкости, – на классы 3 – 6. Номинальное сечение жилы, диаметр проволоки и число проволок в жиле классов 1 и 2 соответствуют указанному в табл. 1.1, номинальное сечение жилы, диаметр проволоки и число проволок в жиле классов 3 – 6 соответствуют табл. 1.2. В стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры указываются материал жилы и класс. Допускается применение токопроводящих жил с другими параметрами, если это предусмотрено в стандартах или технических условиях на конкретные кабели, провода и шнуры. Дополнительные параметры круглых уплотненных и фасонных жил устанавливаются в стандартах, утвержденных в установленном порядке.

Электрическое сопротивление постоянному току 1 км жилы кабелей, проводов и шнуров при температуре 20 °С соответствует указанным в табл. 1.3 и 1.4. Электрическое сопротивление многожильных кабелей, проводов и шнуров с жилами классов 4 – 6, скрученных с кратностью шагов менее 10 D (где D – внешний диаметр по скрутке жил), указывается в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры.

Фасонные (секторные и другие формы) алюминиевые жилы класса 2 сечением от 25 до 300 мм^2 и фасонные медные жилы сечением до 50 мм^2 могут изготовляться однопроволочными. Алюминиевые жилы сечением 625 и 800 мм^2 могут иметь минимальное число проволок, не менее 61. Конструктивные размеры и электрическое сопротивление фасонных жил соответствуют тех-

Таблица 1.1. **Жилы одножильных и многожильных кабелей и проводов для стационарной прокладки**

Номинальное сечение S, мм²	Класс 1				Класс 2							
	Диаметр проволоки, мм	Число проволок в жиле		Расчетный диаметр жилы, мм	Диаметр проволоки, мм	Число проволок в жиле						Расчетный диаметр жилы, мм
						круглая жила				фасонная жила		
						неуплотненная		уплотненная				
		медных	алюминиевых			медная	алюминиевая	медная	алюминиевая	медная	алюминиевая	
0,03	0,20	1	—	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—
0,05	0,26	1	—	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—
0,08	0,32	1	—	0,32	—	—	—	—	—	—	—	—
0,12	0,42	1	—	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—
0,20	0,52	1	—	0,52	—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	0,68	1	—	0,68	—	—	—	—	—	—	—	—
0,50	0,80	1	—	0,80	0,30	7	—	—	—	—	—	0,90
0,75	0,97	1	—	0,97	0,37	7	—	—	—	—	—	1,11
1,0	1,13	1	—	1,13	0,40	7	7	—	—	—	—	1,20
1,2	1,20	1	1	1,20	0,45	7	7	—	—	—	—	1,36
1,5	1,38	1	1	1,38	0,50	7	7	6	—	—	—	1,50
2,0	1,60	1	1	1,60	0,60	7	7	6	—	—	—	1,80
2,5	1,78	1	1	1,78	0,67	7	7	6	—	—	—	2,01
3,0	1,95	1	1	1,95	0,79	7	7	6	—	—	—	2,37
4,0	2,25	1	1	2,25	0,85	7	7	6	—	—	—	2,55
5,0	2,52	1	1	2,52	0,95	7	7	6	—	—	—	2,85
6,0	2,76	1	1	2,76	1,04	7	7	6	—	—	—	3,12
8,0	3,20	1	1	3,20	1,21	7	7	6	—	—	—	3,63
10	3,57	1	1	3,57	1,35	7	7	6	—	—	—	4,05
16	4,50	1	1	4,50	1,70	7	7	6	6	—	—	5,10
	—	—	—	—	1,04	19	—	—	—	—	—	5,20
25	5,65	1	1	5,65	2,14	7	7	6	6	6	6	6,42
	—	—	—	—	1,35	19	—	—	—	—	—	6,75
35	6,60	1	1	6,60	2,52	7	7	6	6	6	6	7,56
	—	—	—	—	1,53	19	—	—	—	—	—	7,65
	—	—	—	—	1,10	37	—	—	—	—	—	7,71
50	8,0	1	1	8,0	1,78	19	19	6	6	6	6	8,9
	3,02	7	—	9,06	1,53	27	—	—	—	—	—	—
70	9,42	1	1	9,42	2,14	19	19	12	12	12	12	10,70
	3,55	7	—	10,65	1,53	37	—	—	—	—	—	10,80
	—	—	—	—	1,20	61	—	—	—	—	—	10,70
95	10,96	1	1	10,96	2,52	19	19	15	15	15	15	12,60
	—	—	—	—	1,78	37	—	—	—	—	—	12,6
	—	—	—	—	1,40	61	—	—	—	—	—	13,10
120	12,28	1	1	12,28	2,03	37	37	18	18	18	18	14,21
	2,85	19	—	14,25	1,60	61	—	—	—	—	—	14,2
150	13,68	1	1	13,68	2,25	37	27	18	18	18	18	15,75
	3,20	19	1	16,00	1,78	61	—	—	—	—	—	16,10
185	2,52	37	1	15,20	2,52	37	37	30	30	30	30	17,64
240	17,30	—	1	17,30	2,25	61	61	34	30	34	30	20,25
	2,85	37	37	19,95	—	—	—	—	—	—	—	—
300	3,20	37	37	22,40	2,52	61	61	34	30	34	30	22,68
400	3,72	37	37	26,04	2,85	61	61	53	53	53	53	22,65
500	4,11	37	37	28,77	3,20	61	61	53	53	53	53	28,80
	3,20	61	61	28,80	2,61	91	—	—	—	—	—	28,71
625	3,61	61	61	32,49	2,51	127	—	53	53	53	53	32,63
800	4,10	61	61	36,90	3,24	91	—	53	53	—	—	36,74
	3,34	91	91	36,74	2,85	127	—	—	—	—	—	37,05
1000	3,20	127	127	41,60	3,20	127	—	53	53	—	—	41,60

нической документации, утвержденной в установленном порядке.

Если диаметр медной проволоки не превышает 0,16 мм, применяется проволока марки МТ (неотожженная) по ГОСТ 2112-79, при этом жила после скрутки, как правило, подвергается отжигу. Если диаметр медной проволоки более 0,16 мм, применяется проволока марки ММ (отожженная), при этом жила после скрутки не отжигается. Алюми-

Таблица 1.2. **Жилы одиожильных и многожильных кабелей и проводов для иестациоиарной прокладки**

S, мм²	Класс 3			Класс 4			Класс 5			Класс 6		
	Диаметр проволоки d, мм, не более	Число проволок в жиле n	Расчетный диаметр жилы, мм	Диаметр проволоки d, мм, не более	Число проволок в жиле n	Расчетный диаметр жилы, мм	Диаметр проволоки d, мм, не более	Число проволок в жиле n	Расчетный диаметр жилы, мм	Диаметр проволоки d, мм, не более	Число проволок в жиле n	Расчетный диаметр жилы, мм
0,03	–	–	–	–	–	–	0,08	7	0,24	0,05	16	0,24
0,05	–	–	–	0,10	7	0,30	0,08	10	0,32	0,05	27	0,31
0,08	–	–	–	0,12	7	0,36	0,08	16	0,38	0,05	40	0,37
	–	–	–	–	–	–	0,10	10	0,40	–	–	–
0,12	–	–	–	0,15	7	0,45	0,10	15	0,47	0,08	24	0,48
0,20	–	–	–	0,20	7	0,60	0,12	19	0,60	0,10	26	0,62
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,08	37	0,56
0,35	–	–	–	0,26	7	0,78	0,12	30	0,77	0,10	45	0,82
	–	–	–	–	–	–	0,15	19	0,75	–	–	–
0,50	0,33	7	0,98	0,30	7	0,90	0,20	16	0,94	0,15	28	0,96
0,75	0,38	7	1,15	0,30	11	1,25	0,20	24	1,20	0,15	42	1,20
	–	–	–	0,23	19	1,15	–	–	–	–	–	–
1,0	0,43	7	1,30	0,30	14	1,32	0,20	32	1,34	0,15	56	1,31
	–	–	–	0,26	19	1,30	–	–	–	–	–	–
1,2	0,45	7	1,36	0,41	–	–	0,26	–	–	0,16	–	–
1.5	0,53	7	1,60	0,40	12	1,66	0,26	28	1,88	0,15	85	2,03
	–	–	–	0,32	19	1,60	–	–	–	–	–	–
2.0	0,61	7	1,83	0,43	–	–	0,26			0,16		
2,5	0,69	7	2,08	0,40	20	2,12	0,25	50	2,10	0,15	140	2,39
	–	–	–	0,42	19	2,10	0,26	49	2,34	–	–	–
3	0,79	7	2,38	0,53	–	–	0,31	–	–	0,16	–	–
4	0,87	7	2,62	0,50	20	2,65	0,30	56	2,97	0,15	228	3,11
	–	–	–	–	–	–	0,32	49	2,88	–	–	–
5	0,59	19	2,94	0,53	–	–	0,31	–	–	0,21	–	–
6	0,65	19	3,20	0,50	30	3,21	0,30	84	3,74	0,20	189	3,69
	–	–	–	0,40	49	3,60	–	–	–	–	–	–
8	0,87	–	–	0,53	–	–	0,41	–	–	0,21	–	–
10	0,82	19	4,00	0,50	49	4,50	0,40	80	5,28	0,20	324	5,10
	1,04	12	4,32	0,60	56	5,94	0,37	91	4,90	–	–	–
16	1,04	19	5,20	0,64	49	5,76	0,30	224	6,03	0,20	513	6,15
	–	–	–	–	–	–	0,40	126	6,15	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	0,49	84	6,10	–	–	–
25	1,35	19	6,75	0,80	49	7,20	0,40	196	7,78	0,20	783	7,88
	–	–	–	0,60	84	7,47	0,30	342	7,50	–	–	–
	–	–	–	0,50	126	7,50	–	–	–	–	–	–
35	1,53	19	7,65	0,67	98	8,86	0,49	189	9,04	–	–	–
	1,10	37	7,70	0,58	133	8,70	0,40	276	9,96	0,20	1107	9,84
	–	–	–	–	–	–	0,30	486	9,23	–	–	–
50	1,53	27	9,41	0,67	144	11,54	0,49	266	10,80	0,30	402	11,35
	1,30	37	9,10	0,68	140	10,80	0,40	396	11,62	–	–	–
70	1,53	37	10,71	0,68	189	10,20	0,58	266	12,79	0,30	999	12,92
	1,20	61	10,80	0,67	192	11,07	0,50	360	13,25	–	–	–
95	1,78	37	12,46	0,80	189	14,76	0,58	361	14,50	0,30	1332	14,70
	1,40	61	12,60	0,67	266	14,77	0,50	475	15,38	–	–	–
120	1,60	61	14,40	0,77	266	16,98	0,50	608	16,75	0,30	1702	17,12
	–	–	–	0,67	342	16,75	–	–	–	–	–	–
150	1,78	61	16,02	0,85	266	18,74	0,50	756	19,71	0,30	2109	18,90
	–	–	–	0,68	405	19,66	–	–	–	–	–	–
185	1,60	91	17,60	0,85	330	22,61	0,50	925	21,53	0,30	2590	20,37
	–	–	–	0,64	570	20,51	–	–	–	–	–	–
240	–	–	–	0,85	420	24,03	0,50	1221	2345	0,30	3360	23,72
	–	–	–	0,64	732	23,90	–	–	–	–	–	–
300	–	–	–	0,85	518	26,24	0,50	1525	27,68	0,30	1270	26,19
	–	–	–	0,64	912	26,08	–	–	–	–	–	–
400	–	–	–	0,85	672	30,55	0,50	2013	30,15	–	–	–
	–	–	–	0,68	1083	30,60	–	–	–	–	–	–
500	–	–	–	0,85	854	33,74	0,60	1769	34,61	–	–	–

Таблица 1.3. **Электрическое сопротивление 1 км круглой жилы при 20 °С, Ом, не более**

S, мм^2	Класс 1			Класс 2			Класс 3		
	медные		алюминиевые	медные		алюминиевые	медные		алюминиевые
	нелуженые	луженые		нелуженые	луженые		нелуженые	луженые	
0,03	588,0	617,3	–	–	–	–	–	–	–
0,05	347,9	365,3	–	–	–	–	–	–	–
0,08	225,3	238,8	–	–	–	–	–	–	–
0,12	130,8	138,6	–	–	–	–	–	–	–
0,20	88,8	90,4	–	–	–	–	–	–	–
0,35	50,4	51,8	–	–	–	–	–	–	–
0,50	36,0	36,7	–	36,0	36,7	–	39,6	40,7	–
0,75	24,5	24,8	–	24,5	24,8	–	25,5	26,0	–
1,0	18,1	18,2	–	18,1	18,2	35,4	21,8	22,3	–
1,2	14,8	14,9	24,2	16,8	17,1	28,0	17,3	17,6	28,8
1,5	12,1	12,2	18,1	12,1	12,2	22,7	14,0	14,3	23,4
2,0	9,01	9,10	14,9	9,43	9,61	15,8	9,71	9,90	16,2
2,5	7,41	7,56	12,1	7,41	7,56	12,4	7,49	7,63	12,5
3,0	6,07	6,13	10,1	5,61	5,72	9,40	5,84	5,95	9,76
4,0	4,61	4,70	7,41	4,61	4,70	7,41	4,79	4,88	8,0
5,0	3,66	3,70	6,07	3,54	3,57	5,87	3,83	3,91	–
6,0	3,08	3,11	5,11	3,08	3,11	5,11	3,11	3,17	5,20
8,0	2,25	2,28	3,73	2,31	2,33	3,83	2,40	2,45	–
10,0	1,83	1,84	3,08	1,83	1,84	3,08	1,99	2,03	3,33
16,0	1,15	1,16	1,91	1,15	1,16	1,91	1,21	1,24	2,02
25	0,727	–	1,20	0,727	0,734	1,20	0,809	0,824	1,35
35	0,524	–	0,868	0,524	0,529	0,868	0,551	0,562	0,921
50	0,387	–	0,641	0,387	0,391	0,641	0,394	0,402	0,658
70	0,268	–	0,443	0,268	0,270	0,443	0,277	0,283	0,470
95	0,193	–	0,320	0,193	0,195	0,320	0,203	0,207	0,338
120	0,153	–	0,253	0,153	0,154	0,253	0,158	0,161	0,264
150	0,124	–	0,206	0,124	0,126	0,206	0,130	0,132	0,211
185	0,0993	–	0,164	0,0991	0,100	0,164	0,105	0,107	0,175
240	0,0775	–	0,125	0,0754	0,0762	0,125	0,0798	0,0814	0,134
300	0,0623	–	0,100	0,0601	0,0607	0,100	0,0654	0,0666	0,109
400	0,0470	–	0,0778	0,0470	0,0475	0,0778	0,0499	0,0509	0,0835
500	0,0366	–	0,0605	0,0366	0,0369	0,0605	0,0393	0,0401	0,0657
625	0,0283	–	0,0469	0,0283	0,0286	0,0469	–	–	–
800	0,0221	–	0,0367	0,0221	0,0224	0,0367	–	–	–
1000	0,0176	–	0,0291	0,0176	0,0177	0,0291	–	–	–

ниевые жилы скручивают из алюминиевых проволок по ГОСТ 6132-79. Допускается для изготовления жил применение медной луженой и алюмомедной проволок по стандартам или техническим условиям.

Проволоки скручивают в стренгу или жилу в одном направлении (правильной или пучковой скруткой) или в жилу с разным направлением скрутки. Допускается для жил классов 3–6 наложение повивов стренг вокруг центрального пучка; при скрутке проволок диаметром до 1,04 мм применяется пучковая скрутка. Соседние повивы жил скручивают в одну или противоположные стороны. Направление скрутки наружного повива жил при необходимости оговаривается в стандартах или технических условиях. При правильной скрутке не допускается перекрещивание проволок или стренг, расположенных в одном повиве. Допускается обрыв или пропуск проволоки в жилах классов 3–6 при соответствии электрического сопротивления жил значениям, указанным в табл. 1.3 и 1.4.

Максимальная кратность шагов скрутки повивов жил и проволок в стренгу соответствует табл. 1.5. Кратность шагов скрутки одноповивных жил и жил пучковой скрутки соответствует кратности шагов скрутки наружного повива жилы односторонней скрутки. Приблизительные диаметры жил, скрученных по пучковой системе скрутки, приведены в табл. 1.6. Параметры разнонаправленной скрутки соответствуют технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

Пайку или сварку однопроволочных жил производят встык. Допускается пайка или сварка многопроволочных жил классов 1–5 сечением до 1,5 мм^2 в одном сечении, а жил сечением 2,5, 4 и 6 мм^2 – с разделением проволок или стренг не менее чем на две части. Недопустимость пайки или сварки

Таблица 1.4. **Электрическое сопротивление 1 км круглой медной жилы при 20 °С, Ом, не более**

S, мм²	Класс 4		Класс 5		Класс 6	
	нелуженая	луженая	нелуженая	луженая	нелуженая	луженая
0,03	–	–	572,7	599,5	669,8	671,5
0,05	366,6	383,7	400,9	419,6	396,9	397,9
0,08	247,5	254,6	256,6	268,6	267,9	268,6
0,12	165,3	170,3	171,0	179,0	174,4	174,8
0,20	89,1	91,7	108,3	113,4	113,1	113,4
0,35	57,0	58,7	58,3	60,0	59,5	59,6
0,50	40,5	41,7	39,0	40,1	39,0	40,1
0,75	25,2	25,9	26,0	26,7	26,0	26,7
1,0	19,8	20,4	19,5	20,0	19,5	20,0
1,2	16,0	16,5	16,0	16,5	15,8	16,3
1,5	13,2	13,6	13,3	13,7	13,3	13,7
2,0	9,97	10,3	9,98	10,3	9,90	10,2
2,5	8,05	8,20	7,98	8,21	7,98	8,21
3,0	6,52	6,65	6,46	6,58	6,60	6,79
4,0	4,89	4,99	4,95	5,09	4,95	5,09
5,0	3,82	3,90	3,96	4,07	3,87	3,98
6,0	3,28	3,35	3,30	3,39	3,30	3,39
8,0	2,45	2,49	2,55	2,60	2,47	2,54
10	2,00	2,04	1,91	1,95	1,91	1,95
16	1,21	1,24	1,21	1,24	1,21	1,24
25	0,776	0,792	0,780	0,795	0,780	0,795
35	0,547	0,558	0,554	0,565	0,554	0,565
50	0,393	0,401	0,386	0,393	0,386	0,393
70	0,281	0,286	0,272	0,277	0,272	0,277
95	0,201	0,205	0,206	0,210	0,206	0,210
120	0,162	0,165	0,161	0,164	0,161	0,164
150	0,129	0,132	0,129	0,132	0,129	0,132
185	0,104	0,106	0,106	0,108	0,106	0,108
240	0,0808	0,824	0,0801	0,0817	0,0801	0,0817
300	0,0649	0,0661	0,0641	0,0654	0,0641	0,0654
400	0,0484	0,0493	0,0486	0,0495	–	–
500	–	–	0,0384	0,0391	–	–
625	–	–	0,0287	0,0292	–	–

Таблица 1.5. **Шаги скрутки токопроводящих жил по ГОСТ 22483-77**

Классы жил	Шаг скрутки не более		
	внутренних повивов	наружного повива	проволок в стренгу
Скрутка в противоположные стороны			
1; 2	35 *d*	18 *d*	–
3–6	25 *d*	16 *d*	30 *d*
Скрутка в одну сторону			
1; 2	–	18 *d*	–
3; 4	14 *d*	16 *d*	20 *d*
5	12 *d*	16 *d*	20 *d*
6	12 *d*	14 *d*	16 *d*

Таблица 1.6. **Приблизительный диаметр жил, скрученных по системе пучковой скрутки**

Число проволок в жиле	Приблизительный диаметр жилы	Число проволок в жиле	Приблизительный диаметр жилы	Число проволок в жиле	Приблизительный диаметр жилы
11–12	4,15 *d*	23–24	6,0 *d*	41–44	8,0 *d*
13–14	4,41 *d*	25–27	6,15 *d*	45–48	8,15 *d*
15–16	4,7 *d*	28–30	6,41 *d*	49–52	8,41 *d*
17–19	5,0 *d*	31–33	6,7 *d*	53–56	8,7 *d*
20–21	5,3 *d*	34–37	7,0 *d*	57–62	9,0 *d*
22	5,7 *d*	38–40	7,3 *d*		

Примечание. *d* – диаметр проволоки.

в одном сечении оговаривают в нормативно-технической документации на кабели, провода и шнуры. Пайку или сварку жил класса 6 производят только вразгон. Применение кислот при пайке не допускается.

В готовом кабеле, проводе или шнуре допуск на диаметр отдельной проволоки жилы не нормируют. При этом электрическое сопротивление должно соответствовать значениям, указанным в табл. 1.3 и 1.4.

ГОСТ 22483-77 не распространяется на неизолированные провода для воздушных линий электропередачи, жилы маслонаполненных кабелей, внутренние проводники радиочастотных кабелей, внутренние проводники и жилы кабелей связи и жилы обмоточ-

ных проводов, а также на жилы кабелей и проводов на рабочую температуру 120 °С и выше, особо гибких, малоиндуктивных, импульсных, зажигания, грузонесущих, геофизических, судовых герметизированных, сигнализации и блокировки. На кабели и провода узкоцелевого назначения и на провода медные неизолированные ГОСТ 22485-77 распространяется полностью или частично, если это предусмотрено в стандартах или технических условиях на кабели, провода и шнуры.

ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЖИЛЫ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

Медные и алюминиевые токопроводящие жилы силовых кабелей для стационарной прокладки с пропитанной бумажной и пластмассовой изоляцией на номинальное переменное напряжение до 10 кВ (включительно) могут быть одно- и многопроволочными, круглыми или секторными. Минимальное число проволок в жилах силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией, конструкции, размеры и электрическое сопротивление круглых и секторных жил приведены в [2].

Кабели с секторными жилами имеют диаметр на 20–25 % меньший, чем кабели с круглыми жилами эквивалентного сечения, и соответственно меньший расход материалов на изоляцию, оболочку и защитные покровы. Уплотнение многопроволочных жил также дает экономию материалов. Сечения круглой неуплотненной и уплотненной жил изображены на рис. 1.1, сечение уплотненной секторной жилы – на рис. 1.2, *а–в*.

Секторные многопроволочные жилы изготовляют: сечением 25–70 мм² – пучок из 6 параллельных проволок и один повив из 12 проволок одинакового диаметра (рис. 1.3); сечением 70–120 мм² – скрученная заготовка из 7 проволок, 2 параллельные проволоки и повив из 15 проволок одинакового диаметра (рис. 1.4); сечением 150–240 мм² – секторная заготовка из 7 проволок, 2 параллельные проволоки и два повива из 15 и 21 проволок одинакового диаметра (рис. 1.5). Скрученная заготовка из 7 проволок может быть заменена круглой проволокой такого же сечения, а скрученная заготовка и две параллельные проволоки – сплошным сектором. Секторная жила трехжильных кабелей имеет угол, равный 120° (рис. 1.2, *а*), а рабочие жилы четырехжильных кабелей – угол, равный 94,5–100°, нулевая жила 48–60° (рис. 1.2, *б* и *в*). Края секторов

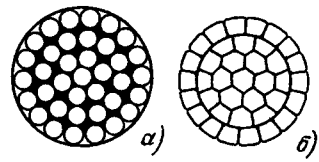


Рис. 1.1. Схема круглой токопроводящей жилы:
а – неуплотненной; *б* – уплотненной

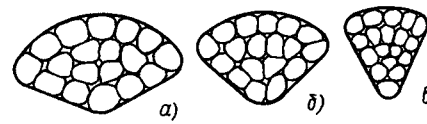
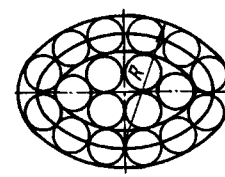


Рис. 1.2. Схема уплотненных секторных токопроводящих жил силовых кабелей:
а – трехжильного; *б* – рабочая жила четырехжильного кабеля; *в* – нулевая жила четырехжильного кабеля

Рис. 1.3. Схема секторной токопроводящей жилы силового кабеля сечением 25–70 мм² (до уплотнения)



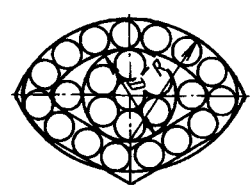


Рис. 1.4. Схема секторной токопроводящей жилы силового кабеля сечением 70–120 мм² (до уплотнения)

и сегментов выполняют закругленными по радиусу не менее 1 мм.

Медная проволока, применяемая для изготовления токопроводящих жил, соответствует марке ММ по ГОСТ 2112-79, а алюминиевая круглая проволока сечением до 70 мм² – марке АТ по ГОСТ 6132-79. Однопроволочные фасонные алюминиевые жилы изготовляют из алюминия марок АЕ, А6, А7 или А8 по ГОСТ 11069-74 с разрушающим напряжением при растяжении не менее 570 МПа и относительным удлинением не менее 30 %. Многопроволочные жилы скручивают из проволок по системе правильной повивной скрутки, направление скрутки верхнего повива – правое; повивы проволок имеют чередующееся направление скрутки. Многопроволочные секторные жилы уплотняют. Шаг скрутки верхнего повива жилы равен диаметру жилы *D*, умноженному

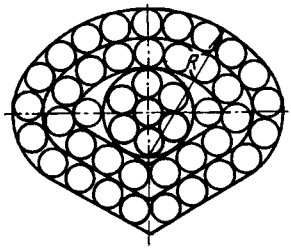


Рис. 1.5. Схема секторной токопроводящей жилы силового кабеля сечением 150 – 240 мм^2 (до уплотнения)

на коэффициент, равный 12,5 – 16. Для фасонных жил расчет проводят по эквивалентному диаметру жилы. Шаг скрутки каждого внутреннего повива принимают не более 24 *D*. Не допускается перекрещивание проволок, расположенных в верхнем повиве жилы. Жилы не имеют заусенцев, режущих кромок, выпучивания и обрывов отдельных проволок, могущих повредить изоляцию. Диаметр шейки барабана для намотки жил не менее 30 *D* или 30-кратной высоты сектора жилы.

Пайку припоем (ГОСТ 21931-76) или сварку проволок в одном повиве жилы производят вразгон с расстоянием между соседними местами пайки или сварки не менее 300 мм. Расстояние между местами сварки однопроволочных жил должно быть не менее 300 м по длине кабеля. Пайка однопроволочных жил и применение кислот при пайке жил не допускается. Места пайки или сварки после зачистки не выводят проволоку за пределы двойного допуска по диаметру.

1.3. ИЗОЛЯЦИЯ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

ПРОПИТАННАЯ БУМАЖНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Кабельная бумага по ГОСТ 23436-83 для изоляции силовых кабелей на напряжение до 35 кВ марок К и КМП изготовляется из небеленой сульфатной целлюлозы, а марки КМ – из небеленой сульфатной целлюлозы для многослойной кабельной бумаги. Бумага изготовляется плотностью 780 ± 50 кг/см^3, воздухопроницаемостью не более 40 мл/мин, влажностью 4 – 8 %. Бумага марок К и КМП изготовляется цвета натурального волокна или окрашенной в красный, зеленый и синий цвета, а марки КМ – цвета натурального волокна. Показатели качества кабельной бумаги приведены в табл. 1.7.

Кабельная бумага по ГОСТ 645-79 для изоляции кабелей на напряжение от 110 до 500 кВ изготовляется из специальной сульфатной небеленой целлюлозы, бумага марок КВМ (многослойная) и КВМС (многослойная стабилизированная) выпускается машинной гладкости, а бумага марки КВМСУ (многослойная стабилизированная уплотненная) – каландрированной. Показатели качества высоковольтной кабельной бумаги приведены в табл. 1.8.

Для выравнивания электрического поля в изоляции силовых кабелей на напряжение 6 кВ и выше и арматуры для ннх применяется экран из кабельной электропроводящей бумаги марок КПУ-80 и КПУ-120 (уплотненная одноцветная с включением в

Таблица 1.7. **Показатели качества кабельной бумаги для изоляции силовых кабелей на напряжение до 35 кВ (по ГОСТ 23436-79)**

Показатель	Марки бумаги						
	К-080	К-120	К-170	КМП-120	КМП-170	КМ-120	КМ-170
Толщина, мкм	80 ± 5	120 ± 7	170 ± 10	120 ± 7	170 ± 10	120 ± 7	170 ± 10
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н, не менее в направлении:							
машинном	83,4	127,5	171,7	152,0	196,2	142,2	186,4
поперечном	39,2	58,9	83,4	63,8	93,2	63,8	93,2
Удлинение, %, не менее в направлении:							
машинном	2,2	2,2	2,2	2,8	2,8	3,2	3,2
поперечном	6,6	6,6	6,6	7,0	7,0	9,0	9,0
Зольность, %, не более	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
pH водной вытяжки	7,0 – 9,5	7,0 – 9,5	7,0 – 9,5	7,0 – 9,0	7,0 – 9,0	7,0 – 9,0	7,0 – 9,0
Удельная электрическая проводимость, мкСм/м, при модуле:							
1 : 50	6300	6300	6300	5000	5000	5000	5000
1 : 20	126	126	126	100	100	100	100

Таблица 1.8. **Показатели качества кабельной бумаги для изоляции кабелей на напряжение от 110 до 500 кВ (по ГОСТ 645-79)**

Показатель	Марки бумаги			
	КВМ-080	КВМ-120	КВМ-170	КВМС-080
Толщина бумаги, мкм	80 ± 5	120 ± 7	170 ± 10	80 ± 5
Плотность, кг/м^3	770 ± 50	770 ± 50	770 ± 50	720 ± 40
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н, не менее в направлении:				
машинном	74	142	186	69
поперечном	35	64	83	32
Удлинение, %, не менее в направлении:				
машинном	2,2	3,2	3,2	2,6
поперечном	8,6	10,4	10,4	8,0
Воздухопроницаемость, мл/мин, не более	25	25	25	30
Массовая доля золы, %, не более	0,28	0,28	0,28	0,30
Массовая доля натрия, %, не более	0,0034	0,0034	0,0034	0,0024
pH водной вытяжки	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	7,8 – 9,3
tgδ при 100 °С не более	0,0022	0,0022	0,0022	0,0018
Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/м, не более при модуле:				
1 : 50	1800	1800	1800	2500
1 : 20	36	36	36	50
Влажность, %	4 – 8	4 – 8	4 – 8	4 – 6

Продолжение табл. 1.8

Показатель	Марки бумаги			
	КВМС-120	КВМС-170	КВМСУ-080	КВМСУ-120
Толщина бумаги, мкм	120 ± 7	170 ± 10	80 ± 5	120 ± 7
Плотность, кг/м^3	720 ± 40	720 ± 40	1100 ± 50	1100 ± 50
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н, не менее в направлении:				
машинном	108	147	98	137
поперечном	49	69	49	69
Удлинение, %, не менее в направлении:				
машинном	2,6	2,6	2,2	2,2
поперечном	8,6	8,6	8,6	8,6
Воздухопроницаемость, мл/мин, не более	30	35	8	8
Массовая доля золы, %, не более	0,30	0,30	0,30	0,30
Массовая доля натрия, %, не более	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
pH водной вытяжки	7,8 – 9,3	7,8 – 9,3	7,8 – 9,3	7,8 – 9,3
tgδ при 100 °С не более	0,0019	0,0019	0,0026	0,0026
Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/м, не более при модуле:				
1 : 50	2500	2500	2500	2500
1 : 20	50	50	50	50
Влажность, %	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6

композицию сажи), и для изоляции силовых кабелей на напряжение 110 кВ и выше и арматуры для них применяется кабельная электропроводящая двухцветная уплотненная бумага марок КПДУ-80 и КПДУ-120 с включением сажи в композицию одного слоя по ГОСТ 10751-80. Электропроводящая бумага марок КПУ-80 и КПУ-120 имеет удельное объемное сопротивление $1 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^6$ Ом·см, а бумага марок КПДУ-80 и КПДУ-120 – $5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$ Ом·см.

Бумажную изоляцию силовых кабелей пропитывают маслоканифольным составом. Кабели на напряжение 20 – 35 кВ пропитывают составом марки МП-2, содержащим 25 ± 3 % канифоли (остальное количество – нефтяное масло). Кабели на напряжение 1 – 10 кВ пропитывают составом МП-3, содержащим 7,5 ± 2,5 % канифоли, 3 ± 2 % полиэтиленового воска (остальное количество – нефтяное масло), а кабели с нестекающей изоляцией – составом МП-5, состоящим из 3,0 – 2,0 % канифоли, 18,0 ± 1,0 % полиэтиленового воска (остальное количество – нефтяное масло). Нефтяное масло для пропиточного состава применяют марки КМ-25 по ТУ 38-101-449-84 селективной очистки фенолом или дуосол-очистки парным раствори-

телем с последующей гидро- или контактной очисткой. Канифоль для пропиточных составов применяют марки А-1 сорта по ГОСТ 19113-84 или модифицированную кабельную канифоль по ТУ 13-05-25-82.

ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Композиции полиэтилена (ПЭ) для кабельной промышленности по ГОСТ 16336-77 изготовляются на основе ПЭ высокого давления (ПЭВД) (низкой плотности) и низкого давления (ПЭНД) (высокой плотности) со стабилизаторами и другими добавками. Они используются для наложения изоляции на жилы кабелей и проводов методом экструзии.

Марки композиций ПЭ в зависимости от свойств и назначения получают на основе базовых марок ПЭВД (табл. 1.9). Обозначение марок композиций ПЭ состоит из наименования материала «Полиэтилен», трех первых цифр обозначения базовой марки ПЭ, номера рецептуры добавок, написанного через дефис, и буквы К, обозначающей применение композиций ПЭ в кабельной промышленности.

Показатели композиций ПЭВД и ПЭНД приведены в табл. 1.10, а механические характеристики композиций ПЭ на основе базовых марок ПЭ – в табл. 1.11.

Плотность композиции на основе базовых марок 102 от 922 до 924 кг/м^3; композиции на основе марок 153 – от 915 до 922 кг/м^3; марок 178 – от 917 до 921 кг/м^3;

Таблица 1.9. **Марки композиции, вид добавок, свойства композиции и рекомендуемое назначение**

Марка композиции ПЭ	Вид добавки	Свойства композиции	Рекомендуемое назначение
ПЭВД			
102-01К; 107-01К; 153-01К; 178-01К; 180-01К	Термостабилизатор	Стойкая к термоокислительному старению	Для неокрашиваемой изоляции
102-02К; 107-02К; 153-02К; 178-02К; 180-02К	»	То же	Для окрашиваемой и неокрашиваемой изоляции
102-04К; 107-04К; 153-04К; 178-04К; 180-04К	»	» »	То же
102-05К; 107-05К; 153-05К; 178-05К; 180-05К	»	» »	» »
102-93К; 107-93К; 153-93К	»	» »	» »
102-94К; 107-94К; 153-94К 178-94К	»	» »	» »
102-95К; 107-95К; 153-95К; 178-95К	»	» »	» »
102-09К; 107-09К; 153-09К; 178-09К	Термо-и светостабилизатор	Стойкая к термоокислительному и фотоокислительному старению, черного цвета	Для светостойкой изоляции
102-99К; 107-99К; 153-99К; 178-99К	То же	То же	То же
107-61К	Термостабилизатор, антипирены	Стойкая к термоокислительному старению, самозатухающая	Для изоляции
107-62К; 107-63К	То же	С повышенной стойкостью к термоокислительному старению, самозатухающая	То же
ПЭНД			
204-07К; 206-07К; 207-07К; 208-07К	Термостабилизатор, антикоррозионная добавка	Стойкая к термоокислительному старению, слабоокрашенная	Для окрашиваемой и неокрашиваемой изоляции
204-19К; 206-19К; 207-19К; 208-19К	То же	То же	То же
204-21К; 206-21К; 207-21К; 208-21К	» »	» »	» »
204-57К; 206-57К; 207-57К; 208-57К	» »	То же, натурального цвета	» »
204-11К; 206-11К	Термостабилизатор, светостабилизатор, антикоррозионная добавка	Стойкая к термоокислительному и фотоокислительному старению, черного цвета	Для светостойкой изоляции

Таблица 1.10. **Показатели композиций ПЭВД и ПЭНД**

Показатель	ПЭВД	ПЭНД
Температура плавления, °С	106 – 110	125 – 135
Насыпная плотность, кг/м³	500 – 600	500
Твердость путем вдавливания шарика при нагрузке 490 Н, кПа	176,4 – 225,4	441 – 578,2
Температура хрупкости, °С, не выше:		
марок с ПТР:		
0,2 – 0,3 г/10 мин	– 120	– 80 – 150
0,5 – 2,2 г/10 мии	– 100	–
3,0 г/10 мии	– 85	–
после 1000 ч облучеиия машиной ДРГ-375 не выше:		
марок с ПТР:		
0,3 г/10 мии	– 70	– 60
0,3 – 3,0 г/10 мии	– 60	–
Модуль упругости, МПа, ПЭ плотиостью:		
917 – 921 кг/м³	88,2 – 127,4	588 – 833
922 – 926 кг/м³	137,2 – 176,4	–
Разрушающее иапряжеиие при изгибе, МПа	–	19,6 – 37,2
Водопоглощение за 30 сут, %	0,020	0,030 – 0,040
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	$1 \cdot 10^{16} - 1 \cdot 10^{17}$	$1 \cdot 10^{16} - 1 \cdot 10^{17}$
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	$1 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{14}$

марок 107 – от 917 до 920 кг/м³ и марок 180 – от 916 до 920 кг/м³. В композициях всех базовых марок с добавками 0, 9, 96 и 99 плотность не нормируется.

Показатель текучести расплава (ПТР) композиции на основе базовых марок 102 от 0,24 до 0,36 г/10 мин; 107 – от 1,7 до 2,3 г/10 мин; 153 – от 0,21 до 0,39 г/10 мин; 178 – от 1,05 до 1,95 г/10 мин и 180 – от 2,1 до 3,9 г/10 мин.

Плотность композиции на основе базовых марок 204, 206, 207 и 208 от 949 до 954 кг/м³. В композициях на основе базовых марок 204 и 206 с добавкой 11 плотность не нормируется. Показатель текучести композиций на основе базовых марок 204 от 0,6 до 0,9 г/10 мин; 206 – от 0,9 до 1,5 г/10 мин, 207 – от 1,5 до 2,0 г/10 мин и 208 – от 2 до 3 г/10 мин.

Стойкость к термоокислительному старению всех базовых марок ПЭВД не менее 8 ч, стойкость к фотоокислительному старению базовых марок 102, 107, 153 и 178 с добавкой 0,9 не менее 240 ч, с остальными добавками показатель не нормируется.

Стойкость к термоокислительному старению базовых марок ПЭНД не менее 6 ч, к фотоокислительному старению ПЭВД с присадками 96 и 99 не менее 240 ч, ПЭНД марок 204 и 206 с добавкой 11 – не менее 300 ч, а марок 206, 207 и 208 – не нормируется.

Плотность ПЭВД марки 107 с добавками 61, 62 и 63 от 960 до 980 кг/м³, показатель текучести 2,0 – 3,0 г/10 мин, стойкость к растрескиванию не менее 3 ч, предел текучести при растяжении не менее 8,8 МПа, разрушающее напряжение при растяжении не менее 10,8 МПа, относительное удлинение не менее 500 %. Стойкость к термоокислительному старению марки 107-61К не менее 8 ч, а марок 107-62К и 107-63К – не менее 10 ч. Термостабильность марок 107-61К не менее 0,5 ч, 107-62К – не менее 2 ч и 107-63К – не менее 2,5 ч. При вынесении из пламени образцов ПЭВД марок 107-61К, 107-62К и 107-63К горение их прекращается не более чем через 30 с.

Таблица 1.11. **Механические показатели композиций ПЭ**

Базовая марка	Предел текучести при растяжении, МПа	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	Стойкость к растрескиванию, ч, не менее
102	11,3	14,7	600	500
107	9,3	12,2	550	2,5
153	9,8	13,7	600	500
178	9,3	11,7	600	2,5
180	9,3	10,8	600	1,5
204	23,5	Не нормируется	600	100
206	23,5	То же	500	50
207	23,5	» »	300	24
208	23,5	» »	150	24

Композиция самозатухающего светостабилизированного ПЭ марок 153-72 и 153-117,

получившая название кассполен, по ТУ 6-05-05-195-80 и ТУ 6-05-05-84-77 изготовляют из ПЭВД марки 15303-003 по ГОСТ 16337-77. Плотность композиции 1000 кг/м^3, текучесть расплава 0,4 – 0,7 г/10 мин, стойкость к растрескиванию 500 ч, предел текучести при растяжении не менее 8,2 – 8,5 МПа, относительное удлинение 400 – 410 %, холодостойкость не выше –55 °С, стойкость к термоокислительному старению не менее 8 ч, стойкость к фотоокислительному старению не менее 600 ч. Количество летучих не более 0,15 %. При выносе из пламени горение образца прекращается.

Композиции ПЭВД марок 102, 107, 153, 178 и 180 с добавками 0,1, 0,2, 0,5, 61, 62, 63, 93, 94 и 95 имеют tg δ при частоте 10^6 Гц не более $3 \cdot 10^{-4}$, с добавками 04 – не более $5 \cdot 10^{-4}$, с добавками 09, 96, 99 – не более $6 \cdot 10^{-4}$, композиции ПВНД марок 204, 206, 207 и 208 с добавками 07, 19, 21, 57 и 95 tg δ при частоте 10^6 Гц не более $5 \cdot 10^{-4}$, а марок 204 и 206 с добавками 11 – не более $7 \cdot 10^{-4}$. Относительная диэлектрическая проницаемость ε при частоте 10^6 Гц композиций ПЭВД не более 2,3, за исключением марок ПЭВД с добавками 09, 96, 99 – не более 2,4, а марки 107 с добавками 61, 62 и 63 – не более 2,6. Композиции ПЭНД имеют ε не более 2,4. Электрическая прочность при частоте 50 Гц всех марок ПЭВД и ПЭНД не менее 40 МВ/м, за исключением марки 107 с добавками 61, 62 и 63, для которой электрическая прочность не менее 35 МВ/м.

Композиции на основе ПЭВД имеют температуру плавления 106 – 110 °С, насыпную плотность 500 – 600 кг/м^3, твердость путем вдавливания шарика при нагрузке 490 Н 176,4 – 225,4 кПа, водопоглощение 0,02 % за 30 сут, удельное объемное электрическое сопротивление $1 \cdot 10^{16} - 1 \cdot 10^{17}$ Ом·см, удельное поверхностное электрическое сопротивление $1 \cdot 10^{15}$ Ом. Температура хрупкости марок с ПТР 0,2 – 0,3 г/10 мин не выше –120 °С, с ПТР 1,5 – 2,2 г/10 мин не выше –100 °С и с ПТР 3,0 г/10 мин не выше –85 °С. Температура хрупкости после 1000 ч облучения лампой ДРГ-375 марок с ПТР 0,3 г/10 мин не выше –70 °С, с ПТР от 0,3 до 3,0 г/10 мин –60 °С. Модуль упругости марок плотностью 917 – 921 кг/м^3 88,2 – 127,4 МПа, плотностью 922 – 926 кг/м^3 137 – 176,4 МПа.

Полиэтилен инертен к большей части агрессивных сред: при комнатной температуре не растворим ни в одном из известных растворителей. При 70 °С и выше ПЭ растворяется в четыреххлористом углероде, хлороформе, толуоле и ксилоле. Некоторые органические сильнополярные жидкости могут вызвать его растрескивание. Полиэтилен, имеющий индекс расплава 0,3 г/10 мин и менее, практически стоек к растрескиванию. Наличие низкомолекулярных фракций в ПЭ снижает стойкость к растрескиванию. Добавка бутилкаучука или полиизобутилена к ПЭ повышает его стойкость к растрескиванию.

Введение в ПЭ органических перекисей (дикумида и др.) с последующим нагревом или действием ионизирующих излучений (вулканизацией) приводит к образованию поперечных связей, переводящих его из термопластичного состояния в термореактивное. В этом состоянии ПЭ не плавится при повышении температуры и не растрескивается под влиянием различных сред. Вулканизированный ПЭ незначительно деформируется при температуре 150 °С.

Композицию ПЭ с полиизобутиленом, ацетиленовой сажей и стеариновой кислотой используют в качестве электропроводящих экранов кабелей с ПЭ изоляцией.

Введение в композицию ПЭ полиэтиленового концентрата марки П2-КП по ТУ 6-05-1565-77 или полиэтиленового суперконцентрата пигмента марки СКП по ТУ 6.05-05-149-81 придает ПЭ заданный цвет, необходимый для расцветки изоляции жил. При введении в композицию ПЭ концентрата пенообразующего марки 107-ОВАС по ТУ 6-05-361-6-80 или смеси ЧХЗ-57 с тальком в процессе наложения изоляции в экструзионном агрегате получается пористая ПЭ изоляция плотностью 460 кг/м^3, имеющая ε = 1,6, которая используется для изоляции жил кабелей связи, коаксиальных и радиочастотных кабелей.

НОРМЫ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИИ

На кабели и провода с пластмассовой и резиновой изоляцией, предназначенные для стационарных и передвижных силовых и осветительных установок различного назначения на номинальное переменное напряжение до 6 кВ частоты до 1 кГц и постоянное напряжение до 6 кВ, ГОСТ 23286-78 приняты шесть категорий толщины изоляции:

И-1 – изоляция кабелей и проводов в оболочке на номинальное переменное напряжение до 220 В (для систем 220/380 В) или постоянное напряжение до 700 В.

И-2 – изоляция кабелей и проводов без оболочки на номинальное переменное напря-

Таблица 1.12. **Толщина пластмассовой и резиновой изоляции, мм, для различных категорий изоляций**

S, мм²	Ип-1	Ип-2	Ип-3	Ип-4	Ип-5	Ип-6	Ир-1	Ир-3	Ир-5
До 0,35	0,4	0,5	0,5	0,6	–	–	–	–	–
0,35	0,5	0,5	0,6	0,7	–	–	0,6	–	–
0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	–	–	0,6	0,8	–
0,75	0,5	0,6	0,6	0,8	–	–	0,6	1,0	–
1,0	0,6	0,7	0,7	0,8	–	–	0,6	1,0	–
1,5	0,6	0,7	0,7	1,0	–	–	0,6	1,0	1,8
2,5	0,6	0,7	0,7	1,0	–	–	0,8	1,0	1,8
4,0	0,7	0,8	0,8	1,0	2,2	–	0,8	1,0	1,8
6,0	0,7	0,8	0,8	1,0	2,2	–	0,8	1,0	1,8
10,0	0,8	1,0	1,0	1,2	2,2	3,0	1,0	1,2	2,0
16,0	0,8	1,0	1,0	1,2	2,2	3,0	1,0	1,2	2,0
25,0	1,0	1,2	1,2	1,4	2,2	3,0	1,2	1,4	2,2
35,0	1,0	1,2	1,2	1,4	2,2	3,0	1,2	1,4	2,2
50,0	1,2	1,4	1,4	1,6	2,2	3,0	1,4	1,6	2,4
70,0	1,2	1,4	1,4	1,6	2,2	3,0	1,4	1,6	2,4
95,0	1,2	1,6	1,6	1,8	2,2	3,0	1,6	1,8	2,6
120,0	–	–	1,6	1,8	2,2	3,0	–	1,8	2,6
150,0	–	–	1,8	2,0	2,2	3,0	–	2,0	2,8
185,0	–	–	2,0	2,2	2,4	3,0	–	2,2	3,0
240,0	–	–	2,2	2,4	2,6	3,0	–	2,4	3,2
300,0	–	–	2,4	2,6	2,6	3,0	–	2,6	3,4
400,0	–	–	2,6	2,8	2,8	3,0	–	2,8	3,6
500,0	–	–	3,0	3,0	3,0	3,2	–	3,0	3,8

жение до 220 В (для систем 220/380 В) или постоянное напряжение до 700 В.

И-3 – изоляция кабелей и проводов в оболочке на номинальное переменное напряжение от 220 В (для систем 220/380 В) до 400 В (для систем 400/600 В) и постоянное напряжение от 700 до 1000 В.

И-4 – изоляция кабелей и проводов без оболочки на номинальное переменное напряжение от 220 В (для систем 220/380 В) до 400 В (для систем 400/600 В) или постоянное напряжение от 700 до 1000 В.

И-5 – изоляция кабелей и проводов на номинальное переменное напряжение от 400 В (для систем 400/600 В) до 1800 В (для систем 1800/3000 В) или постоянное напряжение от 1000 до 6000 В.

И-6 – изоляция кабелей и проводов на номинальное переменное напряжение 3600 В (для систем 3600/6000 В).

При обозначении категории изоляции добавляются соответствующие индексы: п – пластмассовой, р – резиновой изоляции.

Номинальные толщины изоляции кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией приведены в табл. 1.12. Номинальная толщина изоляции из ПВХ пластиката кабелей и проводов сечением 10 – 500 мм² категории Ип-6 должна быть 3,4 мм. Номинальная толщина ПЭ изоляции жил контрольных кабелей сечением 0,75 – 6 мм должна быть 0,6 мм, а сечением 10 мм² – 0,8 мм. Допускается увеличение толщины изоляции жил кабелей и проводов, оплетаемых проволокой, а также с изоляцией из вулканизированного ПЭ. В технически обоснованных случаях по согласованию с потребителем допускается уменьшение толщины изоляции жил кабелей и проводов. ГОСТ 23286-78 не распространяется на кабели связи, судовые, шахтные, геофизические, грузонесущие, беструбной прокладки во взрывоопасных помещениях и кабели и провода с изоляцией на основе бутилкаучука.

ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА (ФТОРОПЛАСТА)

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) выпускается под названием фторопласт-4 (фторлон-4) по ТУ 6-05-1246-76, в дальнейшем именуемый Ф-4, а его сополимеры Ф-4Д, Ф-4М, Ф-40Ш и др. Политетрафторэтилен при комнатной температуре содержит до 90% кристаллической фазы, способной к ориентации, а остальная часть – аморфная фаза с неупорядоченным размещением молекул. В широком диапазоне температур ПТФЭ обладает высокими механическими свойствами. Вытяжка полимера сопровождается ориентацией молекул в направлении растяжения. Это свойство используют при изготовлении ориентированных лент ПТФЭ. Ф-4 пригоден для использования при температурах от –270 до 260 °С. При температуре 19 °С происходит увеличение объема Ф-4 на 1%, а при температуре 327 °С – на 25% (происходит переход ПТФЭ из кристаллического состояния в аморфное). При температуре выше 425 °С Ф-4 разлагается с выделением токсичных газообразных веществ. ПТФЭ исключительно стоек к большинству химических веществ. В пределах рабочих температур на него действуют только расплавленные натрий и калий, а также некоторые фтористые соединения.

Изоляция из ПТФЭ может быть наложена на жилы кабелей и проводов сплошным слоем, получаемым экструзией, или методом обмотки лентами и нитью. Ленточную изоляцию для получения ее монолитности подвергают нагреву (запечка). Толщину изоляции принимают равной 0,25 мм при напряжении до 600 В и 0,40 мм – при напряжении до 1000 В.

Основные параметры ПТФЭ и его сополимеров приведены в табл. 1.13. Изоляция из фторопласта-4Д, получаемого методом эмульсионной полимеризации, накладывается

Таблица 1.13. **Основные свойства ПЭТФ и его сополимеров**

Показатель	ПЭТФ и его сополимеры				
	Ф-4 (ПЭТФ)	Ф-4МБ (ФЭП)	Ф-4ОШ (ЭТФЭ)	Ф-30 (ЭТФХЭ)	Ф-2М (ПВДФ)
Плотиость, кг/м^3	2120 – 2280	2120 – 2170	1650 – 1700	1670 – 1690	1700 – 1800
Температура, °С:					
плавлеиия	327	285 – 290	260 – 275	215 – 245	160 – 180
стекловаиия	$-100 \div -120$	-90	-100	–	$-33 \div -38$
Коэффициеит теплоемкости, Дж/г	1,04	1,1	1,9	–	1,4
Коэффициеит теплопроводиости, Вт/(м·°С)	0,252 $(8-25)\cdot 10^{-5}$	0,25	0,23	0,20	0,35
Температурный коэффициент лиейиого расширения, °С$^{-1}$		$(8,3-10,5)\cdot 10^{-5}$	$(4,2-14)\times 10^{-5}$	$(8-10)\cdot 10^{-5}$	$(8-12)\cdot 10^{-5}$
Рабочая температура, °С:					
мииимальная	-270	$-180 \div -200$	-100	-195	-60
максимальиая	260	200	200	170	150
Разрушающее напряжеиие при растяжении при 20 °С, МПа	14,5 – 35,0	16 – 30	27 – 50	35 – 50	39 – 69
Удельное объемиое электрическое сопротивление, ОМ·см	$10^{16} - 10^{20}$	$10^{16} - 10^{18}$	10^{16}	$10^{15} - 10$	$2\cdot 10^{14} - 10^{17}$
ε_r при частоте 50 Гц	1,9 – 2,2	1,9 – 2,1	2,5 – 2,6	2,5	8,4
tgδ при частоте 50 Гц	$2\cdot 10^{-4}$	$2-3\cdot 10^{-4}$	–	–	–
Электрическая прочность при толщиие 3 – 4 мм, МВ/м	20 – 27	20 – 25	16 – 20	20	10,5
Кислородный иидекс	96	95	31	64	43

на жилу путем экструзии. Суспензия Ф-4Д применяется для пропитки оплетки из стекловолокна. Ф-4МБ (ОСТ 6-05-400-78) является фторированным этиленпропиленом (ФЭП). По нагревостойкости Ф-4МБ превосходит все остальные фторорганические полимеры, кроме Ф-4. Сополимер этилена и тетрафторэтилена (ЭТФЭ) выпускается под маркой фторопласт-40Д. Он имеет высокие механические свойства, повышенные твердость и жесткость. Сополимер трифторхлорэтилена с этиленом (ЭТФХЭ) выпускается под маркой фторопласт-30. Он обладает высокими электроизоляционными свойствами. Поливинилиденфторид (ПВДФ) выпускается под маркой фторопласт-2 и 2М (ТУ 6-05-646-77 и ТУ 6-05-1781-76). Он обладает более высокими механическими свойствами.

ИЗОЛЯЦИЯ ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИКАТА

Поливинилхлоридные (ПВХ) пластикаты – смесь поливинилхлоридной смолы с пластификаторами, стабилизаторами и другими добавками. Для изготовления ПВХ пластиката применяют суспензионные смолы. Пластификаторы (эфиры фталевой, фосфорной и себациновой кислот) придают ПВХ пластикату эластичность и облегчают процесс его переработки, но ухудшают его химическую стойкость, нагревостойкость и электроизоляционные свойства. Более высокими электроизоляционными свойствами обладают пластификаторы совол и диоктилфталат. Поливинилхлоридные пластикаты на основе себациновой, адипиновой и фталевой кислот обладают более низкой летучестью, высокой стойкостью против старения и действия масел. В изоляционные ПВХ пластикаты вводят антиоксиданты (дифенилпропан), обеспечивающие длительное сохранение высокого удельиого электрического сопротивления, гибкости при низких температурах и нагревостойкости. Для удешевления ПВХ пластикатов и придания большей стойкости против горения в них вводят хлорированные парафины. Введение в ПВХ пластикаты стабилизаторов (углекислого свинца и солей стеариновой кислоты, кальция, кадмия, бария, стронция и др., а также стеаратов свинца в композиции с эпоксидными смолами) значительно повышает температуру его разложения. Для получения цветного ПВХ пластиката в него вводят окрашивающие добавки, главным образом пигментные красители. Для удешевления и получения ряда специфических свойств ПВХ пластикат может содержать наполнители (каолин, сажу, карбонат кальция, тальк, шиферную и кварцевую муку, двуокись кремния, основной карбонат свинца и др.). Под воздействием температуры, солнечной радиации, пребывания в различных средах и т. д. ПВХ пластикаты за счет улетучивания пластификатора стареют – происходит снижение их эластичности и холодостойкости.

Таблица 1.14. **Диэлектрические, физико-механические и другие показатели изоляционных ПВХ пластикатов**

Показатель	Нормы для марок						
	И40-13	И50-13 (высший сорт)	И50-13 (первый сорт)	И40-14 (высший сорт)	И50-14	И60-12	ИТ-105
Удельное объемное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом·см, не менее	$1 \cdot 10^{13}$	$5 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{12}$	$2 \cdot 10^{13}$
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	17,6	19,6	19,6	19,6	17,6	9,8	14,7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	200	200	200	200	200	300	340
Температура хрупкости, °С, не выше	−40	−50	−50	−40	−50	−60	−40
Потеря массы при 160 °С в течение 6 ч, %, не более	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,5
Твердость при 20 °С, МПа, не менее	1,47	5,8	5,8	1,47	—	0,69	1,17
То же при 70 °С	0,78	1,07	1,07	0,68	—	0,39	—
Водопоглощение, %, не более	0,32	0,32	0,32	0,23	0,32	0,46	0,2
Температура размягчения, °С	180 ± 10	190 ± 10	190 ± 10	180 ± 10	175 ± 10	175 ± 10	Не ниже 175
Плотность, кг/м³	1270 — 1350	1290 — 1350	1290 — 1350	1280 — 1320	1260 — 1300	1160 — 1240	1210 — 1270

Поливинилхлоридный пластикат по ГОСТ 5960-72 предназначен для работы в диапазоне температур от −60 до 70 °С, а ПВХ марки ИТ-105 – до 105 °С. В зависимости от свойств и назначения ПВХ пластиката выпускаются следующие типы и марки: изоляционный И марок И40-13, И50-13, И40-14, И50-14; изоляционный нагревостойкий ИТ марки ИТ-105; изоляционный для оболочек ИО марок ИО50-11 и ИО45-12. Первые две буквы в условном обозначении ПВХ пластиката типов И и ИО обозначают тип ПВХ пластиката, две первые цифры указывают холодостойкость его, две последующие цифры – порядок удельного объемного сопротивления при 20 °С. В обозначении ПВХ пластиката марки ИТ-105 буквы соответствуют типу ПВХ пластиката, а цифры – верхнему пределу рабочих температур.

Диэлектрические, физико-механические и другие показатели ПВХ пластикатов приведены в табл. 1.14. Светостойкость ПВХ пластиката при 40 °С не менее 1000 ч, горючесть не более 60 с, цветостойкость в везерометре при 70 °С не менее 96 ч. Пластикат ИТ-105 при температуре 105 ± 2 °С имеет удельное объемное сопротивление не менее $1 \cdot 10^{11}$ Ом·см. После выдержки в бензине при 20 ± 2 °С в течение 48 ч, в масле при 120 ± 2 °С в течение 48 ч сохраняет 40 % относительного удлинения при разрыве, в воздушной среде при 136 ± 2 °С в течение 7 сут сохраняет 90 % относительного удлинения, хрупкость не выше −30 °С, твердость при 105 °С не менее 30 Н и электрическую прочность не менее 30 000 В/мм. Рецептуры ПВХ пластиката марок И60-12 и ОИБ-60 после выдержки в бензине при 20 ± 2 °С и масле при 100 ± 2 °С в течение 24 ч сохраняют соответственно 60 и 95 % разрушающего напряжения при растяжении, после выдержки в бензине при 20 ± 2 °С в течение 24 ч пластикат марки И60-12 сохраняет не менее 60 % относительного удлинения при разрыве, а марки ОИБ-60 – не менее 90 %. После выдержки в масле при 100 ± 2 °С в течение 24 ч сохраняет 30 % относительного удлинения при разрыве, а пластикат марки ОИБ-60 не менее 65 %. Коэффициент жесткости пластиката марки И60-12 – 0,65, а марки ОИБ-60 – 0,60. Кислородный индекс ПВХ пластиката 28 – 30.

РЕЗИНОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Резиновые смеси состоят из каучука (натурального или синтетического), вулканизирующего вещества (тиурама), ускорителей вулканизации (каптакса, алтакса, ДФГ и др.), активаторов вулканизации (окиси цинка, кальция, магния и др.), наполнителей (каолина, мела, талька и др.), мягчителей (парафина, петролатума, вазелина, битума, канифоли, стеариновой или олеиновой кислоты, дибутилфталата, трикрезилфосфата, глифталевых смол и др.), противостарителей

Таблица 1.15. **Типы изоляционной резины, содержание каучука и характеристика резины (по ОСТ 160.505.015-79)**

Тип резины	Содержание каучука в резине, %, не менее	Характеристика резины
РТИ-0	40	Повышенного качества на основе натурального каучука (НК), изопренового каучука и их комбинации с бутадиеновым (СКБ), бутадиен-стирольным (СКБС) и другими синтетическими каучуками (СК)
РТИ-1	33	Общего назначения на основе НК, изопренового каучука или их комбинации с СКБ, СКБС и другими СК
РНИ	35	Не распространяющая горение на основе полихлоропрена (СКС)
РТЭПИ-1	30	Повышенной нагревостойкости на основе этиленпропиленовых (СКЭП) каучуков
РТСИ-1	Не нормируется	То же на основе силоксанового каучука
РТИШ	33	На основе НК, СКП и их комбинации с СКБ, СКБС и другими СК, для изоляции, выполняющей одновременно роль защиты кабелей и проводов, работающих в средних и легких условиях
РТИШМ	35	То же холодостойкая

Таблица 1.16. **Физико-механические и электроизоляционные свойства изоляционной резины (до старения)**

Типы резины	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	Удельное объемное сопротивление, Ом·м, не менее	tg δ не более	ε не менее	Электрическая прочность, МВ/м, не менее
РТИ-0	5,88	350	$1 \cdot 10^{12}$	0,05	4,0	20
РТИ-1	4,90	300	$5 \cdot 10^{11}$	0,10	5,0	20
РНИ	3,43	300	$5 \cdot 10^{8}$	Не нормируются		
РТЭПИ-1	3,72	300	$1 \cdot 10^{12}$	0,05	3,5	25
РТСИ-1	3,92	200	$5 \cdot 10^{12}$	0,03	3,5	22
РТИШ и РТИШМ	5,88	300	$5 \cdot 10^{11}$	0,11	6,0	20

(неозона Д и др.), красителей (лака и пигментов, окиси цинка и титана, технического углерода) и других специальных материалов.

Типы изоляционной резины, содержание каучука в ней и ее характеристики (по ОСТ 160.505.015-79) приведены в табл. 1.15.

Резина типов РТИ-0, РТИ-1, РНИ, РТИШ и РТИШМ предназначена для изоляции токопроводящих жил, продолжительно работающих при температуре до 65 °С, типа РТЭПИ-1 до 85 °С, типа РТСИ-1 до 180 °С. Допускается применение резиновой изоляции при более высоких температурах, при этом температура и сроки службы должны оговариваться в технической документации на кабели и провода.

Физико-механические свойства резин до старения соответствуют нормам, указанным в табл. 1.16. После старения физико-механические свойства резины ухудшаются. Так, для резины типов РТИ-0, РТИ-1, РТИШ и РТИШМ имеем:

	Снижение разрушающего напряжения при растяжении, %, не более	Снижение относительного удлинения, %, не более
После 96 ч старения при температуре 120 ± 1 °С	50	50
После 72 ч старения при температуре 100 ± 1 °С	30	25
После 240 ч старения при температуре 70 ± 1 °С	25	25

Снижение разрушающего напряжения при растяжении и относительного удлинения резины типа РТЭПИ-1 после 168 ч старения при температуре 120 ± 1 °С не превышает 25 %, а резины типа РНИ после 96 ч старения при температуре 120 ± 1 °С или после 240 ч старения при 100 ± 1 °С не превышает 50 %.

Разрушающее напряжение при растяжении резины типа РТСИ-1 после 72 ч старения при температуре 250 ± 3 °С не менее

3,92 МПа, а относительное удлинение при разрыве не менее 130 %.

Электрические свойства изоляционной и изоляционно-защитной резины после нахождения в течение 24 ч в воде при температуре 20 °С соответствуют нормам, приведенным в табл. 1.16.

В кабелях и проводах с резиновой изоляцией допускают применение сепаратора из полиэтилентерефталатной (лавсановой), бумажной лент или хлопчатобумажной пряжи между токопроводящей жилой и изоляцией. Сепаратор предохраняет токопроводящую жилу от окисления, проникновения резины в промежутки между проволоками жилы, обеспечивает их большую гибкость и меньший расход материалов, облегчает разделку концов проводов.

ДРУГИЕ ТИПЫ ИЗОЛЯЦИИ

Прессованная окись магния, изоляционные лаки, шелк натуральный и синтетический, хлопчатобумажная пряжа, полистирольная и триацетатная ленты рассматриваются в соответствующих разделах о кабелях, проводах и шнурах настоящего Справочника.

1.4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЭКРАНЫ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЛЕНТОЧНЫЕ ЭКРАНЫ

Выравнивание электрического поля в высоковольтных кабелях с пропитанной бумажной изоляцией осуществляют с помощью экрана из медных лент или лент перфорированной металлизированной (каширированной) бумаги (алюминиевой фольги, наклеенной на кабельную бумагу) путем обмотки поверх бумажной изоляции. Внешний проводник коаксиальных кабелей связи накладывается продольно путем формирования медной ленты с гофрированными кромками поверх шайбовой или баллонной ПЭ изоляции. Внешний проводник из алюминиевой ленты формуется поверх пористой ПЭ изоляции кабеля марки ВКПАП со сваркой шва в аргонодуговой среде. Некоторые типы радиочастотных кабелей имеют внешний проводник из медной или алюминиевой трубки со сварным швом. Мощные радиочастотные и подводные коаксиальные кабели имеют внешний проводник из прямоугольных медных проволок, наложенных поверх изоляции повивом, и медной ленты поверх внешнего проводника в качестве экрана и скрепляющего бандажа медных проволок.

В кабелях дальней и местной связи в качестве общего экрана применяют алюминиевую или медную ленту, которая накладывается поверх поясной изоляции. Наряду с алюминиевыми используют алюмополиэтиленовые ленты (алюминиевую фольгу с ПЭ подслоем), накладываемые поверх поясной изоляции городских кабелей продольно, причем ПЭ подслой должен быть наружу и ПЭ оболочка в процессе наложения ее сваривается с ПЭ подслоем. В низкочастотных кабелях дальней связи и судовых кабелях связи в качестве индивидуального или общего экрана применяют металлизированную бумажную ленту, накладываемую методом обмотки.

ГИБКИЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ ЭКРАНЫ

Для выравнивания электрического поля в гибких высоковольтных кабелях с пластмассовой и резиновой изоляцией, а также экранирования судовых кабелей и кабелей для радиоустановок их оплетают медными и медными луженными проволоками. Общие экраны некоторых кабелей (РПШЭ и др.) изготовляют из оцинкованных стальных проволок методом оплетки. В судовых кабелях оплетка оцинкованной стальной проволокой диаметром 0,3 мм обеспечивает механическую защиту кабелей и одновременно является их электромагнитным экраном.

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ЭКРАНЫ

Для выравнивания электрического поля силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 10 – 35 кВ применяют электропроводящую кабельную бумагу марок КПУ-80 и КПУ-120, а на напряжение 110 кВ и выше – марок КПДУ-80 и КПДУ-120. Электропроводящая однослойная и двухслойная кабельная бумага содержит ацетиленовую сажу. Удельное объемное сопротивление бумаг КПУ-80 и КПУ-120 равно $1 \cdot 10^3 - 9 \cdot 10^4$ Ом·м, а КПДУ-80 и КПДУ-120 – $5 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$ Ом·м. Плотность бумаги КПУ-80 и КПУ-120 – 900 – 1050 кг/м^3, а КПДУ-80 и КПДУ-120 – 970 – 1070 кг/м^3. Электропроводящую кабельную бумагу накладывают на жилу и поверх изоляции методом обмотки лентами.

Электропроводящие ПЭ, ПВХ пластикат или резины накладывают на жилу и поверх

изоляции кабелей на напряжение 6 кВ и выше. При этом материал экрана и изоляции должен быть одинаковым. Это необходимо для получения равных или близких температурных коэффициентов (ТК) объемного расширения экрана и изоляции. При несоблюдении этого условия в пограничной зоне между экраном и изоляцией могут образовываться пустоты, которые являются очагами ионизации в изоляции кабеля.

В шахтных гибких кабелях КГЭШ и КОГВЭШ полупроводящий слой резины накладывают поверх резиновой изоляции. (Практически изоляция на жилу и экран поверх нее накладываются одновременно в У- или Т-образных агрегатах.) Для облегчения разделки концов экранированных жил кабелей электропроводящий слой изготовляют на основе нитрильного каучука. В шахтных кабелях КГЭШ и КОГВЭШ поверх ПВХ изоляции жил наносят электропроводящий графитополимерный слой.

1.5. СКРУТКА ИЗОЛИРОВАННЫХ ЖИЛ В КАБЕЛЬ

ПРАВИЛЬНАЯ СКРУТКА ОДНОРОДНЫХ КАБЕЛЕЙ

Изолированные жилы одинакового сечения и диаметра по изоляции скручивают в кабель по системе простой правильной скрутки. В зависимости от числа скручиваемых изолированных жил в простейшем случае скручивают по схеме рис. 1.6. При количестве скручиваемых жил более семи скрутка их производится по повивам вокруг одной, двух, трех, четырех или пяти жил, так чтобы получилась конструкция кабеля устойчивой. Четырех-, пяти- и шестижильные кабели не получаются устойчивыми из-за образования большого промежутка между жилами. Обычно в этих случаях прибегают к применению профильного (круглого) заполнения из пластмасс, резины, волокнистых материалов. Иногда сердечник представляет собой стальной трос или прочные нити, несущие растягивающую нагрузку на кабель. В тех случаях, когда из скручиваемых изолированных жил не получается устойчивая конструкция, прибегают к использованию пластмассовых или резиновых заполнителей диаметром, равным диаметру изолированной жилы. Типичными кабелями с простой правильной скруткой изолированных жил являются силовые кабели с пропитанной бумажной, пластмассовой и резиновой изоляцией, контрольные, судовые, управления, сигнализации и блокировки (исключая жилы, скручиваемые в пары), многожильные монтажные и другие кабели.

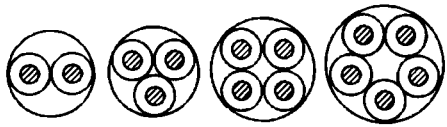


Рис. 1.6. Схема скрутки изолированных жил одинакового диаметра в кабель

Изолированные жилы кабелей связи одинакового сечения (диаметра) и диаметра по изоляции скручивают в кабель по системе сложной правильной скрутки. Первоначально изолированные жилы скручивают в пары, тройки, четверки и шестерки и затем их скручивают в кабель по простой повивной системе скрутки (см. разд. 20 и 21). По этой же системе скручивают судовые кабели связи, некоторые конструкции контрольных и сигнально-блокировочных кабелей. Применяя различные шаги скрутки отдельных групп и групп в кабель, достигают повышения защищенности рабочих пар от внутренних и внешних электромагнитных влияний.

ПРАВИЛЬНАЯ СКРУТКА КОМБИНИРОВАННЫХ КАБЕЛЕЙ

Типовой конструкцией комбинированных кабелей являются четырехжильные силовые кабели, в которых скручивают рабочие жилы с заземляющей или нулевой жилой. Соотношение сечений рабочих и заземляющих (нулевых) жил приведено в табл. 1.17. Скрутку изолированных жил разных наружных диаметров в кабель из-за наличия жил различного сечения или жил с различной

Таблица 1.17. **Соотношение сечений, мм², рабочих и заземляющих (нулевых) жил**

Рабочая жила	Заземляющая (нулевая) жила	Рабочая жила	Заземляющая (нулевая) жила
0,75	0,75	35	16
1,0	1,0	50	25
1,5	1,0	70	25
2,5	1,5	95	35
4	2,5	120	35
6	4	150	50
10	6	185	50
16	10	240	70
25	16	300	70

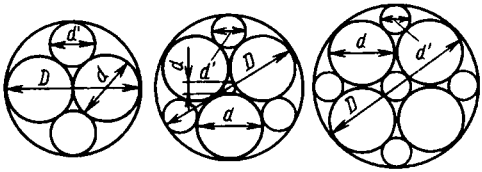


Рис. 1.7. Схема скрутки изолированных жил различного диаметра в кабель

толщиной изоляции, повышенного напряжения или наличия экрана производят с отступлением от правильной концентрической системы скрутки. Следят, чтобы оси скручиваемых жил лежали на одной или близкой окружности, в этом случае все скручиваемые жилы будут подвергаться одинаковым условиям при изгибах кабеля. Промежутки между основными жилами кабеля используют для размещения жил меньшего сечения или усиливающих (грузонесущих) заполнений. На рис. 1.7 приведена схема использования промежутков между основными жилами для размещения вспомогательных жил меньшего диаметра. При скрутке жил в кабель избегают размещения вспомогательных жил в центре кабеля, так как при растягивании кабеля наибольшее усилие испытывает центральная жила, а остальные жилы будут первоначально раскручиваться и уплотняться, а затем растягиваться. Направление скрутки изолированных жил выбирают противоположным направлению скрутки нижележащего повива; направление верхнего повива обычно имеет правую скрутку. Шаги скрутки изолированных жил в кабель принимают от 10 до 20 D в зависимости от условий эксплуатации кабелей.

В особо гибких кабелях изолированные жилы скручивают в одном направлении. Для облегчения монтажа все жилы выполняют с изоляцией различного цвета или применяют счетную жилу (пару, четверку) и направляющую жилу (пару, четверку) отличительной расцветки.

ПУЧКОВАЯ И РАЗНОНАПРАВЛЕННАЯ СКРУТКА КАБЕЛЕЙ

Пары и четверки городских телефонных кабелей, а также сигнально-блокировочных кабелей скручивают в кабель по системам пучковой или разнонаправленной скрутки. Применяется также разнонаправленная скрутка изолированных жил силовых кабелей с пластмассовой изоляцией. Применение пучковой и разнонаправленной скрутки упрощает технологию и повышает производительность изготовления кабелей, поэтому применение ее будет все время расширяться.

ПОЯСНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией и кабели связи в алюминиевой или свинцовой оболочке поверх скрученных жил (с заполнением или без него) имеют бумажную поясную изоляцию из кабельной бумаги марок К-120, КМ-120 или К-170, наложенную методом обмотки. Толщина поясной изоляции кабелей с пропитанной бумажной изоляцией приведена в табл. 3.5. Толщина поясной изоляции кабелей связи зависит от материала изоляции жил и температуры металлической оболочки, накладываемой на кабель (см. разд. 20). Поясную изоляцию поверх скрученных жил с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке выполняют лентами ПЭ, ПЭТФ, ПВХ и др. для получения требуемой емкости верхнего повива жил в кабеле по отношению к экрану. В кабелях с резиновой изоляцией в качестве поясной изоляции применяют прорезиненную ткань или кабель оплетают хлопчатобумажной пряжей. Иногда кабель обматывают лентами для облегчения наложения на него резиновой или пластмассовой оболочки. Кабель с обмоткой лентами в качестве поясной изоляции имеет большую подвижность жил по отношению к оболочке и благодаря этому становится более гибким. Кроме того, наличие поясной изоляции уменьшает расход материала оболочки за счет исключения проникновения его в промежутки между жилами.

1.6. ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЕЙ

Для защиты изоляции жил от воздействия света, влаги, различных химических веществ, а также для предохранения ее от механических повреждений кабель снабжают оболочками. Лучшими материалами для оболочек кабелей в отношении герметичности и влагонепроницаемости являются металлы, коэффициент диффузии которых равен нулю. Наиболее распространены металлические оболочки из алюминия, свинца и стали. Применение пластмассовых или резиновых оболочек кабелей с влагоемкой (например, бумажной) изоляцией ограничивается их высокой влагопроницаемостью. Кабели с невлагоемкой (пластмассовой или резиновой) изоляцией не нуждаются в металлической оболочке, и поэтому их изготовляют в

пластмассовой или резиновой оболочке. Широкое применение имеют также комбинированные – металлопластмассовые оболочки (оболочки из ПЭ с алюминиевыми и стальными лентами), заменяющие свинцовые оболочки.

АЛЮМИНИЕВЫЕ ОБОЛОЧКИ

Прессованную алюминиевую оболочку изготовляют из алюминия чистотой не менее 99,6 (марка А5) по ГОСТ 11069-74, а сварную алюминиевую оболочку – из алюминия чистотой не менее 99,3 (марка АД1) по ГОСТ 4784-74. Алюминиевые оболочки выполняют гладкими и гофрированными. Форму гофра выполняют синусоидальной, или S-образной с цилиндрической впадиной. Степень гофрирования находится в пределах 1,1 – 1,25, а шаг гофров 0,30 – 0,50 наружного диаметра выступов оболочки. На оболочках не допускаются риски, вмятины, раковины, посторонние включения, выводящие после их зачистки толщину оболочки за пределы минимальной. Допускается пайка дефектов оболочек, имеющих размеры не более 30 мм в продольном и не более 3 мм в поперечном направлениях. На строительной длине кабеля допускается пайка дефектов оболочки не более чем в трех местах. Место пайки должно быть ровным и гладким. Оболочки силовых кабелей и алюминиевые оболочки кабелей связи выдерживают испытание на изгиб, а сварные алюминиевые оболочки выдерживают испытание на сплющивание. Минимальные и номинальные толщины прессованных и сварных оболочек гладких и гофрированных приведены в табл. 1.18.

Алюминиевые оболочки герметичны и в 2 – 2,5 раза прочнее, чем свинцовые, имеют повышенную стойкость к вибрационным нагрузкам. В алюминиевых оболочках отсутствует наблюдаемый у свинцовых оболочек при повышении температуры самопроизвольный рост кристаллов. Основные физико-механические свойства алюминия приведены в табл. 1.19. Благодаря большей механической прочности алюминия кабели в алюминиевых оболочках могут применяться небронированными. Высокая электрическая проводимость алюминия позволяет использовать алюминиевые оболочки в качестве экрана для защиты кабеля от внешних электрических влияний или в качестве нулевой жилы силовых кабелей.

СВИНЦОВЫЕ ОБОЛОЧКИ

Свинцовые оболочки силовых кабелей изготовляются из свинца марок С-2 и С-3 по ГОСТ 3778-77 или из свинцово-сурьмянистых сплавов по ГОСТ 1292-81. Свинцовая оболочка силовых кабелей может содержать присадки: сурьмы в количестве до

Таблица 1.18. **Толщина, мм, алюминиевой оболочкв ио ГОСТ 24641-81**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Прессованная оболочка				Сварная оболочка			
	гладкая		гофрированная		гладкая		гофрированная	
	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная
До 12,5	0,90	1,10	–	–	0,72	0,80	–	–
12,5 – 15,0	0,90	1,10	–	–	0,90	1,00	–	–
15,0 – 17,5	0,95	1,15	–	–	0,90	1,00	–	–
17,5 – 20,0	1,00	1,20	–	–	1,00	1,10	–	–
20,0 – 22,5	1,05	1,30	–	–	1,00	1,10	0,65	0,70
22,5 – 25,0	1,05	1,30	–	–	1,10	1,20	0,72	0,80
25,0 – 27,5	1,10	1,35	–	–	–	–	0,72	0,80
27,5 – 30,0	1,15	1,40	–	–	–	–	0,82	0,90
30,0 – 32,5	1,20	1,45	–	–	–	–	0,82	0,90
32,5 – 35,0	1,25	1,50	–	–	–	–	0,82	0,90
35,0 – 37,5	1,30	1,55	1,10	1,35	–	–	–	–
37,5 – 40,0	1,35	1,65	1,15	1,40	–	–	–	–
40,0 – 42,5	1,45	1,75	1,20	1,50	–	–	–	–
42,5 – 45,0	1,50	1,80	1,25	1,55	–	–	–	–
45,0 – 47,5	1,55	1,85	1,30	1,60	–	–	–	–
47,5 – 50,0	1,60	1,90	1,30	1,60	–	–	–	–
50,0 – 52,5	1,65	1,95	1,35	1,65	–	–	–	–
52,5 – 55,0	1,70	2,00	1,40	1,70	–	–	–	–
55,0 – 57,5	1,70	2,00	1,40	1,70	–	–	–	–
57,5 – 60,0	1,70	2,00	1,40	1,70	–	–	–	–

Таблица 1.19. **Физико-механические свойства материалов оболочек кабелей и их стойкость к агрессивной среде**

Показатель	Алюминий чистотой 99,97 %	Свинец марки С-3	Свинец с присадкой 0,6 % сурьмы	ПВХ пластикат
Плотность, кг/м³	2700	11340	11270	1380
Удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С)	0,93	0,126	0,126	–
Разрушающее напряжение, МПа	39,3–49,1	12,7–17,6	20,6–26,1	15,7–17,7
Удлинение, %	40–45	30–40	25–35	180–280
Предел усталости, МПа	22,9	4,2	8,4	–
Микротвердость, МПа	250–350	30–48	53	–
Действие:				
5 %-ной соляной кислоты	НУ	ДУ	ДУ	ВУ
50 %-ной соляной кислоты	НУ	НУ	НУ	ВУ
5 %-ной азотной кислоты	СУ	СУ	СУ	ДУ
50 %-ной азотной кислоты	НУ	НУ	НУ	ДУ
5 %-ной серной кислоты	МУ	ВУ	ВУ	ВУ
50 %-ной серной кислоты	НУ	ВУ	ВУ	ВУ
5 %-ной плавиковой кислоты	МУ	НУ	НУ	ДУ
5 %-ной уксусной кислоты	МУ	ВУ	ВУ	ВУ
50 %-ной уксусной кислоты	НУ	СУ	СУ	ДУ
хлора	СУ	СУ	СУ	ДУ
щелочей	НУ	МУ	МУ	–
аммиака	НУ	ДУ	ДУ	–

Примечание. В таблице приняты обозначения: НУ – неустойчив; МУ – малоустойчив; СУ – среднеустойчив; ДУ – достаточно устойчив; ВУ – вполне устойчив.

Таблица 1.20. **Толщина, мм, свинцовой оболочки силовых кабелей по ГОСТ 24641-81**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	С защитными покровами		Трехжильных с отдельными оболочками поверх изолированных жил		Без защитных покровов и для подводной прокладки	
	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная
До 15,0	0,90	1,05	1,04	1,19	1,15	1,34
15,0–17,5	0,95	1,11	1,10	1,26	1,22	1,42
17,5–20,0	0,99	1,15	1,16	1,33	1,29	1,50
20,0–22,5	1,04	1,21	1,22	1,40	1,36	1,58
22,5–25,0	1,08	1,26	1,28	1,47	1,43	1,66
25,0–27,5	1,13	1,32	1,34	1,53	1,50	1,73
27,5–30,0	1,17	1,36	1,40	1,60	1,57	1,81
30,0–32,5	1,22	1,42	1,46	1,66	1,64	1,88
32,5–35,0	1,26	1,46	1,52	1,73	1,71	1,96
35,0–37,5	1,31	1,52	1,58	1,79	1,78	2,03
37,5–40,0	1,35	1,56	1,64	1,86	1,85	2,11
40,0–42,5	1,40	1,62	1,70	1,92	1,92	2,18
42,5–45,0	1,44	1,66	1,76	1,99	1,99	2,20
45,0–47,5	1,49	1,72	1,82	2,05	2,06	2,33
47,5–50,0	1,53	1,76	1,88	2,12	2,13	2,41
50,0–52,5	1,58	1,82	1,94	2,18	2,20	2,48
52,5–55,0	1,62	1,86	2,00	2,25	2,27	2,50
55,0–57,5	1,67	1,92	2,06	2,31	2,34	2,63
Свыше 57,5	1,71	1,96	2,12	2,38	2,41	2,71

0,8 %, олова – до 0,05 %, теллура – до 0,05 %, меди – до 0,05 %. Максимальная и номинальная толщины свинцовых оболочек силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией в зависимости от их диаметра под оболочкой и типа защитных покровов приведены в табл. 1.20. Физико-механические свойства свинца, применяемого для оболочек, и стойкость его к агрессивным средам указаны в табл. 1.19. Нагрузки, превышающие эти значения, вызывают необратимые деформации оболочек. Прочность свинцовой оболочки при длительном приложении растягивающего усилия уменьшается (рис. 1.8). Под воздействием вибрационных и тепловых нагрузок происходит рост кристаллов и

Таблица 1.21. **Толщина, мм, свинцовой оболочки кабелей связи по ГОСТ 24641-81**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	С защитными покровами				Без защитных покровов	
	с ленточной броней		с броней из круглой проволоки			
	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная
До 5,0	0,95	1,07	1,20	1,35	1,00	1,12
5,0 – 7,5	0,95	1,07	1,21	1,36	1,02	1,14
7,5 – 10,0	0,97	1,10	1,22	1,37	1,04	1,17
10,0 – 12,5	0,99	1,12	1,24	1,39	1,08	1,21
12,5 – 15,0	1,01	1,15	1,26	1,41	1,13	1,27
15,0 – 17,5	1,03	1,17	1,28	1,44	1,18	1,32
17,5 – 20,0	1,06	1,21	1,30	1,46	1,23	1,38
20,0 – 22,5	1,09	1,24	1,32	1,48	1,28	1,44
22,5 – 25,0	1,12	1,27	1,34	1,51	1,34	1,51
25,0 – 27,5	1,15	1,31	1,40	1,58	1,40	1,58
27,5 – 30,0	1,20	1,37	1,46	1,65	1,46	1,65
30,0 – 32,5	1,25	1,43	1,52	1,72	1,52	1,72
32,5 – 35,0	1,30	1,49	1,58	1,79	1,58	1,79
35,0 – 37,5	1,35	1,55	1,64	1,86	1,64	1,86
37,5 – 40,0	1,40	1,61	1,71	1,94	1,71	1,94
40,0 – 42,5	1,48	1,70	1,79	2,03	1,79	2,03
42,5 – 45,0	1,56	1,79	1,86	2,11	1,86	2,11
45,0 – 47,5	1,64	1,88	1,94	2,20	1,94	2,20
47,5 – 50,0	1,72	1,97	2,03	2,30	2,03	2,30
50,0 – 52,5	1,80	2,06	2,12	2,40	2,12	2,40
52,5 – 55,0	1,88	2,15	2,21	2,50	2,21	2,50
55,0 – 57,5	1,96	2,24	2,30	2,60	2,30	2,60
57,5 – 60,0	2,04	2,33	2,39	2,70	2,39	2,70
60,0 – 62,5	2,12	2,42	2,48	2,80	2,48	2,80
Свыше 62,5	2,20	2,51	2,58	2,90	2,58	2,90

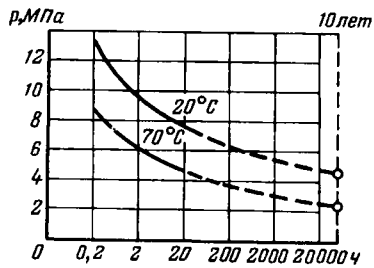


Рис. 1.8. Предел прочности свинцовой оболочки кабеля в зависимости от времени приложения растягивающего усилия (штриховая часть кривых получена экстраполяцией)

образование трещин. Из-за большой ползучести свинца (980 кПа) на вертикальных и крутонаклонных трассах наблюдаются необратимые процессы растяжения оболочек силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией в нижних участках, приводящие их к разрыву. Свинцовые оболочки также подвержены разрушению почвенной и электрохимической коррозией.

Повышение вибростойкости и механической прочности оболочек небронированных кабелей марки СГ и судовых кабелей достигается изготовлением их из свинца с присадкой сурьмы до 0,6 %. Свинцовые оболочки маслонаполненных кабелей для уменьшения ползучести изготовляют с присадкой меди до 0,08 %.

Оболочка герметична по всей длине, не имеет рисок, царапин и вмятин, выводящих за пределы минимальных допусков. Оболочка диаметром более 15 мм, не разрываясь, выдерживает испытание на растяжение до 1,5 *D*, а с присадкой сурьмы и меди – до 1,3 *D*.

Свинцовые оболочки кабелей связи изготовляют из свинцово-сурьмянистых сплавов марок ССУ, ССУМ, ССУМ2, ССУМО и ССУМТ по ГОСТ 1292-81. Оболочки, предназначенные для эксплуатации в условиях повышенной вибрационной нагрузки, изготовляют из сплавов марок ССУМ2 (с содержанием сурьмы 0,6 – 0,8 %) и ССУМТ.

Минимальная и номинальная толщины свинцовой оболочки кабелей связи в зависимости от их диаметра под оболочкой и типа защитного покрова приведены в табл. 1.21.

СТАЛЬНЫЕ ОБОЛОЧКИ

Стальные оболочки кабелей изготовляют из стальной холоднокатаной ленты марки 08-КП или 08-Ю по ГОСТ 503-71, ГОСТ 9045-80 или ТУ 14-4-69-71 со сварным швом. Сварку шва производят в высокочастотном агрегате, в котором нагретые кромки ленты соединяются вместе с образованием грата. Наружный грат срезается в процессе сварки. Сварку стальной оболочки производят также в аргонодуговой атмосфере. При дуговой сварке грат на поверхности оболочки не образуется, но производительность агрегата в 4 – 5 раз ниже, чем при высокочастотной сварке. Для повышения гибкости кабеля и придания ему большей механической прочности стальную оболочку гофрируют. Наиболее распространено синусоидальное гофрирование оболочек со степенью гофрирования 1,12 – 1,25. Стальные оболочки нуждаются в антикоррозионной защите битумными составами и пластмассовыми шлангами.

ОБОЛОЧКИ ИЗ ПВХ ПЛАСТИКАТА

Поливинилхлоридные оболочки кабелей, проводов и шнуров изготовляют из шлангового пластиката, отличающегося от изоляционного пластиката соответствующим подбором пластификаторов и стабилизаторов, обеспечивающих большую стойкость против светового старения (см. изоляция из ПВХ пластиката).

Для изготовления оболочек и шлангов кабелей используются пластикаты марок О-40, О-50, О-55, ОМБ-60, ОНМ-50 и ОНЗ-40, а также пластикаты марок ИО50-11 и ИО45-12. Первые одна – три буквы в условном обозначеиии пластиката означают тип пластиката, цифры через дефис указывают холодостойкость, две последующие цифры – порядок удельного объемного сопротивления при 20 °С. Поливинилхлоридные пластикаты марки ОМБ-60 предназначены для маслобензиностойких оболочек, ОНМ-50 – для оболочек, имеющих низкую миграцию пластификаторов в ПЭ (для кабелей с ПЭ изоляцией), и марки ОНЗ-40 – для кабелей, обладающих пониженным запахом. Изоляционные пластикаты ИО50-11 и ИО45-12 по своим свойствам пригодны для оболочек кабелей. Пластикаты марок О-50, О-55, ОМБ-60 и ОНМ-50 изготовляют черного цвета, О-40 – черного или синего и ОНЗ – неокрашенными.

Физико-механические свойства ПВХ пластикатов и их стойкость к агрессивным средам по сравнению с алюминиевыми и свинцовыми оболочками приведены в табл. 1.19. Диэлектрические и физико-механические показатели шланговых пластикатов приведены в табл. 1.22. Потери массы при 160 °С в течение 6 ч всех марок не превышают 3,0%, горючесть не более 60 с, плотность

Таблица 1.22. **Диэлектрические, физико-механические показатели шлангового пластиката**

Показатель	Нормы для марок							
	ИО45-12	0-40 (высший сорт)	0-50 (высший сорт)	0-55 (высший сорт)	0-55 (первый сорт)	ОМБ-60	ОНМ-50	ОНЗ-40
Удельное объемное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом · см, не менее	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{9}$	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{11}$
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	10,7	14,7	17,2	11,7	10,7	11,7	11,7	13.7
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350	300	350	350	350	350	350	300
Температура хрупкости, °С, не выше	−45	−40	−50	−55	−55	−60	−50	−40
Светостойкость при 70 °С, ч, не менее	1000	1500	2000	2000	2000	2000	1500	2000
Твердость, МПа, не более:								
при 20 °С	1,07	1,47	1,57	1,07	1,12	0,98	0,88	1,27
при 70 °С	0,78	0,98	0,88	0,88	0,78	0,58	0,49	0,88
Водопоглощение, %, не более	0,4	0,45	0,3	0,4	0,5	1,0	0,2	0,3
Температура размягчения, °С	170 ± 10	170 ± 10	175 ± 10	170 ± 10	170 ± 10	Не ниже 175	Не ниже 210	175 ± 10
Плотность, кг/м³	1200 – 1250	1220 – 1330	1250 – 1310	1180 – 1250	1180 – 1250	–	–	1250 – 1310
Сопротивление раздиру, кН/м, не менее	29,4	44,1	53,9	34,3	34,3	29,4	58,8	–

пластиката 1280 – 1290 кг/м^3, цветостойкость в везерометре при 70 °С не менее 96 ч. Оболочки кабеля не распространяют горение, влаго- и маслостойки, при температуре ниже допустимой становятся жесткими и при ударе могут разрушаться. При отсутствии механических воздействий оболочки сохраняют свои свойства. При положительных температурах эластические свойства ПВХ пластикатов восстанавливаются. Из-за улетучивания пластификаторов холодостойкость ПВХ пластикатов за время эксплуатации снижается.

НОРМЫ ТОЛЩИН ОБОЛОЧЕК

Пластмассовые и резиновые оболочки кабелей и проводов в зависимости от условий их эксплуатации по ГОСТ 23286-78 разделяются на следующие категории:

Об-1 – переносные кабели и провода, работающие в тяжелых условиях (землеройные машины);

Об-2 – переносные кабели и провода, работающие в средних условиях и прокладываемые стационарно;

Об-3 – переносные кабели и провода, работающие в легких условиях (бытовые электроприборы и токоприемники при отсутствии механических нагрузок).

При обозначении категории оболочки добавляются соответствующие индексы: «п» – пластмассовой и «р» – резиновой. Номинальная толщина пластмассовых и резиновых оболочек кабелей и проводов приведена в табл. 1.23. При одновременном наложении изоляции и оболочки или двухслойной оболочке толщина изоляции и оболочки или слоев оговаривается в соответствующей нормативно-технической документации на кабели и провода.

Таблица 1.23. **Толщина, мм, пластмассовых и резиновых оболочек по категориям**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Обп-1	Обп-2	Обп-3	Обр-1	Обр-2	Обр-3
До 6,0	1,2	1,2	0,8	1,5	1,5	1,0
6 – 10	1,7	1,5	1,0	2,0	1,7	1,0
10 – 15	1,7	1,5	1,2	2,5	2,0	1,2
15 – 20	2,0	1,7	–	3,0	2,0	–
20 – 25	2,3	1,9	–	3,5	2,5	–
25 – 30	2,5	1,9	–	4,5	3,0	–
30 – 40	3,0	2,1	–	5,0	3,0	–
40 – 50	3,5	2,3	–	5,0	4,0	–
50 – 60	4,0	2,5	–	6,0	4,5	–
Свыше 60	–	3,0	–	6,0	–	–

Предельное отклонение толщины пластмассовых оболочек – 15%, а резиновых и из вулканизирующегося ПЭ – 20%. В технически обоснованных случаях допускается уменьшение толщины оболочки или указание плюсового предельного отклонения толщины оболочки, которое должно быть оговорено в нормативно-технической документации на кабели и провода.

ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ОБОЛОЧКИ

Высокие физико-механические свойства ПЭ и особенно малая влагопроницаемость, а также стойкость против воздействия агрессивных сред послужили основанием успешного применения его в качестве оболочек кабелей связи. Для увеличения светостойкости применяются ПЭ с присадкой 2% газового канального углерода.

Для оболочек и защитных покровов кабелей применяют ПЭВД базовых марок 102-10К, 107-10К, 153-10К, 178-10К, 102-97К, 107-97К, 153-97К, 178-97К, 102-100К, 107-100К, 153-100К и 178-100К (с добавкой термо- и светостабилизаторов) и ПЭНД базовых марок 204-12К и 206-12К (с добавкой термо- и светостабилизаторов и антикоррозионных веществ). Эти марки ПЭ стойки к термо- и фотоокислительному старению и выпускаются черного цвета.

Физико-механические показатели ПЭВД и ПЭНД приведены в табл. 1.10 и 1.19. Стойкость к термоокислительному старению всех базовых марок ПЭВД не менее 8 ч, стойкость к фотоокислительному старению базовых марок 102, 107, 153 и 178 с добавкой 10, 97 и 100 не менее 500 ч, а базовых марок ПЭНД 204 и 206 с добавками 12 не менее 300 ч.

РЕЗИНОВЫЕ ОБОЛОЧКИ

Оболочки кабелей и проводов изготовляют из резины, указанной в табл. 1.24. Физико-механические свойства шланговых резин приведены в табл. 1.25. После 96 ч старения резин РШ-1 и РШМ-2 при температуре 70 °С разрушающее напряжение при растяжении не снижается более, чем на 15%, а относительное удлинение резины РШ-1 не превышает 30%, а РШМ-2 – 40%; после 72 ч старения при температуре 100 ± 1 °С разрушающее напряжение при растяжении резин РШТ-2 и РШТМ-2 не снижается более 25%, а относительное удли-

Таблица 1.24. **Типы резин, содержание каучука в резине и характеристика резины для оболочек кабелей и проводов (по ОСТ 16.0.505-015-79)**

Тип резины	Содержание каучука в резине, %, не менее	Характеристика резины
РШ-1	50	Резина на основе НК, СКП и их комбинации с СКБ, СКБС и другими СК, работающими в тяжелых условиях
РШМ-2	45	Резина холодостойкая на основе СКП и его комбинации с СКБ, СКБС и другими СК, работающими в средних и легких условиях
РШТ-2	40	Резина нагревостойкая на основе СКП, СКБ, СКБС и других СК и их комбинации, работающих в средних и легких условиях
РШТМ-2	45	Резина нагревостойкая повышенной холодостойкости на основе СКП, СКБ, СКБС и других СК и их комбинации, работающих в средних и легких условиях
РШН-1	50	Резина маслостойкая, не распространяющая горение на основе СКС, работающих в тяжелых условиях
РШН-2	40	То же, работающих в средних и легких условиях

Таблица 1.25. **Физико-механические свойства шланговых резин до старения (по ОСТ 16.0.505.015-79)**

Тип резины	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	Относительная остаточная деформация, %, не менее	Сопротивление раздиру, кН, не менее	Истираемость, $м^3$/ТДж, не более
РШ-1	11,76	350	25	1,57	112
РШМ-2	7,35	300	30	—	—
РШТ-2	6,86	300	35	—	—
РШТМ-2	6,86	300	30	—	—
РШН-1	10,49	275	25	1,18	139
РШН-2	5,88	275	35	—	—

нение при разрыве 50%; после 240 ч старения при температуре 70 ± 1 °С разрушающее напряжение при растяжении не снижается более 20%, а относительное удлинение 30%; после 96 ч старения при этой температуре снижение разрушающего напряжения при растяжении не превышает 10%, относительного удлинения 30%; после 72 ч старения резин РШН-1 и РШН-2 при температуре 100 ± 1 °С снижение разрушающего напряжения при растяжении не превышает 20%, а относительного удлинения 35%; после 96 ч старения этих резин при температуре 70 ± 1 °С снижение разрушающего напряжения при растяжении не превышает 15%, а относительного удлинения 30%.

Шланговые резины РТИШМ, РШ-1, РШМ-2 и РШТМ-2 имеют холодостойкость −50 °С, резины РТИШ и РШТ-2 −40 °С, резины РШН-1 и РШН-2 −30 °С. Физико-механические свойства резин РШН-1 и РШН-2 после 24 ч пребывания в машинном масле марки И-40А или И-50А при температуре 100 ± 1 °С не снижаются более чем на 20% по разрушающему напряжению при растяжении и более чем на 25% по относительному удлиинению при разрыве. Резины РНИ, РШН-1 и РШН-2 не распространяют горение.

1.7. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРОВЫ КАБЕЛЕЙ

Кабели в металлических и неметаллических оболочках в зависимости от условий монтажа и эксплуатации изготовляют небронированными и бронированными стальными лентами или оцинкованными стальными проволоками с различными наружными защитными покровами. Кабели небронированные без наружного защитного покрова поверх оболочки маркируют буквой Г (например, СГ). Защитный покров кабелей состоит из подушки, брони и наружного покрова. Конструкции элементов защитных покровов приведены в табл. 1.26. Перечень типов защитных покровов кабелей дан в табл. 1.27, а сочетание различных защитных покровов с различными оболочками в табл. 1.28.

При применении полиэтилентерефталатных (ПЭТФ) лент в подушках л и 2л исключается крепированная бумага (4в, 5в, 6в и 7в – табл. 1.26). Допускается применение в подушках л, 2л, п и в ПВХ, полиамидных и ПЭ лент. Допускается применение стальн-

Таблица 1.26. **Элементы защитных покровов по ГОСТ 7006-72 и их обозначение**

N п/п	Конструкция элементов защитного покрова	Обозначение
	Подушка	
1	Без подушки	б
2.а	Битумный состав или битум	Без обозначения
б	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
в	Битумный состав или битум	
г	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
д	Битумный состав или битум	
3.а	Битумный состав или битум	То же
б	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
в	Битумный состав или битум	
г	Пропитанная кабельная пряжа или стеклянная пряжа из штапелированного волокна	
д	Битумный состав или битум	
4.а	Битумный состав или битум	л
б	Ленты ПЭТФ	
в	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
г	Битумный состав или битум	
д	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
е	Битумный состав или битум	
5.а	Битумный состав или битум	л
б	Ленты ПЭТФ	
в	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
г	Битумный состав или битум	
д	Пропитанная кабельная пряжа или стеклянная пряжа из штапелированного волокна	
е	Битумный состав или битум	
6.а	Битумный состав или битум	2л
б	Лента ПЭТФ	
в	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
г	Битумный состав или битум	
д	Ленты ПЭТФ	
е	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
ж	Битумный состав или битум	
7.а	Битумный состав или битум	2л
б	Ленты ПЭТФ	
в	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
г	Битумный состав или битум	
д	Ленты ПЭТФ	
е	Пропитанная кабельная пряжа или стеклянная пряжа из штапелированного волокна	
ж	Битумный состав или битум	
8.а	Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум	и
б	Лента ПЭТФ	
в	ПЭ шлаиг	
г	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
д	Битумный состав или битум	
е	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
ж	Битумный состав или битум	
9.а	Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум	в
б	Лента ПЭТФ	
в	ПВХ шлаиг	
г	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
д	Битумный состав или битум	
е	Крепированная или пропитанная кабельная бумага	
ж	Битумный состав или битум	

Продолжение табл. 1.26

№ п/п	Конструкция элементов защитного покрова	Обозначение
	Броня	
10	Броня из стальных или оцинкованных стальных лент	Б
11	Броня из оцинкованных стальных плоских проволок	П
12	Броня из оцинкованных стальных круглых проволок	К
	Наружный покров	
13.а	Битумный состав, битум или вязкий подклеивающий слой	Без обозначения
б	Пропитанная кабельная пряжа или стеклянная пряжа из штапелированного волокна	
в	Битумный состав, битум или вязкий подклеивающий состав	
г	Покрытие, предохраняющее витки кабеля от слипания	
14.а	Негорючий состав	н
б	Стеклянная пряжа из штапелированного волокна	
в	Негорючий состав	
г	Покрытие, предохраняющее витки кабеля от слипания	
15.а	Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум	Шп
б	Лента ПВХ, ПЭТФ, ПЭ, полиамидная или другая равноценная	
в	ПЭ шланг	
16.а	Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум	Шв
б	Лента ПВХ, ПЭТФ, полиамидная или другая равноценная	
в	ПВХ шланг	
17	Без наружного покрова	Г

Таблица 1.27. **Типы защитных покровов кабелей**

Тип защитного покрова	Элементы конструкции защитных покровов (табл. 1.26)		
	подушка	броня	наружный покров
БбГ	б	Б	Г
БГ	п. 2	Б	Г
ПГ	п. 3	П	Г
БлГ	л (п. 4)	Б	Г
ПлГ	л (п. 5)	П	Г
Б2лГ	2л (п. 6)	Б	Г
П2лГ	2л (п. 7)	П	Г
БнГ	н	Б	Г
БвГ	в	Б	Г
Б	п. 2	Б	п. 13
П или К	п. 3	П или К	п. 13
Бл	л (п. 4)	Б	п. 13
Пл или Кл	л (п. 5)	П или К	п. 13
Б2л	2л (п. 6)	Б	п. 13
П2л	2л (п. 7)	П	п. 13
Бп	п	Б	п. 13
Бв	в	Б	п. 13
Бн	п. 2	Б	н
Пн	п. 3	П	н
Блн	л (п. 4)	Б	н
Плн	л (п. 5)	П	н
Б2лн	2л(п. 6)	Б	н
П2лн	2л (п. 7)	П	н
ББбШп, ПбШп или Шн	б	Б, П или без брони	Шп
БШп	п. 2	Б	Шп
ПШп	п. 3	П	Шп
БлШп	л (п. 4)	Б	Шп

Продолжение табл. 1.27

Тип защитного покрова	Элементы конструкции защитных покровов (табл. 1.26)		
	подушка	броня	наружный покров
Б2лШп	2л (п. 6)	Б	Шп
П2лШп	2л (п. 7)	П	Шп
БпШп или КпШп	п	Б или К Б, П или	Шп
ББбШв, ПбШв или Шв	б	без брони	Шв
БШв	п. 2	Б	Шв
ПШв	п. 3	П	Шв
БлШв	л (п. 4)	Б	Шв
ПлШв	л (п. 5)	П	Шв
Б2лШв	2л (п. 6)	Б	Шв
П2лШв	2л (п. 7)	П	Шв
БвШв	в	Б	Шв
Кп	н	К	п. 13

ной гофрированной брони. При этом бумага и битумный состав или битум в подушке поверх шланга не накладывается.

В кабелях в неметаллической оболочке подушку покровов типов Б, БГ, П, ПГ, Бн и Пн накладывают без первого и второго слоев битумного состава или битума. В покровах типов БпШп, КпШп, Бп, БпГ, Кп

Таблица 1.28. **Типы защитных покровов кабелей в различных оболочках**

Кабель, не подвергающийся значительным растягивающим усилиям					Кабель, подвергающийся значительным растягивающим усилиям			
Оболочка кабелей								
свинцовая	алюминиевая	стальная	неметаллическая	без оболочки	свинцовая	алюминиевая	неметаллическая	без оболочки
Б, Бл, Б2л Б2лШв, Б2лШп, БШп, БШв, БГ, БлГ, Б2лГ, Шв, БлШв, Би, Блн, Б2лн, БвГ, Шп, БпШп	Бл, БлШп, Шв, Б2л, Шп, Бп, Бв, БпШп, Б2лШв, БвШв, Б2лШп, БлГ, Блн, Б2лГ, БшП, БпГ, БвГ, БвШв; Б2лШп	Шв, Шп	БГ, ББГ Би, Б, ББШп, Б6Шв	Б6Шв, Б6Шп	П, Пл, П2л, П2лШв, ПШв, ПШп, П2лШп, Пг, ПлГ, П2лГ, Плн, Пн, П2лн, К, Кл	Пл, П2л, ПлШв, П2лШп, П2лШв, ПлГ, П2лГ, Плн, КпШп, П2лн, Кп	П, ПГ, Пн	П6Шп, П6Шв

допускается наложение подушки без ПВХ, ПЭТФ, полиамидной или другой равноценной ленты. Допускается наложение наружных покровов типа Шп без ПВХ, ПЭТФ, полиамидной или другой равноценной ленты. В кабелях связи с покровами Шв и Шп в качестве поливочного состава по металлической оболочке или броне под шланг применяется вязкий подклеивающий состав или пластичный битум. В защитных покровах типов Б6Шп и Б6Шв при применении одинаковой брони битумный состав, вязкий подклеивающий состав, битум и пластмассовые ленты не накладываются.

Битумный состав или битум покровов типов Б, К, П, Бп, БШп, ПШп, БпШп, КпШп, Бв, БШв, ПШв, БвШв не вытекает при 50 °С, а типов Бл, Б2л, Кл, Пл, П2л, БГ, БлГ, Б2лГ, БпГ, БвГ, ПГ, ПлГ, П2лГ, Б6Шп, П6Шп, Б2лШп, П2лШп, Б6Шв, П6Шв, Б2лШв, П2лШв, Шп, Шв, ПлШв, БлШв – при 60 °С. Битумный состав или битум во всех типах защитных покровов, наложенных на силовые кабели напряжением до 3 кВ, не вытекает при 70 °С.

Кабели с защитными покровами, за исключением кабелей с покровами Б, П, К, Бн, Пн, БГ, ПГ, БлГ, ПлГ и ББГ, испытывают на истирание, изгиб и циклический нагрев в ванне 0,5%-ного раствора хлористого натрия. Кабели с защитными покровами типов Б2лГ, П2лГ, БиГ и БвГ испытывают на изгиб и циклический нагрев в ванне 0,5%-ного водного раствора хлористого натрия. После этих испытаний сопротивление изоляции ПЭ защитного покрова кабелей диаметром 11 – 30 мм при 20 ± 5 °С сохраняется не менее $10 \cdot 10^6$ Ом · км, диаметром 30 – 60 мм – $4{,}1 \cdot 10^6$ Ом · км и диаметром свыше 60 мм – $2{,}5 \cdot 10^6$ Ом · км.

ПОДУШКА КАБЕЛЯ

Подушка кабеля предназначена для предохранения его оболочки от повреждения стальными лентами или проволоками и защиты ее от коррозии. Она представляет собой концентрические слои из предварительно пропитанной кабельной пряжи, крепированной бумаги или предварительно пропитанной кабельной бумаги с покрытием битумом или битумным составом по оболочке и поверх подушки.

Кабельная пряжа из лубяных волокон (по ГОСТ 905-78) применяется для подушки и наружных покровов кабелей. Пряжа применяется линейной плотностью 3400 ± 275, 2200 ± 180 и 1700 ± 155 текс и предварительно пропитанной в полугудроне с добавкой 4,0% нафтената меди.

Крепированная кабельная бумага марки БКБ по ГОСТ 10396-84 состоит из двух слоев основной двухслойной водонепроницаемой бумаги марки А (по ГОСТ 9840-74), масса 1 м^2 которой 40 г, склеенных битумом марки БН-70/30 (ГОСТ 6617-76) или марки БНД-40/60 (ГОСТ 22245-76). Масса 1 м^2 крепированной бумаги 190 – 260 г, степень крепирования 25 ± 5%, содержание битума не менее 50%, нафтената меди – не менее 5%.

Кабельную бумагу К-120, КМ-120 или К-170 (ГОСТ 645-67) предварительно пропитывают в полугудроне, содержащем наф-

Таблица 1.29. **Минимальные толщины подушки и наружных покровов**

Тип защитного покрытия		Диаметр кабеля по оболочке, мм					
		до 20	20–30	30–40	40–50	50–60	свыше 60
		Толщина подушки					
Б, Би, БШп, БШв, БГ, Бл, Блн, БлГ, БлШв, БлШп, Б2л, Б2лн, Б2лШп, Б2лШв, Б2лГ		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
П, Пи, ПШп, ПШв, ПГ, К, Пл, Кл, Пли, ПлШв, ПлГ, П2л, П2лн, П2лШп, П2лШв, П2лГ		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
БпШп, КпШп, БвШв, БпГ, БнГ, Бп, Кп		2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2
		Толщина наружного покрова					
Б, П, К, Бл, Кл, Пл, Б2л, П2л, Би, Пи, Блн, Пли, Б2лн, П2лн, Бп, Бв, Кп		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
БбШп, ПбШп, Шп, БШп, ПШп, П2лШп, БпШп, КпШп, Б2лШп	по металлической оболочке	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	2,2
	по броне	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
БбШв, ПбШв, Шв, БШв, ПШв, ПлШв, П2лШв, БвШв, Б2лШв, БлШв		1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,1

тенат меди в количестве не менее 4% к массе пропитанной бумаги.

Усиленную подушку из волокнистых материалов изготовляют с обмоткой двумя пластмассовыми лентами (шириной 25–90 мм), накладываемыми с перекрытием. Такой элемент покровов маркируют буквой «л» (например, АБл). Для повышения стойкости против коррозии подушку под броней изготовляют с двумя слоями пластмассовых лент. В маркировке этот тип подушки обозначают 2л (например, АБ2л).

Для повышения коррозионно- и влагостойкости подушки на кабели в алюминиевой или стальной оболочке поверх лент из ПВХ, ПЭТФ или равноценных накладывают ПЭ или ПВХ шлаг, ленты крепированной бумаги, слой битума или битумного состава. В маркировке кабелей этот тип подушки обозначают буквами «п» – ПЭ или «в» – ПВХ.

В кабелях в пластмассовой или резиновой оболочке подушку под ленточной или проволочной броней накладывают без нанесения битума или битумного состава. Допускается изготовление бронированных кабелей в пластмассовой или резиновой оболочке без подушки под броней, если это предусмотрено стандартами и техническими условиями на определенные марки кабелей.

Минимальная толщина подушки и наружного покрова различных кабелей в зависимости от диаметра кабеля поверх оболочки приведена в табл. 1.29. Кабели в пластмассовой и резиновой оболочках с покровами типов Б, БГ и Би изготовляют с подушкой толщиной не менее 1,0 мм, а с покровами П, ПГ и Пи – не менее 1,5 мм.

Трехжильные кабели в отдельных свинцовых оболочках изготовляют с защитными покровами поверх каждой жилы, состоящими из слоя битума или битумного состава, ПЭТФ лент, крепированной или пропитанной кабельной бумаги. Допускают обмотку скрученных в кабель жил в отдельных металлических оболочках тканевой лентой или пропитанной кабельной пряжей. Подушка этих кабелей состоит из слоя битумного состава или битума, пропитанной кабельной

пряжи и слоя битумного состава или битума толщиной, указанной в табл. 1.29.

Подушки покровов типов Б2л, П2л, Б2лн, П2лн, Б2лШп, П2лШп, Б2лШв, П2лШв, Б2лГ и П2лГ выдерживают испытание постоянным напряжением 5 кВ или переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин.

БРОНЯ ИЗ СТАЛЬНЫХ ЛЕНТ

Для защиты кабелей от механических повреждений при отсутствии растягивающих усилий их бронируют лентами из низкоуглеродистой стали (ГОСТ 3559-75) трех групп: А – лента оцинкованная (Апл – лента, предназначенная для плоской брони; Апр – лента, предназначенная для профильной брони), Б – лента без антикоррозионного покрытия, В – лента битуминированная. Разрушающее напряжение при растяжении лент Апл, Б и В не менее 275 МПа и относительное удлинение не менее 30%.

Кабели, прокладываемые в земле и воздухе, бронируют стальными лентами толщиной 0,3; 0,5 и 0,8 мм (табл. 1.30) шириной 10–60 мм в два слоя с зазором 25–33%, причем второй слой перекрывает первый слой ленты на 25% ее ширины. Броню защитных покровов типов БГ, БлГ, Б2лГ, БвГ, БпГ и ББГ изготовляют из оцинкованной или покрытой битумом ленты. Взамен стальных лент толщиной 0,3 мм допускается применение оцинкованных стальных проволок диаметром 1,4–1,8 мм.

Кабели для бесштанговых нефтенасосов и другого назначения, работающие в условиях гибкости и радиального давления при возможности механических повреждений, бронируют оцинкованными стальными лентами толщиной 0,5 и шириной 10 мм (см. рис. 7.5). При наложении гибкой ленточной брони на кабель типа КПБК (КПБП) ее предварительно профилируют в виде буквы S, причем кромки лент взаимно размещаются в замок, не раскрывающийся при изгибах кабеля (см. рис. 7.5).

ПРОВОЛОЧНАЯ БРОНЯ

Кабели, растягивающиеся в условиях эксплуатации, бронируют оцинкованными стальными проволоками (ГОСТ 1526-81) с разрушающим напряжением при растяжении 343–490 МПа и удлинением не менее 12%. Стальные проволоки накладывают поверх подушки кабеля сплошным повивом, направленным навстречу скрученным жилам, чтобы при растяжении кабеля проволоки не раскручивались. Шаг наложения брони принимают равным 20 *D*. Суммарный просвет между проволоками не превышает диаметра проволоки.

Проволоки брони одножильных кабелей на напряжение 6 кВ и выше разделяют немагнитными проволоками не менее чем на четыре части.

Кабель марки ЭВТ для переносных шахтных установок бронируют семипроволочными стренгами из проволоки диаметром 0,5–0,8 мм. Кабели, подвергающиеся в процессе эксплуатации растягивающим нагрузкам, изготовляют с двухслойной броней

Таблица 1.30. **Число и толщина лент и диаметр круглой оцинкованной проволоки для брони кабелей**

Тип защитного покрова	Диаметр кабеля по оболочке, мм				
	до 13	13–16	16–37	37–50	свыше 50
Б, Бл, Бп, Б2л, Би, Бли, Б2ли, БШп, БШв, Б2лШп, БпШп, Б2лШв, БвШв, БГ, ЛлГ, Б2лГ, БпГ, БлШп, БлШв, Бв, БвГ	2 × 0,3	2 × 0,5	2 × 0,5	2 × 0,5	2 × 0,8
ББШв, ББШп	2 × 0,3	2 × 0,3	2 × 0,3	2 × 0,3	2 × 0,3
ББГ	1 × 0,3	1 × 0,3	1 × 0,5	1 × 0,5	1 × 0,5
П, Пл, П2л, Плн, П2ли, ПшП, П2лШп, ПлШв, П2лШв, ПШв, ПГ, ПлГ, П2лГ, ПбШп, ПбШв	–	–	1,5	1,7	1,7
К, Кл, Кп, КпШп	1,4–2,8	1,6–2,8	4	4–6	6

из оцинкованных стальных проволок диаметром 1,4–4,0 мм, имеющих разрушающее напряжение при растяжении не менее 2350 МПа и удлинение не более 3%.

Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией и в оболочке из этих материалов для защиты от механических повреждений и повреждений грызунами оплетают отожженной оцинкованной стальной проволокой диаметром 0,3 мм, имеющей разрушающее напряжение при растяжении не менее 343–421 МПа и удлинение не менее 8%.

ВОЛОКНИСТЫЕ НАРУЖНЫЕ ПОКРОВЫ

Наружный покров кабеля состоит из слоя битумного состава или битума, пропитанной кабельной пряжи или пряжи из штапелированного стекловолокна, слоя битумного состава или битума и мела или дробленой слюды, предохраняющих витки кабеля от слипания на барабане. (В маркировке кабелей этот вид защитного покрова обозначения не имеет.)

Негорючий наружный защитный покров кабелей состоит из слоя негорючего состава (каменноугольного пека и совола), пряжи из штапелированного стекловолокна, слоя негорючего состава и покрытия, предохраняющего витки кабеля от слипания. В маркировку кабеля с негорючим защитным покровом вводят букву «н» (например, АБн). В сочетании усиленной подушки и негорючего защитного покрова принято обозначение «лн» (например, АБлн). Негорючий состав покровов типов Бн, Блн, Б2лн, Пн, Плн, П2лн не вытекает при температуре 45 °С. Наружные покровы типов Бн, Блн, Б2лн, Пн, Плн, П2лн, БбШв, ПбШв, БШв, ПШв, ПлШв, БлШв, Б2лШв, П2лШв, БвШв, БГ, БлГ, Б2лГ, БнГ и БвГ не распространяют горение. Минимальная толщина наружного защитного покрова кабелей приведена в табл. 1.29. Наружный покров кабелей холодостоек.

ПЛАСТМАССОВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРОВЫ

Пластмассовый наружный покров кабелей состоит из слоя битумного состава или битума, ленты ПВХ, ПЭТФ, полиамидной или другого равноценного материала и ПЭ и ПВХ шланга. В маркировке кабелей этот тип наружного покрова обозначается буквами «Шп» и «Шв» (например, БШп, БШв). В наружных покровах типов ПбШп и ПбШв пластмассовые ленты и битумный состав не накладываются. Толщина пластмассового

Таблица 1.31. **Толщина пластмассового шланга, мм**

Диаметр кабеля по оболочке, мм	Подушка под броней	Поверх брони		Поверх металлической оболочки	
		ПЭ	ПВХ	ПЭ	ПВХ
До 20	1,4	1,7	1,8	1,4	1,8
20–30	1,4	1,8	2,0	1,4	2,0
30–40	1,6	2,1	2,2	1,6	2,2
40–50	1,7	2,4	2,4	1,9	2,4
50–60	1,9	2,7	2,6	2,2	2,6
Свыше 60	2,2	2,8	3,1	2,3	3,1

Таблица 1.32. **Испытательное напряжение пластмассового защитного шланга, наложенного поверх металлической оболочки (брони) или под броней**

Толщина пластмассового защитного шланга, мм	Испытательное напряжение, кВ		Переменное напряжение АСИ, кВ
	постоянное	переменное	
1,2	10	3,8	8
1,4	11	4,5	9
1,7	14	5,5	11
1,9	15	6,1	12
2,1	17	6,8	13
2,3	19	7,4	14
2,6	21	8,3	16
3,1	25	10,0	19

наружного шланга кабелей приведена в табл. 1.31. Диаметр кабелей с наружными покровами типов БбШв, БбШп, ПбШв и ПбШп измеряют по поясной изоляции. Предельное отклонение толщины наружного шланга $-15\% \div +0{,}1$ мм. Пластмассовый шланг герметичен по всей длине и плотно прилегает к битумному составу и пластмассовым лентам. ПВХ, ПЭТФ, полиамидные и другие ленты накладывают на кабель с перекрытием не менее 10 мм. ПЭ или ПВХ шланг не имеет вмятин, трещин и рисок, выводящих его толщину за предельное отклонение.

Разрывная прочность и относительное удлинение при разрыве ПЭ или ПВХ шланга составляет не менее 75% значений, указанных в стандартах и технических условиях на материалы соответствующих марок. Наружный ПЭ и ПВХ шланг испытывают напряжением в соответствии с табл. 1.32. Сопротивление изоляции ПВХ шланга кабелей диаметром 11–30 мм не менее $0{,}06 \cdot 10^6$ Ом·км, диаметром 30–60 мм – $0{,}025 \cdot 10^6$ Ом·км и диаметром более 60 мм – $0{,}015 \cdot 10^6$ Ом·км.

Наружные покровы из ПВХ или касполенового шланга поверх брони силовых и контрольных кабелей придают им свойства не распространять горение, поэтому такие кабели пригодны для применения наравне с кабелями, имеющими наружный покров из штапелированного стекловолокна и негорючего пропиточного состава.

ПЭ шланги более влагостойки, чем ПВХ шланги, поэтому они нашли широкое применение для защиты алюминиевых и стальных оболочек, особенно кабелей связи.

ЛЕГКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

Кабели, провода и шнуры с резиновой изоляцией для предохранения изоляции от воздействия света и нефтяных продуктов оплетают хлопчатобумажной пряжей. Пряжу для оплетки применяют крученую суровую или окрашенную (по ГОСТ 10878-70) толщиной 10 × 2, 11,8 × 2, 15,7 × 2 и 18,5 × 2 текс (текс = 1000/N, где N – метрический номер пряжи). Для усиленной механической защиты кабелей и проводов их оплетают хлопчатобумажной пряжей низких номеров или льняной нитью. Гибкие шнуры оплетают швейной ниткой (по ГОСТ 6309-73) в три сложения толщиной 21,7 × 3 и 13,2 × 3 текс матовой или глянцевой пряжей темных цветов или комбинированной из двух цветов. Технически возможные углы оплетки находятся в пределах 25–70°. Увеличение угла оплетки приводит к уменьшению устойчивости оплетки при изгибе провода с оголением изоляции. Плотность оплетки различных проводов находится в пределах 70–80%.

В зависимости от условий эксплуатации оплетка хлопчатобумажной пряжей может быть пропитана атмосферостойкими или противогнилостными составами. Атмосферостойкие составы состоят из нефтяного битума, парафина, естественных асфальтов, воска, смолы и др. Провода с такими защитными покрытиями предназначены для длительной эксплуатации в условиях воздействия солнечной радиации, дождя, росы, снега и др. Противогнилостный состав СП-1 состоит из озокерита или церезина (5,5–7,0%), нефтяного битума (47–56%), парафина (32–40%), петролатума (5,5–7,0%) и нефтената меди (до 10%). Провода, пропитанные таким составом, защищены от разрушения различными микроорганизмами, плесневыми грибами, термитами и др.

Провода с резиновой изоляцией для защиты от действия масла, бензина и других растворителей, а также озона применяют с покрытием оплетки проводов лаками на основе эфиров целлюлозы, представляющими собой раствор лакового коллоксилина в смеси органических растворителей и разбавителей с добавкой пластификаторов (лаки 4Б и 5Б). Авиационные и монтажные провода с ПВХ изоляцией изготовляют с хлопчатобумажной пряжей, покрытой этилцеллюлозными лаками, представляющими собой раствор этилцеллюлозы и пластификаторов в органическом растворителе. Для защиты хлопчатобумажной пряжи от плесневых грибов лаки (4БА) применяют с антисептиком оксидифенилом или соединениями фенола.

Нагревостойкие провода с кремнийорганической изоляцией изготовляют в оплетке стекловолокном (по ГОСТ 8325-70) толщиной 6,7 × 2, 11,8 × 2 и 13,3 × 2 текс. Количество парафинистого замасливателя в стекловолокне составляет 1–2,5%. Покрытие оплетки кремнийорганическим, глифталевым и другими лаками уменьшает пылеобразование стекловолокна и повышает механическую прочность на истирание. Провода с защитным покрытием из стекловолокна, покрытые кремнийорганическим лаком (К-47), пригодны для эксплуатации до 200°С, а при применении суспензии Ф-4 – до 275°С.

Защитные покрытия с применением асбестовой нити обладают огнестойкостью, кислото- и щелочестойкостью, малой теплопроводностью. Этот вид защитных покрытий применяют в кабелях и проводах для металлургической промышленности, где они эксплуатируются в непосредственной близости от плавильных печей. Провода в оплетке асбестовой пряжей, покрытой битумными, глифталевыми или кремнийорганическими лаками, применяют в выводных концах электродвигателей.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ПРОВОДА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА

2.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода неизолированные для воздушных линий предназначены для передачи электрической энергии в воздушных электрических сетях и линиях электрифицированного транспорта. В условиях эксплуатации эти провода изолированы от земли и между собой с помощью фарфоровых, стеклянных и других изоляторов, на которых они подвешиваются. Расстояние между проводами выбирается в зависимости от передаваемого напряжения.

Таблица 2.1. **Номенклатура неизолированных проводов**

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
		Провода для воздушных линий электропередачи	
А	3511410100	Скручеи из алюминиевых проводов АТ	ГОСТ 839–80
АКП	3511410200	То же, но межпроволочное пространство, за исключением внешней поверхности, заполиеио иейтральиой смазкой повышеиной нагревостойкости	То же
Ап	3511410300	Скручен из алюминиевых проволок АТп	»
АпКП	3511410500	То же, ио межпроволочное пространство, за исключеиием виешией поверхиости, заполиеио нейтральной смазкой повышеиной иагревостойкости	»
АЖ	3511910100	Скручен из проволок термообработаниого алюминиевого сплава АВЕ	»
АЖКП	3511910400	То же, ио межпроволочиое пространство, за исключеиием внешией поверхиости, заполиеио иейтральиой смазкой повышеииой нагревостойкости	»
АН	3511910200	Скручеи из проволок иетермообработаниого алюминиевого сплава АВЕ	»
АНКП	3511910300	То же, ио межпроволочиое пространство, за исключеиием виешией поверхиости, заполиеио иейтральиой смазкой повышеиной нагревостойкости	»
АС	3511510100	Состоит из стальиого сердечиика и алюминиевых проволок АТ	»
АСКС	3511510400	То же, но межпроволочное пространство стальиого сердечника заполиеио нейтральной смазкой повышеииой нагревостойкости	»
АСК	3511510200	То же, ио стальиой сердечиик изолирован двумя леитами ПЭТФ	»
АСКП	3511510300	То же, что марка АС, но межпроволочиое пространство всего провода, за исключением внешней поверхиости, заполиеио иейтральиой смазкой повышеииой иагревостойкости	»
АпС	3511510700	Состоит из стальиого сердечиика и алюмиииевых проволок АТп	»
АпСКС	3511511000	То же, но межпроволочиое пространство стальиого сердечника заполиеио иейтральной смазкой повышеиной нагревостойкости	»
АпСК	3511510800	То же, но стальиой сердечиик изолироваи двумя леитами ПЭТФ	»
АпСКП	3511510900	То же, что АпС, ио межпроволочиое пространство всего провода, за исключеиием виешией поверхности, заполиено иейтральной смазкой повышеииой иагревостойкости	»
М	3511110100	Одна или несколько скручеииых медиых проволок	»
Б	3511630100	Скручеи из бронзовых проволок	ТУ 16.501.017-74
БС	3511730100	Состоит из стальиого сердечиика и броизовых проволок	То же
ПС	1265000100	Скручеи из стальиых оциикованиых проволок	ТУ 14.4.661-75
ПА	3511440400	Алюмиииевый полый	ТУ 16.505.397–72
ПМ	3511140200	Медиый полый	То же

Продолжение табл. 2.1

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
		Контактные провода	
БрФ	3513630300	Бронзовый фасонный	ГОСТ 2584–75
БрФО	3513631000	То же овальный	То же
МК	3513120100	Медный круглый	»
МФ	3513130200	То же фасонный	»
МФО	3513130300	То же овальный	»
НЛФ	3513700100	Низколегированный медный, фасонный	»
НЛФО	3513700200	То же овальный	»
ПКСА	1264000100	Сталеалюминиевый	ТУ 14.4.419-73

Таблица 2.2. **Сортамент неизолированных проводов**

Марка провода	S, мм^2
А, АКП, Ап, АпКП	16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800
АпС, АпСК, АСКП, АпСКП, АпСКС, АС, АСК, АСКС	10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 205, 240, 300, 330, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 1000
АЖ, АН, АЖКП, АНКП	16, 25, 35, 50, 120, 150, 185
Б	50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300
БС	185, 240, 300, 400
М	4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 350, 400
БрФО, МК, МФО	30, 40, 50, 65, 85, 100
БрФ, МФ, НЛФ	65, 85, 100, 120, 150
БрФО, МФО, НЛФО	100, 120, 150
ПА	500, 640
ПКСА	80/180
ПМ	240, 300
ПС	25, 35, 50, 70

Примечания: 1. Для проводов АпС, АпСК, АпСКП, АпСКС, АС, АСК, АСКП и АСКС указаны сечения только для повива из алюминиевых проволок.

2. Числитель – эквивалентное по проводимости сечение медного провода, знаменатель – полное сечение сталеалюминиевого провода.

Расщепленные два – четыре провода находятся под одинаковым напряжением и подвешиваются на одной гирлянде подвесных изоляторов. Перечень марок неизолированных проводов для линий электропередачи и контактных проводов для электрифицированного транспорта приведен в табл. 2.1, а сортамент – в табл. 2.2.

2.2. АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОДА

Алюминиевые провода для линий электропередачи марок А, Ап и АКП скручивают концентрическими повивами в чередующихся направлениях из алюминиевых проволок АТ, а провода марок Ап и АпКП – из проволок АТп по ГОСТ 6132-79. Наружный повив имеет правое направление. Внешний вид алюминиевых проводов марок А и АКП изображен на рис. 2.1. В проводах марок АКП и АпКП промежутки между проволоками (за исключением наружного повива) заполняют нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости. Конструктивные данные алюминиевых проводов, масса, сопротивление R на длине 1 км при 20 °С, разрушающая нагрузка при растяжении и длина провода приведены в табл. 2.3. Соединение проволоки в однопроволочном сердечнике не допускается. В проводах с числом проволок более семи допускается соединение их во всех повивах. Сращивание проволок производится вразгон, расстояние между местами сварок различных проволок или одной и той же проволоки не менее 15 м.

Рис. 2.1. Неизолированные провода А и АКП

Таблица 2.3. **Конструктивные данные и параметры алюминиевых проводов А, АКП, Ап и АпКП**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км: алюминия в проводах	g, кг/км: смазки в АКП, АпКП	R, Ом, не более	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН: из проволоки АТ	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН: из проволоки АТп	Длина провода, м, не менее
16	7×1,70	5,1	43	0,5	1,8376	–	2,9	4500
25	7×2,13	6,4	68	0,5	1,1650	–	4,3	4000
35	7×2,50	7,5	94	0,5	0,8502	–	5,9	4000
50	7×3,00	9,0	135	0,5	0,5880	7,6	8,2	3500
70	7×3,55	10,7	189	1,0	0,4204	10,64	11,3	2500
95	7×4,10	12,3	252	1,0	0,3147	13,77	14,6	2000
120	19×2,80	14,0	321	16	0,2510	17,97	19,6	1500
150	19×3,15	15,8	406	20	0,1978	22,75	24,1	1250
185	19×3,50	17,5	502	25	0,1611	28,12	29,8	1000
240	19×4,00	20,0	655	33	0,1230	36,68	37,8	1000
300	37×3,15	22,1	794	54	0,1017	44,27	46,9	1000
350	37×3,45	24,2	952	65	0,0848	53,2	56,4	1000
400	37×3,66	25,6	1072	73	0,0756	59,8	63,4	1000
450	37×3,90	27,3	1271	84	0,0666	67,94	69,8	1000
500	37×4,15	29,1	1378	94	0,0588	74,53	79,2	1000
550	61×3,37	30,3	1500	117	0,0540	83,59	88,7	1000
600	61×3,50	31,5	1618	126	0,0503	90,2	95,6	800
650	61×3,66	32,9	1771	138	0,0459	98,6	104,6	800
700	61×3,80	34,2	1902	149	0,0425	106,3	112,7	800
750	61×3,95	35,6	2062	161	0,0393	114,9	118,3	800
800	61×4,10	36,9	2160	173	0,0365	120,0	127,5	800

Место сварки проволок отжигают на расстояние не более 0,2 м в обе стороны. Переводной коэффициент массы алюминиевых проводов к массе медных проводов равен 2.

Преимущественная область применения алюминиевых проводов А и Ап в атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания сернистого газа не более 150 мг/(м² · сут) (1,5 мг/м³) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69, кроме ТВ и ТС, а проводов АКП и АпКП – на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III, на суше и на море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69. Срок службы проводов А и Ап не менее 45 лет, а проводов АКП и АпКП – не менее 25 лет.

2.3. ПРОВОДА ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Провода из алюминиевого сплава АВ-Е (0,3–0,5% магния, 0,4–0,7% кремния и 0,2–0,3% железа) скручены из проволоки марки АСТ, имеющей разрушающее напряжение при растяжении до скрутки в провод не менее 0,24 кН и удлинение не менее 1,5%. Термообработанная проволока марки АСЗ имеет разрушающее напряжение при растяжении не менее 0,3 кН и относительное удлинение не менее 4,0%. Удельное электрическое сопротивление при 20 °С проволоки марки АСТ не более $3{,}0 \cdot 10^{-8}$ Ом · м, а марки АСЗ не более $3{,}25 \cdot 10^{-8}$ Ом · м. Неизолированные провода марок АЖ и АЖКП изготовляют из термообработанной проволоки марки АСТ, а марок АН и АНКП – нетермообработанной проволоки марки АСЗ. Провод скручивают повивами в чередующихся направлениях, наружный повив имеет правое направление. Соединение проволок в проводах, скрученных из семи проволок, не допускается. В проводах с числом проволок более семи допускается соединение проволок во всех повивах. Сращивание проволок производится вразгон, расстояние между местами сварки различных проволок или одной и той же проволоки не менее 15 м. Место сварки проводов отжигается на расстояние 0,2 м в обе стороны. В проводах АЖКП и АНКП пространство между проволоками (за исключением наружного повива) заполняется нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости. Конструктивные размеры, масса, электрическое сопротивление, временное сопротивление и длина проводов АЖ, АЖКП, АН и АНКП приведены в табл. 2.4.

Преимущественная область применения проводов АЖ и АН в атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания сернистого газа не более 150 мг/(м² · сут) (1,5 мг/м³)

Таблица 2.4. **Конструктивные данные и параметры проводов АЖ, АЖКП, АН и АНКП из алюминиевого сплава**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км		R, Ом, не более		Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее		Длина провода, м, не менее
			без смазки	смазка	АЖ, АЖКП	АН, АНКП	АЖ, АЖКП	АН, АНКП	
16	7×1,70	5,1	43,0	0,5	2,1130	1,9505	4,66	3,55	4500
25	7×2,13	6,4	68,0	0,5	1,3396	1,2365	6,97	5,11	4000
35	7×2,50	7,5	94,0	0,5	0,9775	0,9023	9,60	7,03	4000
50	7×3,00	9,0	135,0	0,5	0,6761	0,6241	13,83	10,14	3500
120	19×2,80	14,0	321,0	16	0,2836	0,2664	32,69	23,97	1500
150	19×3,15	15,8	406,0	20	0,2289	0,2113	41,36	30,31	1250
185	19×3,50	17,5	502,0	25	0,1850	0,1707	51,06	37,45	1000

на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69, кроме ТВ и ТС, а проводов АЖКП и АНКП – на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III, на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69.

Срок службы проводов АЖ, АЖКП, АН и АНКП не менее 25 лет.

2.4. СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОДА

Сталеалюминиевые провода состоят из стального сердечника повива алюминиевых проволок. Сердечник сталеалюминиевых проводов скручивают из оцинкованных стальных проволок по ГОСТ 9850-72. Поверх стального сердечника в сталеалюминиевых проводах марок АС, АСК, АСКП и АСКС в чередующихся направлениях накладывают повивы из алюминиевой проволоки АТ, а в проводах марок АпС, АпСК, АпСКП и АпСКС повивы из проволок АТп по ГОСТ 6132-79. Наружный повив имеет правое направление. Соединение проволоки однопроволочного сердечника не допускается. В проводах с числом проволок более семи допускается соединение во всех повивах. Сращивание проволок производится вразгон, расстояние между местами сварок различных проволок или одной и той же проволоки не менее 15 м. Место сварки проволок отжигают на расстояние не более 0,2 м в обе стороны. Внешний вид проводов АС и АпС изображен на рис. 2.2. В проводах АпСКП, АпСКС, АСКП и АСКС промежутки между оцинкованными стальными проволоками сердечника заполняют нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости, а в проводах АпСК и АСК стальной сердечник обматывают или покрывают продольно одной или двумя лентами ПЭТФ (лавсановой) пленки. Конструктивные данные проводов АпС, АпСК, АпСКП, АпСКС, АС, АСК, АСКП и АСКС, масса, переводной коэффициент массы сталеалюминиевых проводов к массе медных проводов (применяемый при плавировании неизолированных проводов), разрушающая нагрузка при растяжении, электрическое сопротивление на длине 1 км и длина поставляемых проводов приведены в табл. 2.5. В маркировке сечения сталеалюминиевых проводов приводятся в числителе сечение алюминиевых проволок, в знаменателе – сечение оцинкованных стальных проволок.

Преимущественная область применения проводов АпС и АС – в атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м²·сут) (1,5 мг/м³), на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69, кроме ТС и ТВ; проводов АпСК, АСК, АпСКС и АСКС – на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/(м²·сут) (1,5 мг/м³) и хлористых солей не более 200 мг/(м²·сут) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69, кроме ТВ; проводов АпСКП и АСКП на побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III на суше и на

Рис. 2.2. Неизолированный провод АС

Таблица 2.5. **Конструктивные данные сталеалюминиевых проводов марок АпС, АпСК, АпСКП, АпСКС, АС, АСК, АСКП, АСКС**

S^*, мм²	$n \times d$, мм: стальной	$n \times d$, мм: алюминиевой	D, мм	Коэффициент приведения натуральной массы к массе меди	g, кг/км: алюминиевой части всех марок	g, кг/км: АС, АпС	g, кг/км: АСК, АпСК	g, кг/км: АСКП, АпСКП	g, кг/км: АСКС, АпСКС	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее: АТ	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее: АТп	R, Ом, не более	Длина провода, м, не менее
10/1,8	1×1,50	6×1,50	4,5	1,36	28,9	42,7	43,26	43,7	43,7	–	4,09	2,7663	3000
16/2,7	1×1,85	6×1,85	5,6	1,36	44,0	64,9	65,46	65,9	65,9	–	6,22	1,800934	3000
25/4,2	1×2,30	6×2,30	6,9	1,36	67,9	100,3	100,86	101,8	101,8	–	9,3	1,1759	3000
35/6,2	1×2,80	6×2,80	8,4	1,36	100,0	148,0	148,84	150,5	150,5	–	13,5	0,7897	3000
50/8,0	1×3,20	6×3,20	9,6	1,36	132,0	195,0	195,84	198	198	16,64	17,11	0,60298	3000
70/11	1×3,80	6×3,80	11,4	1,36	188,0	276,0	278,12	300,5	300,5	23,47	24,13	0,42859	2000
70/72	19×2,20	18×2,20	15,4	2,0	188,0	755,0	777,0	793	793	–	96,83	0,42760	2000
95/16	1×4,50	6×4,50	13,5	1,36	261,0	385,0	386,4	391	391	32,43	33,37	0,30599	1500
95/141	37×2,20	24×2,20	19,8	2,0	251,0	1357,0	1387	1420	1426	–	180,78	0,32108	1500
120/19	7×1,85	26×2,40	15,2	1,38	324,0	471,0	482	506	482	–	41,52	0,24917	2000
120/27	7×2,20	30×2,20	15,4	1,22	320,0	528,0	542	565	542	–	49,47	0,25293	2000
150/19	7×1,85	24×2,80	16,8	1,48	407,0	554,0	565	596	566	–	46,31	0,19919	2000
150/24	7×2,10	26×2,70	17,1	1,37	409,0	599,0	612	643	613	–	52,28	0,19798	2000
150/34	7×2,50	30×2,50	17,5	1,21	406,0	675,0	692	723	693	–	62,64	0,20065	2000
185/24	7×2,10	24×3,15	18,9	1,47	515,0	705	718	758	719	56,24	58,08	0,15701	2000
185/29	7×2,30	26×2,98	18,8	1,38	500,0	728	743	780	744	59,63	62,06	0,16218	2000
185/43	7×2,80	30×2,80	19,6	1,21	509,0	846	866	907	869	–	77,77	0,15762	2000
185/128	37×2,10	54×2,10	23,1	2,0	517,0	1525	1552	1626	1588	–	183,82	0,15762	2000
205/27	7×2,20	24×3,30	19,8	1,47	566,0	774	788	831	789	61,73	63,74	0,14294	2000
240/32	7×2,40	24×3,60	21,6	1,47	673,0	921	937	987	938	72,66	75,05	0,12060	2000
240/39	7×2,65	26×3,40	21,6	1,37	650,0	952	970	1023	974	78,58	80,90	0,12428	2000
240/56	7×3,20	30×3,20	22,4	1,21	665,0	1106	1131	1184	1136	95,89	98,25	0,12182	2000

Продолжение табл. 2.5

S^*, мм²	$n \times d$, мм		D, мм	Коэффициент приведения натуральной массы к массе меди	g, кг/км					Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее		R, Ом, не более	Длина провода, м, не менее
	сталью	алюминиевой			алюминиевой части всех марок	АС, АпС	АСК, АпСК	АСКП, АпСКП	АСКС, АпСКС	АТ	АТп		
300/39	7 × 2,65	24 × 4,00	24,0	1,47	830,0	1132	1150	1219	1154	89,16	90,57	0,09747	2000
300/48	7 × 2,95	26 × 3,80	24,1	1,37	812,0	1186	1208	1273	1213	97,76	100,62	0,09983	2000
300/66	19 × 2,10	30 × 3,50	24,5	1,22	796,0	1313	1333	1408	1350	123,44	126,3	0,10226	2000
300/67	7 × 3,50	30 × 3,50	24,5	1,21	796,0	1323	1343	1418	1360	114,70	117,52	0,10266	2000
300/204	37 × 2,65	54 × 2,65	29,2	2,0	823,0	2428	2467	2578	2530	–	284,58	0,09934	2000
330/30	7 × 2,30	48 × 2,98	24,8	1,6	924,0	1152	1166	1264	1168	84,56	88,85	0,08799	2000
330/43	7 × 2,80	54 × 2,80	25,2	1,47	918,0	1255	1276	1368	1278	–	103,80	0,08888	2000
400/18	7 × 1,85	42 × 3,40	26,0	1,73	1052,0	1199	1211	1330	1211	81,86	85,6	0,07752	1500
400/22	7 × 2,00	76 × 2,57	26,6	1,73	1089,0	1261	1273	1396	1273	–	95,12	0,07501	1500
400/51	7 × 3,05	54 × 3,05	27,5	1,47	1090,0	1490	1514	1624	1518	115,40	120,48	0,07477	1500
400/64	7 × 3,40	26 × 4,37	27,7	1,37	1074,0	1572	1600	1707	1607	125,37	129,18	0,07528	1500
400/93	19 × 2,50	30 × 4,15	29,1	1,21	1119,0	1851	1878	2000	1904	169,74	173,72	0,07247	1500
450/56	7 × 3,20	54 × 3,20	28,8	1,47	1199,0	1640	1665	1785	1670	127,11	131,37	0,06786	1500
500/26	7 × 2,20	42 × 3,90	30,0	1,73	1384,0	1592	1606	1750	1607	107,28	112,19	0,05877	1500
500/27	7 × 2,20	76 × 2,84	29,4	1,74	1329,0	1537	1551	1689	1552	106,40	112,55	0,06129	1500
500/64	7 × 3,40	54 × 3,40	30,6	1,47	1354,0	1852	1880	2015	1885	143,45	148,26	0,06040	1500
500/204	37 × 2,65	90 × 2,65	34,5	2,0	1374,0	2979	3002	3209	3084	312,31	319,61	0,06025	1500
500/336	61 × 2,65	54 × 3,40	37,5	2,0	1355,0	4005	4054	4275	4173	461,83	466,65	0,06040	1500
550/71	7 × 3,60	54 × 3,60	32,4	1,47	1518,0	2076	2106	2260	2114	160,78	166,16	0,05381	1200
600/72	19 × 2,20	54 × 3,70	33,2	1,48	1603,0	2170	2192	2364	2209	178,15	183,84	0,05091	1200
650/79	19 × 2,30	96 × 2,90	34,7	1,48	1752,0	2372	2395	2602	2414	192,37	200,45	0,04655	1000
700/86	19 × 2,40	96 × 3,02	36,2	1,48	1900,0	2575	2599	2828	2621	209,01	217,78	0,04289	1000

Продолжение табл. 2.5

S^*, мм²	$n \times d$, мм: стальной	$n \times d$, мм: алюминиевой	D, мм	Коэффициент приведения натуральной массы к массе меди	g, кг/км: алюминиевой части всех марок	g, кг/км: АС, АпС	g, кг/км: АСК, АпСК	g, кг/км: АСКП, АпСКП	g, кг/км: АСКС, АпСКС	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее: АТ	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее: АТп	R, Ом, не более	Длина провода, м, не менее
750/93	19 × 2,50	96 × 3,15	37,7	1,48	2068,0	2800	2827	3072	2849	227,11	234,45	0,03939	1000
800/105	19 × 2,65	96 × 3,30	39,7	1,48	2269,0	3092	3121	3402	3149	252,02	260,07	0,03586	1000
1000/56	7 × 3,20	76 × 4,10	42,4	1,48	2769,0	3210	3235	3565	3240	214,21	224,05	0,02936	1000

* В числителе указано сечение алюминиевой части проводов, в знаменателе – сечение стальной части провода.

море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69.

Срок службы проводов АС и АпС не менее 45 лет, проводов АпСКП и АСКП – не менее 25 лет и проводов АпСК, АпСКС, АСК и АСКС – не менее 10 лет.

2.5. МЕДНЫЕ ПРОВОДА

Медные провода марки М скручивают из медных проволок марки МТ по ГОСТ 2112-79. Конструктивные размеры медного провода, масса, разрушающая нагрузка при растяжении, электрическое сопротивление на длине 1 км и длина поставляемых проводов приведены в табл. 2.6. Соединение отдельных проволок при скрутке провода производится сваркой. Расстояния между местами соединения различных или одной и той же проволоки не менее 15 м. Место сварки проволок отжигают с каждой стороны соединения на расстояние не более 0,2 м в обе стороны. Соединение однопроволочного медного провода не допускается.

Преимущественная область применения медных проводов в атмосфере воздуха

Таблица 2.6. **Конструктивные данные и параметры медного провода марки М**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не более	R, Ом, не более	Длина провода, м, не менее
4,0	1 × 2,24	2,24	35	1,55	4,60092	2200
6,0	1 × 2,76	2,8	52	2,30	3,09019	1500
10,0	1 × 3,57	3,6	88	3,67	1,81978	900
16,0	7 × 1,70	5,1	142	5,91*	1,15730	4000
25,0	7 × 2,13	6,4	224	9,29*	0,73367	3000
35,0	7 × 2,51	7,5	311	12,90*	0,52386	2500
50,0	7 × 3,00	9,00	444	17,50*	0,36882	2000
70,0	19 × 2,13	10,7	612	25,22	0,27238	1500
95,0	19 × 2,51	12,6	850	35,02	0,19449	1200
120,0	19 × 2,80	14,0	1058	43,60	0,15603	1000
150,0	19 × 3,15	15,8	1338	52,39	0,12338	800
185,0	37 × 2,51	17,6	1659	68,20	0,10015	800
240,0	37 × 2,84	19,9	2124	87,30	0,07890	800
300,0	37 × 3,15	22,1	2614	101,96	0,06379	600
350,0	37 × 3,45	24,2	3135	122,67	0,05309	600
400,0	37 × 3,66	25,2	3528	137,68	0,04713	600

* При отсутствии сварок отдельных проволок.

типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69. Срок службы медных проводов марки М не менее 45 лет.

2.6. БРОНЗОВЫЕ, СТАЛЕБРОНЗОВЫЕ И СТАЛЬНЫЕ ПРОВОДА

Бронзовые и сталебронзовые провода марок Б и БС изготовляют из сплава БрМг 0,5 по ТУ 48.21.118-72. Конструкция провода Б, электрическое сопротивление постоянному току на длине 1 км, разрушающая нагрузка при растяжении, масса и длина приведены в табл. 2.7, а провода БС – в табл. 2.8. Длина проводов (1800 ± 180) м. Сердечник сталебронзовых проводов скручивают из стальной оцинкованной проволоки по ГОСТ 9850-72.

Стальные многопроволочные провода марки ПС изготавливают из стальных оцинкованных проволок по ГОСТ 3282-74 I группы с цинковым покрытием 1-го класса. Разрушающая нагрузка при растяжении проволоки 0,065 кН, относительное удлинение не менее 6%, число перегибов – 6, удельное электрическое сопротивление при 20°С не более $1{,}38 \cdot 10^{-7}$ Ом · м. Конструкция провода приведена в табл. 2.9. Шаг скрутки проводов из 5 и 7 проволок не более 22 D провода, а из 12 и 19 – не более 20 D. В проводе допускается сращивание отдельных проволок сваркой, расстояние между местами сварок не менее 5 м. Места сварки должны быть защищены от коррозии и отожжены. Провода поставляются длинами не менее 1500 м.

Таблица 2.7. **Конструктивные данные и параметры бронзового провода марки Б**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее
50	19 × 1,83	9,2	452	0,624	23,80
70	19 × 2,17	10,9	642	0,447	33,48
95	19 × 2,53	12,7	872	0,326	45,51
120	19 × 2,80	14,0	1069	0,266	55,72
150	37 × 2,27	15,9	1374	0,2089	68,20
185	37 × 2,53	17,7	1706	0,1676	84,70
240	37 × 2,86	20,0	2181	0,1312	108,10
300	61 × 2,53	22,8	2801	0,1026	139,62

Таблица 2.9. **Конструктивные данные и параметры провода из стальной оцинкованной проволоки марки ПС**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км
25	5 × 2,5	6,8	194,3
35	7 × 2,5	7,5	272,0
50	9 × 2,3 + 3 × 2,2	9,2	389,4
70	12 × 2,3 + 7 × 2,2	11,5	616,6

2.7. АЛЮМИНИЕВЫЕ И МЕДНЫЕ ПОЛЫЕ ПРОВОДА

Алюминиевые и медные полые без поддерживающей опоры провода предназначены для воздушных линий электропередачи, для открытых подстанций и переключательных пунктов. Полые провода состоят из алюминиевых или медных проволок фасонного сечения, образующих один повив и соединенных друг с другом в замок (без поддерживающего каркаса). Внешний вид проводов ПА и ПМ приведен на рис. 2.3. Конструкция полых проводов ПА и ПМ, масса и длина поставляемого провода приведены в табл. 2.10. Разрушающая нагрузка при растяжении алюминиевой проволоки до скрутки в провод составляет не менее 0,145 кН и медной – не менее 0,38 кН с относительным удлинением при разрыве не менее 1%. Электрическое сопротивление алюминиевого провода постоянному току, пересчитанное на 1 мм² номинального сечения, 1 м длины и 20°С составляет не более 0,0283 Ом, а медного – не более 0,0179 Ом.

Таблица 2.8. **Конструктивные данные и параметры сталебронзового провода марки БС**

S, мм²	$n \times d$, мм		D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее
	стальных	бронзовых				
185	7 × 2,0	30 × 2,8	19,6	2088	0,1688	134,00
240	19 × 2,8	46 × 2,55	24,2	3122	0,1333	232,63
300	37 × 2,4	48 × 2,8	28,0	4102	0,1058	312,63
400	37 × 2,8	48 × 3,2	32,4	5347	0,0825	421,69

Рис. 2.3. Полые провода ПА и ПМ

Таблица 2.10. **Конструктивные данные и параметры полых проводов марок ПА и ПМ**

Марка	S, мм²	Число проволок	D, мм		g, кг/км	Длина провода, м
			наружный	внутренний		
ПА	500	12	45,0	37,0	1330	600
	640	16	59,0	51,5	1620	600
ПМ	240	9	30,0	23,4	2110	600
	300	11	35,0	28,0	2630	600

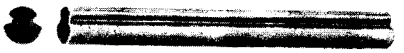


Рис. 2.4. Контактные провода БФ и МФ

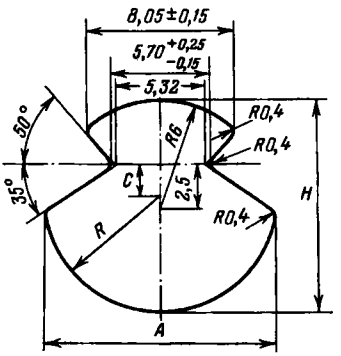


Рис. 2.5. Сечение контактных проводов БФ и МФ

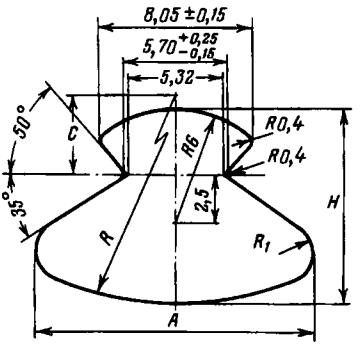


Рис. 2.6. Сечение контактных проводов БФО и МФО

2.8. БРОНЗОВЫЕ, МЕДНЫЕ И СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫЕ КОНТАКТНЫЕ ПРОВОДА

Бронзовые, медные и сталеалюминиевые контактные провода предназначены для питания энергией электрифицированного транспорта. Внешний вид контактных проводов БрФ и МФ изображен на рис. 2.4, сечение контактных проводов БрФ и МФ – на рис. 2.5, сечение контактных проводов БрФО и МФО – на рис. 2.6. Конструктивные размеры, масса и длина поставляемых проводов приведены в табл. 2.11. Контактная поверхность проводов гладкая, ровная, без трещин, закатов и расслоений. Провода всех типов, за исключением проводов из кадмиевой бронзы, поставляют бесстыковыми (без пайки и сварки) на всей строительной длине. Для проводов из кадмиевой бронзы число стыков (паек и сварок) не более четырех на 1 т.

Медный контактный провод изготовляют из катанки марки МКЛПС по ГОСТ 13842-80, низколегированные и бронзовые провода – из катанки, содержащей легирующие присадки и примеси (табл. 2.12). Механические свойства проводов приведены в табл. 2.13. Провода выдерживают до разрушения в плоскости симметрии не менее трех перегибов. Число скручиваний вокруг своей оси до разрушения проводов марок МК, МФ, МФО, НЛФ, НЛФО сечением свыше 50 мм² – не менее четырех, а проводов БрФ и БрФО – не менее пяти. Электрическое сопротивление медного провода постоянному току, пересчитанное на 1 мм² номинального сечения, 1 м длины и 20 °С, составляет не более 0,0176 Ом, низколегированного – 0,0185 Ом, провода из кадмиевой бронзы – не более 0,0205 Ом, магниевой бронзы – не более 0,0220 Ом, циркониевой бронзы – не более 0,0200 Ом, магниево-циркониевой бронзы – не более 0,0215 Ом.

Сталеалюминиевые контактные провода изготовляют соединением стальной и алюминиевых заготовок методом холодной прокатки. Они предназначены для трамвайной и троллейбусной тяги. Внешний вид контактного провода ПКСА изображен на рис. 2.7. Сечение провода 180 мм² (сечение алюминия 125 мм²), высота профиля 17 мм, головки 3,7 мм, ширина основания 14 мм,

Таблица 2.11. **Конструктивные данные и параметры контактных проводов марок БрФ, БрФО, МК, МФ, МФО, НЛФ и НЛФО (рис. 2.5, 2.6)**

S, мм²	Размеры, мм									МК	g, кг/км	Длина провода, м, не менее
	БрФ, МФ, НЛФ				БрФО, МФО, НЛФО							
	A	H	C	R	A	H	C	R	R_1			
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6,2	267	1800 – 5500
40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,1	356	1400 – 4200
50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8,0	445	1100 – 3300
65	10,19	9,3	0,5	5,3	–	–	–	–	–	9,1	578	850 – 2500
85	11,76	10,8	1,3	6,0	–	–	–	–	–	10,4	755	1400 – 2000
100	12,81	11,8	1,8	6,5	14,92	10,5	13,0	20,0	1,8	11,3	890	1400 – 1800
120	13,90	12,9	2,4	7,0	16,10	11,5	17,0	25,0	2,3	–	1068	1400 – 1800
150	15,50	14,5	3,2	7,8	18,86	12,5	27,0	36,0	2,3	–	1335	1400 – 1600

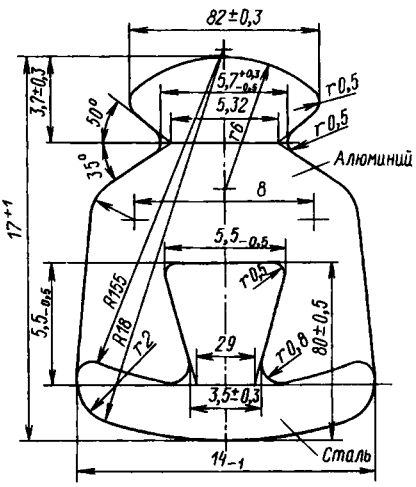


Рис. 2.7. Сечение контактного провода ПКСА

Таблица 2.12. **Содержание легирующих присадок в катанке для бронзовых и низколегированных проводов**

Марка	Легирующий компонент	Содержание, %
	Низколегированные	
НЛМГ 0,05	Магний	0,04 – 0,06
НЛЦр 0,05Ф	Цирконий	0,04 – 0,06
МЛОЛ 0,04Ф	Олово	0,03 – 0,06
НЛКр 0,04Ф	Кремний	0,03 – 0,06
НЛТи 0,03Ф	Титан	0,01 – 0,04
	*Бронзовые**	
БрМГ 0,25Ф	Магний	0,15 – 0,30
БрКд 1,0Ф	Кадмий	0,8 – 1,1
БрМГЦр 0,15 – 0,15Ф	Магний Цирконий	0,1 – 0,2 0,1 – 0,2
БрЦр 0,5Ф	»	0,4 – 0,6

* Легирующий компонент в меди.

Примечание. Примеси в сплаве не более, чем в меди марки М1.

Таблица 2.13. **Механические свойства контактных проводов МК, МФ, МФО, НЛФ, НЛФО, БрФ и БрФО**

S, мм²	Разрушающая нагрузка при растяжении, кН, не менее						Относительное удлинение, %, не менее			Радиус гибок, мм
	МК, МФ, МФО	НЛФ, НЛФО	БрФ и БрФО, легированных				МК, МФ, МФО	НЛФ, НЛФО	БрФ, БрФО	
			магнием	цирконием	магнием и цирконием	кадмием				
30	3,97	4,02	–	–	–	–	1,5	1,5	–	10
40	3,87	3,92	–	–	–	–	2,0	2,0	–	10
50	3,87	3,92	–	–	–	–	2,5	2,5	–	10
65	3,72	3,82	4,21	4,41	4,31	4,31	3,0	3,0	3,0	13
85	3,63	3,82	4,21	4,41	4,31	4,31	3,5	3,0	3,0	16
100	3,63	3,77	4,12	4,31	4,21	4,21	4,0	3,5	3,5	16
120	3,58	3,67	4,02	4,21	4,12	4,22	4,0	3,5	4,0	18
150	3,58	3,62	3,92	4,12	4,02	4,02	4,0	3,5	4,0	20

шейки 5,7 мм, головки 3,2 мм. Масса провода 760 кг/км, длина не менее 2300 м. Контактная поверхность провода гладкая, ровная, без трещин, закатов и расслоений. Провод изготовляют из низкоуглеродистой стали по ГОСТ 1050-74 и прессованного профиля из алюминия марок А5, АЕ по ГОСТ 11069-74. Соединение заготовок производят стыковой электросваркой, расстояние между сварками алюминия и стали в готовом проводе не менее 5 м, разрушающая нагрузка при растяжении не менее 35,0 кН, а в местах сварки не менее 29,75 кН. Усилие сцепления стальной и алюминиевой частей – не менее 5 кН на 100 мм длины. Электрическое сопротивление на длине 1 км при температуре 20 ± 5 – не менее 0,19 Ом. Расслоение провода (стальной части от алюминиевой) в месте наибольшей деформации после одиночного скручивания на 180° с последующим возвращением в исходное положение на образце длиной 250 мм и в месте наибольшей деформации после одного перегиба на 50° в плоскости, перпендикулярной плоскости симметрии, и двух перегибов на 45° в плоскости симметрии не должно превышать 1,2 мм.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С ПРОПИТАННОЙ БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

3.1. НОМЕНКЛАТУРА

Силовые кабели с алюминиевыми или медными жилами, с пропитанной бумажной, изоляцией, в алюминиевой или свинцовой оболочке с защитными покровами или без них предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное напряжение от 1 до 35 кВ частоты 50 Гц для сетей с изолированной нейтралью. Кабели могут быть использованы в сетях пере-

Таблица 3.1. **Номенклатура силоных кабелей с пропитанной бумажной изоляцией**

Марка		Код ОКП		Оболочка кабеля	Тип защитного покрова	ГОСТ, ТУ
с алюминиевой жилой	с медной жилой	с алюминиевой жилой	с медной жилой			
Пропитанные маслоканифольным составом						
ААБвУ	–	35 3613 1400	–	Алюмииевая	Бв	ГОСТ 18410-73
ААБвГУ	–	35 3613 1500	–	»	БвГ	То же
ААБлУ*	–	35 3611 0500	–	»	Бл	ТУ 16.705.249-82
ААБлГУ*	–	35 4611 0400	–	»	БлГ	» »
ААБлГЭ	–			»	БлГ	ГОСТ 6925-75
ААБлЭ				»	Бл	То же
ААБ2лУ*	–	35 3611 0600	–	»	Б2л	ГОСТ 18410-73
ААБ2лШвУ	–	35 3611 0700	–	»	Б2лШв	То же
ААБ2лШпУ	–	35 3611 0800	–	»	Б2лШп	» »
ААГУ*	–	35 3611 0100	–	»	Отсутствует	» »
ААПлУ*	–	35 3611 0900	–	»	Пл	» »
ААПлГУ	–	35 3611 1100	–	»	ПлГ	» »
ААП2лУ	–	35 3611 1300	–	»	П2л	» »
ААП2лГУ	–	35 3611 1000	–	»	П2лГ	» »
ААП2лШв*	–	35 3611 1200	–	»	П2лШв	» »
ААШвУ*	–	35 3611 0200	–	»	Шв	» »
ААШвЭ	–	35 3617 2000	–	»	Шв	ГОСТ 6925-75
ААШпУ*	–	35 3611 0300	–	»	Шп	ГОСТ 18410-73
ААШпсУ	–	35 3611 1900	–	»	Шпс	ТУ 16.705-249-82
АОСБУ	ОСБУ	35 3515 1600	35 3115 1700	Свинцовая (каждой жилы)	Б	ГОСТ 18410-73
АОСБГУ	ОСБГУ	35 3515 1800	35 3116 1900	То же	БГ	То же
АОСБлУ	ОСБл			» »	Бл	» »
АОСБнУ	ОСБн	35 3545 4700	35 3145 5000	» »	Бн	» »
АОСКУ	ОСКУ	35 3515 1900	35 3116 2000	» »	К	» »
АСБУ*	СБУ*	35 3511 0500	35 3111 0600	Свинцовая	Б	» »

Продолжение табл. 3.1

Марка		Код ОКП		Оболочка кабеля	Тип защитного покрова	ГОСТ, ТУ
с алюминиевой жилой	с медной жилой	с алюминиевой жилой	с медной жилой			
АСБГУ*	СБГУ*	35 3511 0700	35 3111 0700	Свинцовая	БГ	ГОСТ 18410-73
АСБлУ*	СБлУ*	35 3511 0400	35 3111 0500	»	Бл	» »
АСБ2лУ*	СБ2лУ*	35 3511 0300	35 3111 0400	»	Б2л	» »
АСБ2лГУ*	СБ2лГ*	35 3511 0800	–	»	Б2лГ	» »
АСБ2лШвУ	СБ2лШв	35 3511 0900	35 3114 0900	»	Б2лШв	» »
АСБлнУ*	СБлнУ	35 3541 4500	35 3141 4800	»	Блн	» »
АСБнУ	СБнУ	35 3541 4400	35 3141 4700	»	Бн	» »
–	СБШвУ	–		»	Шв	» »
АСБЭ	–	35 3517 2000		»	Б	ГОСТ 6925-75
АСБГЭ	–	35 3517 2200		»	БГ	То же
АСГУ	СГУ	35 3511 0100	35 3111 0100	»	Отсутствует	ГОСТ 18410-73
АСКлУ	СКлУ	35 3511 1500	35 3111 1600	»	КЛ	То же
АСПУ*	СПУ*	35 3511 6000	35 3111 1100	»	П	» »
АСПГУ*	СПГУ*	35 3511 1300	35 3111 1400	»	ПГ	» »
АСПлУ*	СПлУ*	35 3511 1100	35 3111 1200	»	Пл	» »
АСП2лУ*	СП2лУ	35 3511 1100	35 3111 1300	»	П2л	» »
АСП2лГУ*	СП2лГУ	35 3511 1400	35 3111 1500	»	П2лГ	» »
АСПлнУ*	СПлнУ*	35 3541 4600	35 3141 4900	»	Плн	» »
–	СПШвУ			»	ПШв	» »
АСШвУ	СШвУ	35 3511 0200	35 3111 0200	»	Шв	ТУ 16.705157-80
АСШвЭ	–	35 3617 2300	–	»	Шв	ГОСТ 6925-75
			Маслонаполненные кабели			
–	МВДТ	–	–	Свинцовая (временная)	Отсутствует	ГОСТ 16441-78
–	МВДТк	–	–	Отсутствует	То же	То же
–	МНАгШв	–	35 3219 2700	Алюминиевая гофрированная	Шв	» »
–	МНАгШву	–	35 3219 2900	То же	Шву	» »
–	МНАШв	–	35 3219 2500	Алюминиевая	Шв	» »
–	МНАШву	–	35 3219 2400	»	Шву	» »
–	МНС	–	–	Свинцовая	Упрочняющий и заземляющий покров	» »
–	МНСА	–	–	»	То же	» »
–					Усиленный	
–	МНСК	–	–	»	КУ	» »
–	МНСШв	–	–	»	Шв	» »
			Пропитанные нестекающим составом			
ЦААБвУ	–	35 3633 3100	–	Алюминиевая	Бв	ГОСТ 18409-73
ЦААБвГУ	–	35 3633 3000	–	»	БвГ	То же
ЦААБлУ	–	35 3633 3300	–	»	Бл	» »
ЦААБлГУ	–	35 3633 4000	–	»	БлГ	» »
ЦААБ2лУ	–	35 3633 3400	–	–	Б2л	» »
ЦААБлнУ	–	35 3663 4600	–	Алюминиевая	Блн	» »
ЦААБШвУ	–	35 3633 3500	–	»	БШв	» »
ЦААБШпУ	–	35 3633 4200	–	»	БШп	» »
ЦААПлУ	–	35 3633 3600	–	»	Пл	» »
ЦААПлГУ	–	35 3633 3800	–	»	ПлГ	» »
ЦААП2лУ	–	35 3633 3700	–	»	П2л	» »
ЦААПлнУ	–	35 3663 4700	–	»	Плн	» »
ЦААПлШвУ	–	35 3633 3900	–	»	ПлШв	» »
ЦААШвУ	–	35 3636 1200	–	»	Шв	» »
ЦААШпсУ	–	35 3633 1400	–	»	Шпс	ТУ 16.705.249-82
ЦАОСБУ	ЦОСБУ	35 3536 3800	35 3136 3800	Свинцовая (каждой жилы)	Б	ГОСТ 18409-73
ЦАОСБГУ	ЦОСБГУ	35 3536 3900	35 3136 3900	То же	БГ	То же
ЦАОСБлУ	ЦОСБлУ	–	–	» »	Бл	» »
ЦАСБУ	ЦСБУ	35 3533 3900	35 3133 3700	Свинцовая	Б	» »
ЦАСБГУ	ЦСБГУ	35 3533 4000	35 3133 3800	»	БГ	» »
ЦАСБлУ	ЦСБлУ	35 3533 4100	35 3133 4400	»	Бл	» »
ЦАСБпУ	ЦСБпУ	35 3563 5200	35 3169 5400	»	Бн	» »

Продолжение табл. 3.1

Марка		Код ОКП		Оболочка кабеля	Тип защитного покрова	ГОСТ, ТУ
с алюминиевой жилой	с медной жилой	с алюминиевой жилой	с медной жилой			
ЦАСБШвУ	ЦСБШвУ	35 3533 3600	35 3133 3500	Свинцовая	БШв	ГОСТ 18409-73
ЦАСКлУ	ЦСКлУ	35 3533 3200	35 3133 4200	»	Кл	» »
ЦАСПУ	ЦСПУ	35 3583 3800	35 3133 3900	»	П	» »
ЦАСПГУ	ЦСПГУ	35 3533 3700	35 3133 4100	»	ПГ	» »
ЦАСПлУ	ЦСПлУ	35 3533 3300	35 3133 4000	»	Пл	» »
ЦАСПнУ	ЦСПнУ	35 3563 5100	35 3163 5500	»	Пи	» »
ЦАСПШвУ	ЦСПШвУ	35 3533 3400	35 3133 3000	»	ПШв	» »
ЦАСШвУ	ЦСШвУ	35 3533 3500	35 3133 4300	»	Шв	» »

* Кабели могут быть изготовлены с обедненно-пропитанной изоляцией, при этом в обозначение марки добавляется через дефис буква В (например, ААБл-В).

Таблица 3.2. **Сечения жил силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией по ГОСТ 18410-73 и 18409-73**

Марка кабеля	Число жил	Номинальное напряжение, кВ					
		1	3	6	10	20	35
ААГУ, АСГУ, СГУ, ААШвУ, ААШпУ, ААШпсУ	1	10–800	10–625	–	–	25–400	120–400
ААБлУ, ААБлГУ, ААБ2лУ, ААБ2лШвУ, АСБУ, АСБлУ, СБлУ, АСБ2лУ, СБ2лУ, АСБнУ, СБнУ, АСБлнУ, СБлнУ, АСБГУ, СБГУ	1	10–800	10–625	–	–	–	–
ААПлУ, ААП2лУ, ААПлГУ, АСПУ, СПУ, АСПлУ, СПлУ, АСП2лУ, СП2лУ, АСПлнУ, СПлнУ, АСПГУ, СПГУ, ААПлШвУ	1	50–800	35–625	–	–	–	–
ААШвУ-В, ААП2лШвУ-В, ААБлУ-В, ААБ2лУ-В, АСБУ-В, СБУ-В, АСБлУ-В, СБлУ-В, СБиУ-В, АСБиУ-В, АСБлнУ-В, АСБ2лУ-В, СБ2лУ-В	1	10–500	10–500	–	–	–	–
АСБГУ-В, СБГУ-В	1	10–625	–	–	–	–	–
АСБ2лГУ-В, СБ2лГУ-В, АСП2лГУ-В, СП2лГУ-В	1	–	240–625	–	–	–	–
ААПлУ-В, ААПлГУ-В, СПУ-В, АСПУ-В, АСПлУ-В, СПлУ-В, АСП2лУ-В, СП2лУ-В, АСПлнУ-В, СПлнУ-В, СПГУ-В, АСПГУ-В	1	50–500	35–500	–	–	–	–
АСКлУ, СКлУ	1	–	–	–	–	–	120–300
ЦААШвУ, ЦАСШвУ, ЦСШвУ, ЦААШпсУ	1	–	–	–	–	–	120–400
ААБлУ, ААБлУ-В, АСБУ, АСБУ-В, СБУ-В, АСБлУ, СБлУ, АСБлУ-В, СБлУ-В, АСП2лУ, СП2лУ, АСПлУ, СПлУ, СКлУ, АСКлУ	1* основная и 2 контрольные	240–800 + + 2×1	–	–	–	–	–
АСГУ, СГУ, АСБУ, СБУ, АСБлУ, АСБ2лУ, СБ2лУ, АСБнУ, СБнУ, АСБлнУ, СБлнУ, СБГУ	2	6–150	–	–	–	–	–
АСПУ, СПУ, АСПлУ, СПлУ, АСП2лУ, СП2лУ, АСПГУ, СПГУ	2	25–150	–	–	–	–	–
АСБУ-В, СБУ-В, АСБлУ-В, СБлУ-В, АСБнУ-В, СБнУ-В, АСБлнУ-В, СБлнУ-В, АСБГУ-В, СБГУ-В, АСБ2лУ-В, СБ2лУ-В	2	6–120	–	–	–	–	–
АСПУ-В, СПУ-В, АСПлУ-В, СПлУ-В, АСПГУ-В, СПГУ-В, АСП2лУ-В, СП2лУ-В	2	25–120	–	–	–	–	–
ААГУ, ААШвУ, ААШпУ, ААБлУ, ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ, ААБлГУ, ААБ2лУ, АСГУ, СГУ, АСШвУ, АСБУ, СБУ, АСБлУ, СБлУ, АСБнУ, СБнУ, АСБлнУ, СБлнУ, АСБГУ, АСБ2лУ, СБ2лУ, АСБ2лШвУ, СБ2лШвУ, АСБ2лГУ, ААП2лШвУ, АСШвУ, ААШпсУ	3	6–240	–	10–240	16–240	16–240	–

Продолжение табл. 3.2

Марка кабеля	Число жил	Номинальное напряжение, кВ					
		1	3	6	10	20	35
ЦААБлУ, ЦААБ2лУ, ЦААБШвУ, ЦААБШпУ, ЦААБлГУ, ЦААБлнУ, ЦААПлУ, ЦААП2лУ, ЦААПлГУ, ЦААПлнУ, ЦААПлШвУ, ЦААШвУ, ЦААСБУ, ЦСБУ, ЦАСБГУ, ЦСБГУ, ЦАСБнУ, ЦСБнУ, ЦСШвУ, ЦАСШвУ, ЦАСПУ, ЦАСБлУ, ЦСБл, ЦСПУ, ЦАСПГУ, ЦСПГУ, ЦСПнУ, ЦАСПнУ, ЦАСПШвУ, ЦАСПлУ, ЦСПлУ, ЦСКлУ, ЦААБвУ, ЦААБвГУ, ЦААШпсУ	3	–	–	25 – 185	25 – 185		
СШвУ, СБШвУ	3	16 – 240	–	10 – 240	16 – 240	–	–
ААПлУ, ААП2лУ, ААПлГУ, ААП2лШвУ, ААП2лГУ, АСПУ, СПУ, АСПлУ, СПлУ, АСП2лУ, СП2лУ, АСПлнУ, СПлнУ, АСПГУ, СПГУ, АСКлУ, СКлУ, АСП2лГУ, СП2лГУ, СПШвУ	3	25 – 240	–	16 – 240	16 – 240	–	–
ОАБУ, АОБ2лГУ, АОСБУ, ОСБУ, ОСБлУ, АОСБлУ, АОСБнУ, ОСБнУ, АОСБГУ, ОСБГУ	3	–	–	–	–	25 – 185	120 – 150
АОСКУ, ОСКУ	3	–	–	–	–	25 – 185	120
ЦАОСБУ, ЦОСБУ, ЦАОСБГУ, ЦОСБГУ	3	–	–	–	–	–	120 – 150
ААШвУ-В, ААП2лШвУ-В, ААБлУ-В, ААБ2лУ-В, АСБУ-В, СБУ-В, АСБлУ-В, СБлУ-В, АСБнУ-В, СБнУ-В, ААГУ-В, АСБлнУ-В, СБлнУ-В, АСБГУ-В, СБГУ-В, АСБ2лУ-В, ВВШпУ-В, ААБлГУ-В	3	6 – 240	–	–	–	–	–
ААБвУ, ААБвГУ	3	–	–	10 – 240	16 – 240	–	–
ААПлУ-В, ААПлГУ-В, АСПУ-В, СПУ-В, АСПлУ-В, СПлУ-В, АСПлнУ-В, СПлнУ-В АСП2лУ-В, СП2лУ-В	3	25 – 150	–	–	–	–	–
АСПГУ-В, СПГУ-В, АСП2лГУ-В, СП2лГУ-В	3	185 – 240	–	–	–	–	–
АСГУ, СГУ, АСБУ, СБУ, АСБлУ, СБлУ, АСБиУ, СБнУ, АСБлнУ, СБлнУ, АСБГУ, СБГУ, АСБ2лУ, СБ2лУ, АСШвУ, СБШвУ	4	10 – 185**	–	–	–	–	–
АСПУ, СПлУ, АСПлнУ, СПлнУ, АСПГУ, СПГУ, АСП2лУ, СПШвУ	4	16 – 185**	–	–	–	–	–
АСКлУ, СКлУ	4	25 – 185**	–	–	–	–	–
ААШвУ-В, ААП2лШвУ-В, ААБлУ-В, ААБ2лУ-В, АСБУ-В, СБУ-В, АСБлУ-В, СБлУ-В, АСБнУ-В, СБнУ-В, АСБлнУ-В, СБлнУ-В, АСБ2лУ-В	4	10 – 120	–	–	–	–	–
ААПлУ-В, ААПлГУ-В, СПУ-В, АСПУ-В, АСПлУ-В, СПлУ-В, АСПлнУ-В, СПлнУ-В, АСПГУ-В, СПГУ-В, АСП2лУ-В, СП2лУ-В, ААБлГУ-В	4	16 – 120	–	–	–	–	–
АСБГУ-В, СБГУ-В	4	10 – 185	–	–	–	–	–

* Для сетей электрифицированного транспорта.

** Четырехжильные кабели с жилами одинакового сечения до 120 мм² (включительно).

менного напряжения с заземленной нейтралью и в сетях постоянного напряжения.

ГОСТ 24183-80 «Кабели силовые для стационарной прокладки. Общие технические условия» соответствует стандартам МЭК 55-1 и 55-2 (1978 г.), 02 (1978 г.), СТ СЭВ 162-75 и рекомендациям СЭВ РС 2254-74 и РС 2784-70.

Перечень основных марок силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией приведен в табл. 3.1, а их сортамент – в табл. 3.2.

3.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

Силовые кабели с пропитанной бумажиой изоляцией изготовляют с медиыми и алюминиевыми жилами по ГОСТ 22483-77 сечениями, приведенными в табл. 3.3. Одножильные кабели всех сечений и многожильные кабели с жилами сечением до 16 мм^2, а также многожильные кабели, имеющие отдельные металлические оболочки или экраиы, изготовляют круглой формы. В миогожильных кабелях с поясной изоляцией жилы сечением 25 мм^2 и более изготовляют секторными или сегментными. (Допускается изготовление кабелей с жилами сечением до 50 мм^2 круглой формы.) Четвертую жилу меиьшего сечения изготовляют круглой или секторной формы и размещают между другими жилами в кабеле.

Алюминиевые жилы сечением 6–240 мм^2 изготовляют сплошными однопроволочиыми (жилы сечеиием 70–240 мм^2 имеют отиосительиое удлииение не менее 30%), сечением 70–800 мм^2 – многопроволочными. Медные жилы сечением 6–50 мм^2 изготовляют одиопроволочиыми, сечением 25–800 мм^2 – миогопроволочиыми. Допускается изготовление фасонной медной жилы сечением 240 мм^2 с числом проволок не менее 38. Радиус закругления однопроволочиых секторных или сегментных жил не меиее 0,5 мм. Многопроволочные алюминиевые или медные секторные жилы кабелей уплотняют в процессе изготовления. Коитрольные жилы скручивают не менее чем из трех медиых проволок.

Изоляцию силовых кабелей на напряжеиие от 1 до 35 кВ изготовляют из однослойной кабельной бумаги иа осиове сульфатной целлюлозы толщиной 80, 120 и 170 мкм (марок К-080, К-120 и К-170 по ГОСТ 645-79) и четырехслойной – марок КМ-120 и КМ-170; на напряжение 35 кВ и выше – марки КВ толщиной от 30 до 240 мкм и марки КВУ толщиной от 15 до 120 мкм; на напряжение 110 кВ и выше – марок КВМ и КВМУ. Плотность кабельной бумаги находится в пределах 760–1100 кг/м^3. В изоляции кабелей на напряжение 6 кВ и выше не допускается совпадеиий более трех лент, расположенных одна иад другой, и двух лент, непосредственно прилегающих к жиле или экрану, наложенному на жилу. Совпадение трех лент, расположеииых одна над другой, считают за два совпадения. Число совпадений бумажных лент изоляции кабеля на напряжение 10 кВ не превышает четырех, а кабелей на напряжеиие 20 и 35 кВ – не более пяти. Число совпадений бумажных лент жила – жила или жила – оболочка многожильных кабелей на напряжение 6 кВ не превышает трех, а на иапряжение 10 кВ не превышает четырех.

Толщины изоляции одно- и трехжильных кабелей в отдельных металлических оболочках соответствуют табл. 3.4, а многожильных в общей металлической оболочке – табл. 3.5. Предельиое отклонение толщины изоляции между жилами или между жилой и оболочкой кабелей иа иапряжеиие 1 кВ принимают 0,18 мм, на иапряжение 3 кВ и более – 0,24 мм. Толщина изоляции контрольиых жил ие менее 0,6 мм. Изоляциоиный слой толщиной ие менее 1,1 мм, прилегающий к экрану по жиле кабеля на напряжеиие 35 кВ, накладывают из лент высоковольтной бумаги толщиной 0,08 мм; последующий слой – из высоковольтиой кабельной бумаги толщиной 0,12 мм.

Таблица 3.3. **Сечение, мм^2, токонроводящих жил силовых кабелей с пропитанной бумажной изолицией**

Материал жилы	Одиопроволочиые		Миогопроволочиые		
	круглые	фасоииые	Класс 1 круглые	Класс 2	
				круглые	фасоииые
Алюмиииевые	6–240	25–240	120, 150, 240–800	95, 185, 300–400*	10–240
То же для кабелей с нестекающим составом	120–185	25–185	120, 150, 240	185, 300, 400	10–240
Медные	6–50	25–50	120, 150, 240–800	25–95, 185, 300–400	25–240
То же для кабелей с нестекающим составом	–	25–50	120, 150, 240	185, 300, 400	25–185

* Кабели на напряжение 20 и 35 кВ.

Таблица 3.4. **Толщина пропитанной бумажной изоляции одио- и трехжильных силовых кабелей в отдельных свинцовых оболочках**

Напряжение, кВ	Сечение жил, мм²	Толщина изоляции, мм
1	10–95	1,2
	120 и 150	1,4
	185 и 240	1,6
	300 и 400	1,8
	500 и 625	2,1
	800	2,4
3	10–240	2,0
	300 и 400	2,2
	500 и 625	2,4
20	25–95	7,0
	120–400	6,0
35	120–300	9,0

Таблица 3.5. **Толщина пропитанной бумажной изоляции многожильных силовых кабелей в общей свинцовой оболочке**

Напряжение, кВ	Сечение жил, мм²	Толщина изоляции, мм	
		жил	поясной
1	6–95	0,75	0,5
	120 и 150	0,85	0,6
	185 и 240	0,95	0,6
3	6–240	1,35	0,7
6	10–240	2,0	0,95
6*	25–185	2,35	1,15
10	16–240	2,75	1,25
10*	25–185	3,40	1,40
35	120–400	12,0	–

* Бумажная изоляция пропитана нестекающим составом.

В многожильных кабелях верхние ленты изоляции жил имеют отличительную расцветку или цифровое обозначение. Верхняя лента одной жилы трех- и четырехжильных кабелей с жилами одинакового сечения имеет натуральный цвет. При цифровом обозначении на верхней ленте первой жилы имеется цифра 1, второй – 2, третьей – 3 и четвертой – 0. Четвертая жила меньшего сечения может быть любого цвета и не иметь цифрового обозначения. Допускается применение лент натурального цвета с полосками, по цвету отличающимися друг от друга.

В кабелях на напряжение 6 и 10 кВ на поясной изоляции и в кабеле на напряжение 20 и 35 кВ на жиле и поверх изоляции имеется экран из электропроводящей бумаги. Допускается экран по изоляции из металлизированной бумаги или из электропроводящей бумаги, поверх которой наложена алюминиевая или медная фольга.

Бумажную изоляцию кабелей на напряжение 1–10 кВ пропитывают маслоканифольным составом МП-1 (содержание канифоли 10,5–26,0%, вязкость состава при 70°С от 1,3 до 1,5 м²/с), а кабелей на напряжение 20–35 кВ – маслоканифольным составом МП-2 (содержание канифоли от 31,5 до 43,5%, вязкость состава при 70°С от 1,6 до 1,8 м²/с).

Силовые кабели с бумажной изоляцией, пропитанные маслоканифольным составом, могут выпускаться обедненно-пропитанными.

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией изготовляют в алюминиевой или свинцовой оболочке. Алюминиевые оболочки изготовляют выпрессованными в гидравлических прессах толщиной, соответствующей табл. 1.18 и удовлетворяющими требованиям ГОСТ 24641-81. Свинцовые оболочки изготовляют выпрессованными в гидравлических или червячных прессах толщиной, соответствующей табл. 1.20 и удовлетворяющими требованиям ГОСТ 24641-81.

Свинцовая оболочка кабелей АСГ и ГС содержит присадку сурьмы в количестве 0,4–0,8% или сурьмы 0,15–0,30% и олова 0,35–0,50%, или сурьмы 0,30–0,45% и теллура 0,03–0,05%. Во всех сплавах допускается присадка меди до 0,05%. Свинцовая оболочка кабелей остальных марок может содержать присадки сурьмы до 0,8%, олова до 0,5%, теллура до 0,05%, меди до 0,05%.

Изолированные жилы в отдельных металлических оболочках скручивают с заполнением жгутами из пропитанной кабельной пряжи или штапелированной стеклопряжи. Сечение скрученных жил кабелей АОСК, ОСК имеет форму круга; сечение скрученных жил кабелей с ленточной броней может иметь форму треугольника.

Защитные покровы кабелей соответствуют ГОСТ 7006-72 (см. § 1.7).

3.3. КАБЕЛИ НА НАПРЯЖЕНИЕ 1 – 10 КВ, ПРОПИТАННЫЕ МАСЛОКАНИФОЛЬНЫМ СОСТАВОМ

Силовые кабели на напряжение 1 – 10 кВ в соответствии с ГОСТ 18410-73 изготовляют одно-, двух-, трех- и четырехжильными.

Одножильные кабели на напряжение 1 кВ изготовляют с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке (табл. 3.6 и 3.7), с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке (табл. 3.8 и 3.9), с алюминиевыми жилами с двумя контрольными жилами в свинцовой оболочке (табл. 3.10), с медными жилами в свинцовой оболочке (табл. 3.11, 3.12) и с медными жилами с двумя контрольными жилами в свинцовой оболочке (табл. 3.13). Кабели с двумя контрольными жилами сечением 1 мм² предназначены для электрифицированного транспорта. Контрольные жилы размещены в токопроводящей жиле вместо двух алюминиевых или медных проволок (рис. 3.1). Конструкции круглых неуплотненных жил одножильных кабелей с двумя контрольными жилами приведены в табл. 3.14.

Двухжильные кабели (рис. 3.2) изготовляют на напряжение 1 кВ сечением 6 – 150 мм². Внешние диаметры и массы двухжильных кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке приведены в табл. 3.15, а кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке в табл. 3.16. Кабели с жилами сечением 6 – 16 мм² изготовляют с круглыми, сечением 25 мм² и выше – с сегментными жилами с заполнением промежутков между ними жгутами сульфатной бумаги до получения круглой формы (рис. 3.2, *а* и *б*). Поверх скрученных изолированных жил накладывают слой поясной изоляции, оболочку и защитные покровы.

Трехжильные кабели изготовляют на переменное напряжение 1, 3, 6 и 10 кВ сечением 6 – 240 мм². Кабели с жилами сечением 6 – 16 мм² изготовляют круглыми (рис. 3.3, *а*), сечением 25 мм² и выше – с секторными жилами (рис. 3.3, *б* и 3.4) с заполнением промежутков между ними жгутами сульфатной бумаги до получения круглой формы. Поверх скрученных изолированных жил накладывают слой поясной изоляции, оболочку и защитные покровы. Трехжильные кабели изготовляют в алюминиевой или свинцовой оболочке. Внешний вид кабеля марки СГ изображен на рис. 3.5, кабеля марки СБГ – на рис. 3.6.

Таблица 3.6. **Внешний диаметр, мм, одножильных кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	ААГУ	ААШвУ, ААШпУ	ААБлУ, ААБ2лУ	ААБлГУ	ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААПлШвУ	ААП2лУ	ААБлУ
10	8,2	12,6	18,8	14,4	18,8	–	–	–	–	–
16	9,2	13,6	19,8	15,4	19,8	–	–	–	–	–
25	10,3	14,7	20,9	16,5	20,9	–	–	–	–	–
35	11,3	15,7	21,9	17,5	21,9	–	–	–	–	–
50	12,6	17,0	23,2	18,8	23,2	31,0	26,6	31,0	32,0	–
50*	13,8	18,2	25,2	20,8	25,2	32,2	27,8	32,2	33,2	–
70	14,0	18,4	25,4	21,0	25,4	32,4	28,0	32,4	33,4	–
70*	15,5	19,9	26,9	22,5	26,9	33,9	29,5	33,9	34,9	–
95	15,6	20,0	27,0	22,6	27,0	34,0	29,6	34,0	35,0	–
95*	17,2	21,6	28,6	24,2	28,6	35,6	31,2	36,6	36,6	–
120	17,3	21,7	28,7	24,3	28,7	35,7	31,3	36,7	36,7	–
120*	19,4	23,8	30,8	26,4	30,8	37,8	33,4	37,8	38,8	–
150	18,9	23,3	30,3	25,9	30,3	37,3	22,9	37,3	38,3	–
150*	21,2	26,0	32,6	28,2	33,0	39,6	35,2	40,0	40,6	–
185	20,8	25,6	32,2	27,8	32,6	39,2	34,8	39,6	40,2	–
185*	23,5	28,3	34,9	30,5	35,3	41,9	37,5	42,3	42,9	–
240	23,2	28,0	34,6	30,2	35,0	41,6	37,2	42,0	42,6	–
240*	25,3	31,1	32,7	33,3	38,1	44,7	40,3	45,1	45,7	38,2
300*	29,1	33,9	40,5	36,1	40,9	47,5	42,1	47,9	48,5	40,8
400*	32,5	37,7	43,9	39,55	44,7	50,9	46,5	57,7	51,9	44,6
500*	36,2	41,4	47,6	43,2	48,4	54,6	50,2	55,4	55,6	48,4
625*	40,1	45,7	51,6	47,1	52,7	58,5	54,1	59,7	59,5	52,0
800*	45,1	50,7	56,5	52,1	57,7	63,6	59,1	64,7	64,5	57,2

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.7. **Масса, кг/км, одножильных кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	ААБлУ	ААБлГУ	ААБ2лУ	ААБ2лШвУ	ААБ2лШпУ	ААПлГУ	ААПлШвУ	ААП2лУ
10	124	219	196	518	370	530	534	497	—	—	—
16	156	260	234	578	421	591	595	556	—	—	—
25	197	311	283	650	484	665	669	628	—	—	—
35	240	362	332	720	546	736	741	697	—	—	—
50	300	434	401	818	632	835	840	794	2195	2454	2491
50*	329	474	438	1022	819	1040	1046	995	2336	2608	2647
70	375	522	485	1075	870	1093	1100	1048	2334	2658	2799
70*	413	573	534	1165	948	1185	1192	1138	2540	2827	2971
95	467	628	589	1222	1005	1243	1250	1196	2596	2883	3027
95*	511	687	643	1322	1090	1344	1352	1294	2757	3060	3206
120	571	747	704	1385	1153	1407	1415	1357	2817	3121	3268
120*	642	836	789	1526	1277	1550	1559	1495	3113	3435	3565
150	691	882	835	1561	1315	1585	1594	1532	3158	3476	3523
150*	765	998	940	1715	1449	1741	1779	1703	3357	3760	3849
185	831	1060	1003	1767	1504	1792	1830	1756	3419	3788	3906
185*	947	1202	1138	1976	1690	2005	2046	1965	3766	4181	4262
240	1049	1301	1238	2068	1785	2096	2137	2056	3855	4267	4275
240*	1184	1467	1396	2310	2001	2342	2387	2299	4235	4658	4781
300*	1435	1746	1668	2659	2326	2694	2742	2648	4719	5170	5295
400*	1797	2173	2077	3139	2776	3177	3268	3154	5421	5949	5931
500	2228	2643	2538	3699	3305	3741	3840	3716	6196	6764	6745
625	2736	3232	3105	4342	3915	4389	4541	4393	7049	7710	7640
800	3452	4005	3863	5231	4761	5283	5450	5288	8181	8640	8867

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.8. **Внешний диаметр, мм, силовых одножильных кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБлУ, АСБ2лУ, АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ, АСП2лУ, АСПлнУ
10	8,8	17,7	13,3	18,7	—	—	—
16	9,8	18,7	14,3	19,7	—	—	—
25	10,9	19,8	15,4	20,8	—	—	—
35	11,9	20,8	16,4	21,8	—	—	—
50	13,2	22,1	17,7	23,1	24,9	23,3	25,9
70	14,6	24,3	19,9	25,3	26,3	24,7	27,3
70*	16,3	25,8	21,4	26,8	27,8	26,2	28,8
95	16,4	25,9	21,5	26,9	27,9	26,3	28,9
95*	18,0	27,5	23,1	28,5	29,5	27,9	30,5
120	18,1	27,6	23,2	28,6	29,6	28,0	30,6
120*	20,2	29,7	25,3	30,7	31,7	30,1	32,7
150	19,7	29,2	24,8	30,2	31,2	29,6	32,2
150*	22,0	31,5	27,1	32,5	33,5	31,9	34,5
185	21,6	31,1	26,7	32,1	33,1	31,5	34,1

Продолжение табл. 3.8

S, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБлУ, АСБ2лУ АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ, АСП2лУ АСПлнУ
185*	24,2	33,7	29,3	34,7	35,7	34,1	36,7
240	23,9	33,4	29,0	34,4	35,4	33,8	36,4
240*	27,0	36,6	32,2	37,6	38,6	37,0	39,6
300*	30,0	39,4	35,0	40,4	41,4	39,8	42,4
400*	33,5	42,8	38,4	43,8	44,8	43,2	45,8
500*	37,4	46,7	42,3	47,8	48,7	47,1	49,7
625*	41,3	50,3	45,9	51,3	52,7	51,1	53,7
800*	46,3	55,5	51,1	56,6	57,9	56,3	58,9
800**	46,1	55,3	50,9	56,3	57,7	56,1	58,7

* Многопроволочные жилы.
** Жила из 91 проволоки.

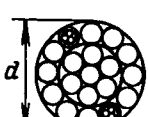


Рис. 3.1. Схема круглой токопроводящей жилы силового кабеля с двумя контрольными жилами

Расчетный внешний диаметр трехжильных кабелей на напряжение 1 кВ с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке указан в табл. 3.17, а масса этих кабелей – в табл. 3.18, внешний диаметр кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке

Таблица 3.9. **Масса, кг/км, одиожильных силовых кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБлУ, АСБлнУ	АСБ2лУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ
10	443	687	537	737	768	—	—	—	—	—
16	516	773	614	824	857	—	—	—	—	—
25	604	877	708	931	966	—	—	—	—	—
35	690	975	796	1031	1069	—	—	—	—	—
50	805	1108	917	1167	1208	1779	1592	1870	1914	1868
70	940	1396	1185	1465	1510	1978	1778	2071	2119	2070
70*	1104	1528	1304	1600	1649	2149	1937	2247	2298	2245
95	1162	1588	1363	1661	1709	2211	1998	2310	2362	2309
95*	1282	1733	1493	1809	1862	2399	2172	2500	2555	2499
120	1345	1799	1558	1876	1929	2488	2240	2571	2626	2569
120*	1566	2052	1793	2134	2192	2776	2530	2884	2943	2882
150	1587	2066	1811	2146	2204	2777	2534	2881	2941	2880
150*	1772	2284	2011	2372	2434	3059	2795	3169	3234	3167
185	1822	2330	2059	2417	2479	3101	2834	3204	3268	3203
185*	2113	2662	2366	2753	2819	3491	3209	3609	3678	3606
240	2200	2744	2453	2837	2904	3568	3289	3684	3751	3682
240*	2562	3203	2883	3304	3377	4112	3804	4236	4312	4233
300	3135	2660	3314	3765	3845	4642	4309	4772	4855	4768
400	3702	4269	3891	4379	4470	5340	4977	5477	5568	5474
500	4598	5211	4800	5334	5432	5387	5990	6536	6636	6532
625	5518	5941	5496	6070	6178	7426	6994	7591	7701	7567
800	6554	7184	6697	7327	7445	8835	8357	9008	9129	9004
800*	6534	7162	6672	7305	7423	8808	8332	8979	9109	8976

* Многопроволочные жилы.
** Жила из 91 проволоки.

Таблица 3.10. **Внешний диаметр и масса одиожильных силовых кабелей с двумя контрольными жилами на напряжение 1 кВ**

S, мм²	АСБУ	АСБлУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСКлУ
			D, мм		
240	37,1	38,1	40,1	40,1	45,9
300	39,7	40,7	42,7	42,7	48,8
400	43,7	44,7	46,7	46,7	52,8
500	47,5	48,5	50,9	50,9	56,6
625	50,8	51,8	54,2	54,2	60,2
800	56,0	57,0	59,4	59,4	65,2
			g, кг/км		
240	3294	3396	4342	4421	6269
300	3730	3837	4862	4937	4109
400	4520	4635	5755	5851	8239
500	5345	5473	6957	7209	9383
625	6042	6176	7711	7822	10626
800	7299	7444	9144	9267	12157

Таблица 3.11. **Внешний диаметр, мм, одиожпльных кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБУлУ, СБлнУ	СПУ	СПГУ	СПлУ, СП2лУ, СПлнУ
10	8,8	17,7	13,3	18,7	—	—	—
16	9,8	18,7	14,3	19,7	—	—	—
25*	11,6	20,5	16,1	21,5	—	—	—
25	10,9	19,8	15,4	20,8	—	—	—
35*	12,8	21,7	17,3	22,7	—	—	—
35	11,9	20,8	16,4	21,8	—	—	—
50*	14,4	24,1	19,7	25,1	26,1	24,5	27,1
50	13,2	22,1	17,7	23,1	24,9	23,3	25,9
70*	16,3	25,8	21,4	26,8	27,8	26,2	28,8
95*	18,0	27,5	23,1	28,5	29,5	27,9	30,5
120*	20,2	29,7	25,3	30,7	31,7	30,1	32,7
150*	22,0	31,5	27,1	32,5	33,5	31,9	34,5
185*	24,2	33,7	29,3	34,7	35,4	34,1	36,7
240*	27,0	36,6	32,2	37,6	38,6	37,0	39,6
300*	30,1	39,4	35,0	40,4	41,4	39,8	42,4
400*	33,5	42,8	38,4	43,8	44,8	43,2	45,8
500*	37,4	46,7	42,3	47,7	48,7	47,1	49,7
625*	41,3	50,3	45,9	51,3	52,7	51,1	53,7
800*	46,3	55,5	51,1	56,5	57,9	56,3	58,9
800**	46,1	55,3	50,9	56,3	57,7	56,1	58,7

* Многопроволочные жилы.
** Жилы из 91 проволоки.

Таблица 3.12. **Масса, кг/км, одножильных силовых кабелей на напряжение 1 кВ**

S, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ, СПлнУ	СП2лУ
10	505	749	598	798	829	–	–	–	–
16	605	873	713	923	956	–	–	–	–
25*	807	1089	913	1144	1181	–	–	–	–
25	759	1032	962	1085	1122	–	–	–	–
35*	968	1264	1078	1324	1366	–	–	–	–
35	906	1191	1012	1246	1285	–	–	–	–
50*	1199	1651	1443	1720	1765	2229	2031	2322	2369
50	1115	1417	1227	1476	1518	2089	1902	2178	2222
70*	1544	1967	1744	2040	2087	2589	2377	2685	2736
95*	1877	2328	2088	2406	2459	2995	2767	3095	3150
120*	2318	2805	2545	2886	2944	3528	3282	3636	3695
150*	2712	3227	2951	3312	3374	3999	3735	4110	4177
185*	3271	3810	3517	3904	3970	4642	4359	4760	4829
240*	4065	4706	4386	4807	4880	5615	5307	5743	5805
300*	5014	5539	5193	5644	5724	6521	6188	6651	6739
400*	6208	6775	6397	6886	6976	7847	7483	7983	8075
500*	7730	8343	7932	8464	8563	9518	9121	9666	9766
625*	9433	9656	9411	9985	10 093	11 347	10 914	11 501	11 616
800*	11 565	12 195	11 702	12 338	12 456	13 847	13 368	14 019	14 140
800**	11 545	12 173	11 683	12 315	12 434	13 818	13 342	13 993	14 114

* Многопроволочные жилы.
** Жила из 91 проволоки.

Таблица 3.13. **Внешний диаметр и масса одножильных силовых кабелей с двумя контрольными жилами на напряжение 1 кВ**

S, мм²	СБУ	СБлУ	СПлУ	СП2лУ	СКлУ
			D, мм		
240	37,1	38,1	40,1	40,1	45,9
300	39,7	40,7	42,7	42,7	48,8
400	43,7	44,7	46,7	46,7	52,8
500	47,5	48,5	50,9	50,9	56,6
625	50,8	51,8	54,2	54,2	60,2
800	56,0	57,0	59,4	59,4	65,2
			g, кг/км		
240	4797	4899	5845	5924	7772
300	5609	5717	6728	6816	8988
400	7026	7141	8262	8321	10 746
500	8478	8603	10 039	10 141	12 517
625	9957	10091	11 625	11 736	14 541
800	12310	12 455	14 591	14 278	17 168

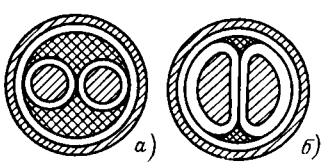


Рис. 3.2. Схема двухжильных кабелей с круглыми (*а*) и сегментными (*б*) жилами

Таблица 3.14. **Конструктивные данные круглых неуплотненных жил одножильных кабелей с двумя контрольными жилами**

S, мм²	Конструкция жилы и число проволок	D, мм		g, кг/км	
		проволоки	жилы	алюминиевых жил	медных жил
240	1 + 6 + 12 + 16	2,01	29,4	643	2120
300	1 + 6 + 12 + 16	3,26	22,8	803	2643
400	1 + 6 + 12 + 16	3,76	26,3	1068	3515
500	1 + 6 + 12 + 16	4,2	29,4	1334	4388
625	1 + 6 + 12 + + 19 + 22	3,62	32,6	1664	5478
800	1 + 6 + 12 + + 19 + 22	4,10	36,9	2194	6999

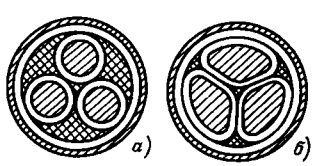


Рис. 3.3. Схема трехжильных кабелей с круглыми (*а*) и секторными (*б*) жилами

Таблица 3.15. **Внешний диаметр и масса двухжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ	АСБлУ	АСБ2лУ	АСБнУ	АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ	АСП2лУ
					D, мм						
2×6	12,4	21,3	16,9	22,3	22,3	21,3	22,3	–	–	–	–
2×10	14,0	23,7	19,3	24,7	24,7	23,7	24,7	–	–	–	–
2×16	16,2	25,7	21,3	26,7	26,7	25,7	26,7	–	–	–	–
2×25	14,4	24,1	19,7	25,1	25,1	24,1	25,1	26,1	24,5	27,1	27,1
2×35	15,8	25,5	21,1	26,5	26,5	25,5	26,5	27,5	25,9	28,5	28,5
2×50	18,0	27,5	23,1	28,5	28,5	27,5	28,5	29,5	27,9	30,5	30,5
2×70*	21,8	31,3	26,9	32,3	32,3	31,3	32,3	33,3	31,7	34,3	34,3
2×70	20,2	29,7	25,3	30,7	30,7	29,7	30,7	31,7	30,1	32,7	32,7
2×95*	24,4	33,9	29,5	34,9	34,9	33,9	34,9	35,9	34,3	36,9	36,9
2×95	22,4	31,9	27,5	32,9	32,9	31,9	32,9	33,9	32,3	34,9	34,9
2×120*	27,4	37,0	32,6	38,0	38,0	37,0	38,0	39,0	37,4	40,0	40,0
2×120	25,0	34,5	30,1	35,5	35,5	34,5	35,5	36,0	34,9	37,5	37,5
2×150*	29,6	39,2	34,8	40,2	40,2	39,2	40,2	41,2	39,6	42,2	42,2
2×150	27,4	37,0	32,6	38,0	38,0	37,0	38,0	39,0	37,4	40,0	40,0
					g, кг/км						
2×6	683	975	791	1033	1076	973	1032	–	–	–	–
2×10	817	1261	1056	1329	1376	1258	1326	–	–	–	–
2×16	1042	1460	1243	1537	1589	1463	1533	–	–	–	–
2×25	900	1353	1144	1421	1468	1350	1418	1930	1719	2028	2075
2×35	1039	1519	1293	1590	1638	1489	1587	2132	1922	2230	2279
2×50	1309	1762	1522	1837	1892	1756	1833	2427	2199	2527	2582
2×70*	1753	2204	1990	2350	2415	2260	2345	3032	2770	3144	3208
2×70	1620	2106	1847	2187	2248	2103	2184	2832	2584	2838	2998
2×95*	2152	2703	2407	2796	2867	2698	2790	3539	3255	3057	3727
2×95	1905	2425	2146	2513	2579	2420	2508	3208	2942	3321	3386
2×120*	2622	3274	2949	3373	3451	3268	3367	4192	3880	4316	4393
2×120	2315	2876	2574	2970	3042	2871	2964	3726	3439	3847	3918
2×150*	2963	3652	3309	3759	3843	3647	3752	4628	4298	2760	4843
2×150	2743	3395	3070	3494	3572	3389	3488	4313	4001	4437	4514

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.16. **Внешний диаметр и масса двухжильных силовых кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ	СП2лУ
					D, мм				
2×6	12,4	21,3	16,9	22,3	22,3	–	–	–	–
2×10	14,0	23,7	19,3	24,7	24,7	–	–	–	–
2×16	15,2	25,7	21,3	26,7	26,7	–	–	–	–
2×25*	15,4	25,1	20,7	26,1	26,1	27,1	25,5	28,1	28,1
2×25	14,4	24,1	19,7	25,1	25,1	26,1	24,5	27,1	27,1
2×35*	17,2	26,7	22,3	27,7	27,7	28,7	27,1	29,7	29,7
2×35	15,8	25,5	21,1	26,5	26,5	27,5	25,9	28,5	28,5
2×50*	19,4	28,9	24,5	29,9	29,9	30,9	29,3	31,9	31,9
2×50	17,8	27,3	22,9	28,3	28,3	29,3	27,7	30,3	30,3
2×70*	21,8	31,3	26,9	32,3	32,3	33,3	31,7	34,3	34,3
2×95*	24,4	33,9	29,5	34,9	34,9	35,9	34,3	36,9	36,9
2×120*	27,4	37,0	32,6	38,0	38,0	39,0	37,4	40,0	40,0
2×150*	29,6	39,2	34,8	40,2	40,2	41,2	39,6	42,2	42,2

Продолжение табл. 3.16

$n \times S$, мм^2	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ	СП2лУ
				g, кг/км					
2×6	757	1046	864	1106	1142	–	–	–	–
2×10	941	1386	1181	1454	1501	–	–	–	–
2×16	1244	1666	1443	1737	1789	–	–	–	–
2×25*	1285	1756	1538	1827	1874	2360	2153	2455	2504
2×25	1212	1664	1455	1733	1780	2242	2044	2335	2381
2×35*	1630	2067	1835	2143	2193	2713	2492	2813	2866
2×35	1475	1956	1734	2028	2076	2569	2359	2666	2716
2×50*	2106	2578	2326	2658	2715	3282	3042	3387	3445
2×50	1917	2366	2128	2442	2494	3025	2800	3128	3183
2×70*	2636	3147	2873	3233	3298	3915	3653	4027	4090
2×95*	3350	3901	3604	3994	4065	4742	4458	4853	4922
2×120*	4137	4788	4463	4867	4965	5706	5394	5830	5907
2×150*	4855	5544	5201	5651	5735	6521	6190	6652	6735

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.17. **Внешний диаметр, мм, трехжильных кабелей на напряжение 1 кВ с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке**

$n \times S$, мм^2	ААГУ	ААШвУ, ААШпУ	ААБлУ, ААБ2лУ	ААБлГУ	ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААП2лУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ
3×6	12,4	16,8	23,0	18,6	23,0	–	–	–	–	–
3×10	14,1	18,5	25,5	21,1	25,5	–	–	–	–	–
3×16	16,2	20,6	27,6	23,2	27,6	–	–	–	–	–
3×25	16,5	20,9	27,9	23,5	27,9	34,9	30,5	35,9	31,5	35,9
3×35	18,6	23,0	30,0	25,6	30,0	37,0	32,6	38,0	33,6	38,0
3×50	21,0	25,8	32,4	28,0	32,8	39,4	35,0	40,4	36,0	40,8
3×70	23,6	28,4	35,0	30,6	35,4	42,0	37,6	43,0	38,6	43,4
3×70*	25,6	30,4	37,0	32,6	37,4	44,0	39,6	45,0	40,6	45,4
3×95	26,6	31,4	38,0	33,6	38,4	45,0	40,6	46,0	41,6	45,4
3×95*	28,8	33,6	40,2	35,8	40,6	47,2	42,8	48,2	43,8	48,6
3×120	29,7	34,5	41,1	36,7	41,5	48,1	43,7	49,1	44,7	49,5
3×120*	32,9	38,1	44,3	39,9	45,1	51,3	46,9	52,3	47,9	53,1
3×150	32,3	37,5	43,7	39,5	44,5	50,7	46,3	51,7	47,3	52,5
3×150*	35,7	40,9	47,1	42,7	47,9	54,1	49,7	55,1	50,7	55,9
3×185	35,5	40,7	46,9	42,5	47,7	53,9	49,5	54,9	50,5	55,7
3×185*	39,6	44,8	51,0	46,6	51,8	58,0	53,6	62,0	54,6	59,8
3×240	39,9	45,1	51,3	46,9	52,1	58,3	53,9	59,3	54,9	60,1
3×240*	44,8	50,4	56,2	51,8	52,4	63,2	58,8	64,2	59,8	65,4

* Многопроволочные жилы.

приведен в табл. 3.19, масса этих кабелей – в табл. 3.20, внешний диаметр и масса кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке даны в табл. 3.21. Расчетный внешний диаметр кабелей с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке на напряжение 6 кВ указан в табл. 3.22, масса этих кабелей – в табл. 3.23; расчетный внешний диаметр кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке приведен в табл. 3.24, масса этих кабелей – в табл. 3.25; расчетные внешний диаметр и масса кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке даны в табл. 3.26. Расчетный внешний диаметр

Таблица 3.18. **Масса, кг/км, трехжильных кабелей на напряжение 1 кВ с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке**

$n \times S$, мм²	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	ААБлУ	ААБлГУ	ААБ2лУ	ААБ2лШвУ	ААБ2лШпУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААП2лУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ
3×6	240	373	340	752	569	769	775	728	—	—	—	—	—
3×10	314	462	426	1018	812	1036	1043	991	—	—	—	—	—
3×16	440	606	565	1216	993	1237	1244	1188	—	—	—	—	—
3×25	466	635	593	1252	1027	1274	1281	1225	2990	2704	3044	2750	3056
3×35	602	789	743	1461	1217	1485	1493	1432	3267	2963	3427	3115	3440
3×50	773	1004	946	1716	1452	1742	1780	1705	3687	3363	3853	3520	3901
3×70	1013	1270	1205	2046	1760	2075	2116	2035	4180	3833	4350	3996	4402
3×70*	1093	1369	1300	2195	1692	2226	2270	2184	4501	4137	4574	4202	4623
3×95	1303	1589	1518	2440	2128	2472	2517	2429	4730	4358	4907	4526	4962
3×95*	1400	1707	1630	2613	2282	2648	2669	2602	5071	4681	5253	4854	5311
3×120	1605	1922	1843	2850	2612	2886	2935	2839	5396	4997	5477	5070	5537
3×120*	1755	2135	2038	3111	2745	3150	3241	3126	5609	5383	5999	5565	6108
3×150	1913	2287	2192	3248	2887	3286	3337	3268	5956	5535	6043	5614	6151
3×150*	2098	2508	2404	3552	3162	3593	3691	3569	6409	5959	6605	6146	6720
3×185	2299	2707	2604	3746	3357	3787	3884	3762	6606	6158	6801	6345	6916
3×185*	2615	3066	2952	4203	3780	4249	4355	4222	7304	6820	7508	7016	7631
3×240	2954	3409	3294	4553	4127	4600	4706	4573	7649	7163	7653	7359	7979
3×240*	3309	3859	3718	5078	4610	5130	5296	5135	8503	7975	8718	8182	8909

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.19. **Внешний диаметр, мм, трехжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБ2лУ, АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2лГУ	АСПлУ, АСП2лУ, АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×6	13,0	21,9	17,5	18,5	22,9	—	—	—	—	—	17,1	23,3
3×10	14,7	24,4	20,0	21,0	25,4	—	—	—	—	—	18,8	25,8
3×16	17,1	26,6	22,2	23,2	27,6	—	—	—	—	—	20,8	28,0
3×25	17,2	26,7	22,3	23,3	27,7	28,7	27,1	28,1	29,7	35,6	21,1	28,1
3×35	19,5	29,0	24,6	25,6	30,0	31,0	29,4	30,4	32,0	37,9	23,2	30,4
3×50	21,8	31,3	26,9	27,9	32,3	33,3	31,7	32,7	34,3	40,2	25,9	33,1
3×70	24,2	33,7	29,3	30,3	34,7	36,7	34,1	35,1	36,7	42,6	28,5	35,5
3×95	27,2	36,8	32,4	33,4	37,8	38,8	37,2	38,2	39,8	45,6	31,6	38,6
3×120	30,5	39,8	35,4	36,4	40,8	41,8	40,2	41,2	42,8	48,9	34,5	41,6
3×150*	35,2	44,3	40,1	41,1	45,3	46,5	44,9	45,9	47,5	53,6	39,7	46,7

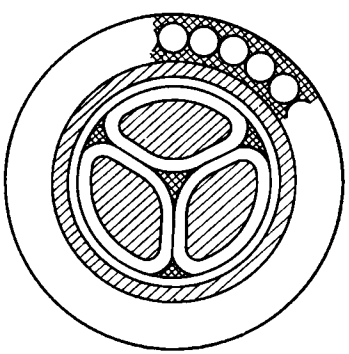


Рис. 3.4. Схема трехжильного силового кабеля в броне из круглых стальных проволок марки СК

Рис. 3.5. Силовой кабель в металлической оболочке марки СГ

Продолжение табл. 3.19

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБ2лУ, АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2лГУ	АСПлУ, АСП2лУ, АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×150	33,3	42,6	38,2	39,2	43,6	44,6	43,0	44,0	45,6	51,7	37,8	44,8
3×185*	38,8	48,1	43,7	44,7	49,1	50,5	48,9	49,9	51,5	57,2	43,3	50,3
3×185	36,5	45,8	41,4	42,4	46,8	47,8	46,2	47,2	48,8	54,9	41,0	48,0
3×240*	43,6	52,6	48,2	49,2	53,6	55,0	53,4	54,4	56,0	62,0	48,2	55,2
3×240	40,9	49,9	46,5	46,5	50,9	52,2	50,1	51,7	53,3	59,3	45,1	52,1

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.20. **Масса, кг/км, трехжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ, АСБнУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБлнУ	АСБ2лУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2лГУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×6	739	1040	851	942	1098	1139	—	—	—	—	—	—	—	725	1157
3×10	893	1351	1140	1245	1420	1671	—	—	—	—	—	—	—	873	1486
3×16	1160	1598	1367	1481	1671	1721	—	—	—	—	—	—	—	1068	1744
3×25	1195	1633	1401	1517	1708	1758	2278	2057	2202	2378	2431	2377	3825	1102	1481
3×35	1485	1958	1706	1831	2039	2094	2664	2423	2577	2770	2828	2766	4335	1375	2119
3×50	1763	2277	2003	2140	2362	2423	3043	2781	2947	3155	3497	3151	4840	1662	2478
3×70	2172	2720	2426	2574	2812	2878	3550	3268	3445	3668	3737	3665	5479	2054	2938
3×95	2679	3328	3006	3169	3427	3503	4240	3930	4123	4365	4442	4363	6275	2594	3567
3×120	3315	3830	3482	3659	3937	4018	4822	4486	4693	4954	5039	4951	7217	3031	4090
3×150*	4146	4732	4339	4540	4849	4941	5848	5470	5701	5991	6086	5988	8516	3864	5061
3×150	3825	4387	4012	4203	4500	4588	5453	5093	5312	5592	5684	5588	8011	3559	4703
3×185*	4916	5545	5121	5339	5671	5774	6967	6554	6805	7124	7228	7119	9636	4602	5902
3×185	4534	5136	4732	4940	5256	5354	6286	5897	6132	6433	6531	6429	9031	4241	5477
3×240*	6068	6505	6039	6280	6639	6753	8068	7615	7886	8232	8347	8228	11248	5508	6944
3×240	5723	6142	5703	5930	6273	6380	7623	7192	7452	7781	7889	7778	10643	5161	6514

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.21. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБ2лГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СП2лГУ	СПлУ, СП2лУ, СПлнУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СПШвУ
	D, мм													
3×6	13,0	21,9	17,5	18,5	22,9	22,9	—	—	—	—	—	—	—	—
3×10	14,7	24,4	20,0	21,0	25,4	25,4	—	—	—	—	—	—	—	—
3×16	17,1	26,6	22,2	23,2	27,6	27,6	—	—	—	—	—	21,0	27,0	—
3×25*	18,0	27,5	23,1	24,1	28,5	28,5	29,5	27,9	28,9	30,5	36,4	21,9	27,9	29,9
3×25	17,1	26,6	22,2	23,2	27,6	27,6	28,6	27,0	28,0	29,6	35,5	21,0	27,0	29,0
3×35*	20,2	29,7	25,3	26,3	30,7	30,7	31,7	30,1	31,1	32,7	38,6	24,1	30,1	32,1
3×35	19,3	28,8	24,4	25,4	29,8	29,8	30,8	29,2	30,2	31,8	37,7	23,2	29,2	31,2
3×50*	22,8	32,3	27,9	28,9	33,3	33,3	34,3	32,7	33,7	35,3	41,2	27,1	33,1	35,1
3×50	21,8	31,1	26,7	27,7	32,1	32,1	33,1	31,5	32,5	34,1	40,0	25,9	31,9	33,9
3×70*	25,7	35,2	30,8	31,8	36,2	36,2	27,2	35,6	36,6	38,2	44,1	30,0	36,0	38,0
3×95*	29,3	38,9	34,5	35,5	39,9	39,9	40,9	39,3	40,3	41,9	47,7	33,7	39,7	41,7
3×120*	33,3	42,8	38,2	39,2	43,8	43,8	44,6	43,0	44,0	45,6	51,7	37,8	43,8	45,8

Продолжение табл. 3.21

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБиУ	СБГУ	СБ2лГУ	СБлУ, СБлиУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СП2лГУ	СПлУ, СП2лУ, СПлиУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СПШвУ
3×150*	36,9	46,2	41,8	42,8	47,2	47,2	48,2	46,6	47,6	49,2	55,3	41,4	47,4	49,4
3×185*	41,0	50,0	45,6	46,6	57,0	57,0	52,4	50,8	51,8	53,4	59,4	45,2	51,2	53,6
3×240*	45,8	55,0	50,6	51,6	56,0	56,0	57,4	55,8	56,8	58,4	64,2	50,6	56,6	59,0
							g, кг/км							
3×6	852	1151	963	1054	1210	1251	—	—	—	—	—	—	—	—
3×10	1078	1536	1325	1430	1605	1650	—	—	—	—	—	—	—	—
3×16	1476	1913	1682	1798	1989	1982	—	—	—	—	—	1386	1934	—
3×25*	1730	2182	1943	2063	2259	2311	2849	2621	2769	2949	4439	1633	2205	2876
3×25	1656	2092	1861	1977	2168	2218	2735	2516	2661	2837	4278	1565	2113	2761
3×35*	2212	2699	2440	2570	2780	2838	3424	3176	3333	3530	5133	2099	2723	3452
3×35	2127	2599	2349	2474	2679	2734	3298	3060	3215	3405	4960	2020	2622	3326
3×50*	2806	3334	3050	3193	3420	3485	4127	3857	4026	4239	5977	2698	3388	4194
3×50	2689	3199	2926	3063	3283	3343	3958	3699	3864	4070	5746	2588	3251	4019
3×70*	3639	4213	3903	4060	4306	4377	5063	4786	4970	5202	7090	2513	4273	5150
3×95*	4691	5377	5036	5209	5480	5560	6344	6016	6219	6475	8491	2597	5445	6420
3×120*	5889	6453	6078	6268	6565	6653	7518	7158	7377	7657	10077	5624	6566	7642
3×150*	7166	7774	7366	7545	7895	7992	8936	8541	8778	9080	11700	6669	7895	9067
3×185	8863	9286	8844	9069	9412	9519	10766	10335	10594	10923	13795	8299	9418	10910
3×240	10876	11499	11012	11264	11641	11758	13137	12662	12946	13310	16272	10455	11694	13347

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.22. **Внешний диаметр, мм, трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке на напряжение 6 кВ**

$n \times S$, мм²	ААГУ	ААШвУ, ААШпУ	ААБлУ, ААБ2лУ	ААБлГУ	ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ	ААПлУ, ААП2лУ	ААПлГУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ	ААБвУ	ААБвГУ
3×10	20,8	25,6	32,2	27,8	32,6	—	—	—	—	34,2	29,8
3×16	23,2	28,0	34,6	30,2	35,0	41,6	37,2	38,2	43,0	36,6	32,2
3×25	23,1	27,9	34,5	30,1	34,9	41,5	37,1	38,1	42,9	36,5	32,1
3×35	25,0	29,8	36,4	32,0	36,8	43,4	39,9	40,9	44,8	38,4	34,0
3×50	27,5	32,3	38,9	34,5	39,3	45,9	41,5	42,5	47,3	40,9	36,5
3×70	29,8	34,6	41,2	36,8	41,6	48,2	43,8	44,8	49,6	43,2	38,8
3×70*	31,8	37,0	43,2	38,8	44,0	50,2	45,8	46,8	52,0	45,6	41,2
3×95	32,5	37,7	43,9	39,5	44,7	50,9	46,5	47,5	52,7	46,3	41,9
3×95*	34,7	39,9	46,1	41,7	46,9	53,1	48,7	49,7	54,9	48,5	44,1
3×120	35,0	40,2	46,4	42,0	47,2	53,4	49,0	50,0	56,2	48,8	44,4
3×120*	38,8	43,5	49,7	46,3	50,5	56,7	52,3	53,3	58,6	52,1	47,7
3×150	37,7	42,9	49,1	44,7	49,9	56,1	51,7	52,7	62,9	61,5	47,1
3×150*	41,4	47,0	52,8	48,4	54,0	59,8	55,4	66,4	58,0	55,6	51,2
3×185	40,8	46,4	52,2	47,8	53,4	59,2	54,8	55,8	61,4	55,0	50,6
3×185*	44,5	50,1	55,1	51,5	57,1	62,9	58,6	59,6	55,1	58,7	54,3
3×240	44,8	50,4	56,2	51,8	57,4	63,2	58,8	59,8	55,4	59,0	54,8
3×240*	49,4	55,0	60,8	56,4	62,0	67,8	63,4	64,4	70,1	63,6	59,2

* Многопроволочные жилы.

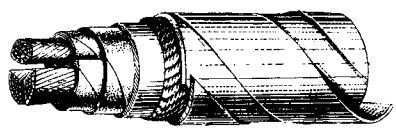


Рис. 3.6. Силовой кабель в броне из стальных лент марки СБГ

Таблица 3.23. **Масса, кг/км, трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке на напряжение 6 кВ**

$n \times S$, мм²	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	ААБлУ	ААБлГУ	ААБ2лУ	ААБ2лШвУ	ААБ2лШпУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААП2лУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ	ААБвУ	ААБвГУ
3×10	604	833	775	1539	1277	1565	1603	1528	–	–	–	–	–	1718	1435
3×16	755	1008	944	1774	1491	1802	1843	1763	3914	3571	3982	3631	4033	1962	1659
3×25	806	1058	995	1822	1539	1850	1890	1810	3963	3621	4031	3680	4082	2010	1707
3×35	955	1225	1157	2036	1736	2066	2109	2025	4249	3891	4423	4056	4476	2332	1914
3×50	1183	1478	1404	2351	2032	2385	2431	2340	4728	4349	4907	4519	4964	2558	2218
3×70	1426	1744	1664	2675	2335	2710	2759	2663	5218	4819	5300	4892	5360	2891	2531
3×70*	1533	1902	1808	2851	2494	2889	2978	2866	5465	5048	5653	5228	5759	3118	2738
3×95	1740	2116	2021	3082	2720	3121	3211	3097	5787	5364	5874	5443	5982	3353	2967
3×95*	1864	2263	2162	3283	2901	3323	3419	3299	6054	5613	6248	5798	6361	3565	3160
3×120	2033	2435	2333	3461	3078	3503	3599	3478	6330	5886	6422	5970	6536	3745	3337
3×120*	2247	2684	2573	3790	3378	3833	3938	3809	6810	6336	7011	6530	7132	4090	3655
3×150	2400	2831	2722	3922	3515	3966	4069	3941	6951	6484	7050	6574	7169	4220	3789
3×150*	2674	3185	3054	4325	3887	4373	4530	4378	7499	7000	7707	7200	7887	4693	4227
3×185	2854	3357	3228	4424	4050	4531	4685	4536	7667	7173	7873	7371	8052	4848	4367
3×185*	3136	3682	3542	4894	4429	4946	5111	4951	8324	7799	8538	8005	8728	5280	4788
3×240	3487	4037	3896	5256	4789	5308	5474	5313	8681	8154	8896	8360	9087	5644	5149
3×240*	3825	4427	4273	5754	5247	5810	5991	5816	9513	8946	9635	9059	9840	6168	5634

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.24. **Внешний диаметр, мм, трехжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 6 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБ2лУ, АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2ГУ	АСПлУ, АСП2лУ, АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×10	21,6	31,1	26,7	27,7	32,1	–	–	–	–	–	25,9	32,9
3×16	24,0	33,5	29,1	30,1	34,5	35,5	33,9	34,9	36,5	42,4	28,8	35,3
3×25	23,8	33,3	28,9	29,9	34,3	35,3	33,7	34,7	36,3	42,2	28,1	35,1
3×35	25,7	35,2	30,8	31,8	36,2	37,2	35,6	36,6	38,2	44,1	30,0	37,0
3×50	28,2	37,8	33,4	34,4	38,8	39,8	38,2	39,2	40,8	46,6	32,6	39,6
3×70	30,7	40,0	35,6	36,6	41,0	42,0	40,4	41,4	43,0	49,1	34,8	41,8
3×95	33,2	42,5	38,1	39,1	43,5	44,5	42,9	43,9	45,5	51,6	37,7	44,7
3×120	36,0	45,3	40,9	41,9	46,2	47,3	45,7	46,7	48,3	54,4	40,5	47,5
3×150*	40,8	49,8	45,4	46,4	50,8	52,2	50,6	51,6	53,2	59,2	45,0	52,0
3×150	38,9	48,2	42,8	44,8	49,2	50,0	49,0	50,0	51,6	57,3	43,4	50,4
3×185*	43,8	52,8	48,4	49,4	53,8	55,2	53,6	54,6	56,2	62,2	48,4	55,4
3×185	41,7	50,7	46,3	47,3	51,7	53,1	51,5	52,5	54,1	60,1	46,3	53,3
3×240*	48,7	57,7	53,3	54,3	58,7	60,1	58,5	59,5	61,1	67,1	53,3	60,3
3×240	45,5	54,7	50,3	51,3	55,7	57,1	55,5	56,5	58,1	63,9	50,3	57,3

* Многопроволочные жилы.

кабелей на напряжение 10 кВ с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке приведен в табл. 3.27, масса этих кабелей – в табл. 3.28; расчетный внешний диаметр кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке указан в табл 3.29, масса этих кабелей – в табл. 3.30; кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке – в табл. 3.31.

Четырехжильные кабели изготовляют на рабочее напряжение 1 кВ сечением 10–185 мм². Четвертая жила в четырехжильных кабелях является заземляющей. Соотношение

Таблица 3.25. **Масса, кг/км, трехжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 6 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБнУ	АСБГУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБлнУ	АСБ2лУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2лУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3 × 10	1562	2069	1798	1935	2155	2215	–	–	–	–	–	–	–	1460	2270
3 × 16	1883	2430	2136	2287	2519	2589	3254	2973	3152	3370	3442	3369	5172	1767	2646
3 × 25	1950	2494	2202	2350	2585	2651	3313	3034	3209	3427	3496	3427	5220	1837	2709
3 × 35	2198	2773	2464	2621	2867	2938	3643	3347	3532	3762	3836	3761	5653	2074	3000
3 × 50	2621	3290	2957	3125	3389	3466	4226	3908	4105	4353	4433	4351	6316	2531	3533
3 × 70	3163	3702	3351	3531	3809	3892	4699	4361	4569	4832	4917	4829	7108	2898	3962
3 × 95	3606	4181	3806	3998	4292	4380	5244	4883	5104	5381	5472	5379	7800	3555	4495
3 × 120	4190	4785	4384	4588	4902	4996	5919	5535	5769	6065	6163	6088	8632	3897	5118
3 × 150*	5300	5720	5281	5505	5848	5953	7193	6766	7027	7356	7464	7351	10 211	4740	6089
3 × 150	4874	5507	5081	5298	5631	5733	6929	6515	6766	7085	7189	7079	9602	4559	5863
3 × 185*	5928	6367	5901	6141	6505	6617	7936	7480	7754	8104	8219	8096	11 130	5366	6807
3 × 185	5648	6073	5625	5857	6205	6315	7576	7141	7404	7739	7850	7733	10 646	5115	6497
3 × 240*	7110	7580	7070	7332	7729	7853	9301	8802	9098	9478	9605	9472	12 787	6480	8060
3 × 240	6508	4131	6647	6896	7271	7388	8764	8293	8568	8929	9049	8922	11 875	6091	7586

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.26. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напряжение 6 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБ2лГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СП2лГУ	СПлУ, СП2лУ, СПлнУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СБ2лШвУ	СПШвУ
								D, мм							
3 × 10	21,6	31,1	26,7	27,7	32,1	32,1	–	–	–	–	–	25,9	31,9	32,9	–
3 × 16	24,0	33,5	29,1	30,1	34,5	34,5	35,5	33,9	34,9	36,5	42,4	28,3	34,3	35,3	36,3
3 × 25*	24,7	34,2	29,8	30,8	35,2	35,2	36,2	34,6	35,6	37,2	43,1	29,0	35,0	36,0	37,0
3 × 25	23,9	33,4	29,0	30,0	34,4	34,4	35,4	33,8	34,8	36,4	42,3	28,2	34,2	35,2	36,2
3 × 35*	26,8	36,4	32,0	33,0	37,4	37,4	38,4	36,8	37,8	39,4	45,2	31,2	37,2	38,2	39,2
3 × 35	25,8	35,3	30,9	31,9	36,3	36,3	37,3	35,7	36,7	38,3	44,2	30,1	36,1	37,1	38,1
3 × 50*	29,3	38,9	34,5	35,5	39,9	39,9	40,9	39,3	40,3	41,9	47,7	33,7	39,7	40,7	41,7
3 × 50	28,1	37,7	33,3	34,3	38,7	38,7	39,7	38,1	39,1	40,7	46,5	32,5	38,5	39,5	40,5
3 × 70*	32,3	41,6	37,2	38,2	42,6	42,6	43,6	42,0	43,0	44,6	50,7	36,8	42,8	43,8	44,8
3 × 95*	35,8	45,1	40,7	41,7	46,1	46,1	47,1	45,5	46,5	48,1	54,2	40,3	46,3	47,3	48,3
3 × 120*	39,0	48,3	43,9	44,9	49,3	49,3	50,7	49,1	50,1	51,7	57,4	43,5	49,5	50,5	51,9
3 × 150*	42,6	51,6	47,2	48,2	52,6	52,6	54,0	52,4	53,4	55,0	61,0	47,2	53,2	54,2	55,6
3 × 185*	45,7	54,9	50,5	51,5	56,9	55,9	57,2	55,7	56,7	58,3	64,1	50,5	56,5	57,5	58,9
3 × 240*	50,6	59,6	56,2	56,2	60,6	60,6	62,0	60,4	61,4	63,0	73,0	55,2	61,2	62,2	63,6

Продолжение табл. 3.26

$n \times S$, мм^2	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБ2лГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СП2лГУ	СПлУ, СП2лУ, СПлнУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СБ2лШвУ	СПШвУ
	g, кг/км														
3×10	1790	2298	2035	2162	2382	2442	—	—	—	—	—	1687	2350	2497	—
3×16	2222	2769	2475	2626	2858	2928	3593	3312	3491	3709	5511	2106	2826	2985	3657
3×25*	2512	3068	2769	2921	3162	3231	3912	3625	3806	4031	5867	2392	3128	3291	3977
3×25	2423	2966	2675	2823	3057	3125	3788	3509	3686	3906	5701	2307	3024	3183	3854
3×35*	3051	3694	3374	3536	3790	2864	3596	4269	4478	4717	6609	2968	3756	3929	4666
3×35	2855	3429	3120	3277	3523	3694	4302	4005	4190	4420	6318	2728	3490	3658	4371
3×50*	2694	4381	4040	4213	4484	4564	5348	5020	5223	5479	7495	3601	4449	4632	5424
3×50	3552	4217	3887	4055	4317	4395	5152	4834	5032	5280	7238	3463	4283	4461	5226
3×70*	4666	5220	4853	5039	5328	5414	6259	5905	6096	6393	6756	4411	5330	5527	6378
3×95*	5811	6405	6007	6212	6522	6618	7537	7153	7358	7680	10240	5524	6524	6740	7666
3×120*	6946	7580	7153	7369	7703	7804	9008	8593	8644	9165	11682	6630	7707	7935	9147
3×150*	8358	8790	8335	8567	8922	9033	10319	9876	10111	10484	13445	7812	8975	9219	10518
3×185*	9682	10307	9620	10071	10448	10565	11941	11466	11750	12111	15066	9263	10501	10764	12150
3×240*	11920	12403	11874	12145	12554	12672	14180	13665	13970	14355	20370	11263	12613	12887	14398

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.27. **Внешний диаметр, мм, трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке на напряжение 10 кВ**

$n \times S$, мм^2	ААГУ	ААШвУ, ААШпУ	ААБлУ	ААБлГУ	ААБ2лУ	ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ	ААБвУ	ААБвГУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААП2лУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ
3×16	27,2	32,0	38,6	34,2	38,6	39,0	40,6	36,2	45,6	41,2	46,6	42,4	47,0
3×25	27,1	31,9	38,5	34,1	38,5	38,9	40,5	36,1	45,1	41,1	46,5	42,1	46,9
3×35	29,0	33,8	40,4	36,0	40,4	40,8	42,4	38,0	47,4	43,0	48,4	44,0	48,8
3×50	31,3	36,5	42,7	38,3	42,7	43,5	45,1	40,7	49,7	45,3	50,1	46,3	51,3
3×70	33,6	38,8	45,0	40,6	43,0	45,6	47,4	43,0	52,0	47,6	53,0	48,6	53,8
3×70*	35,6	40,8	47,0	42,6	47,0	47,8	49,4	45,0	54,0	49,6	55,0	50,6	55,4
3×95	36,5	41,7	47,9	43,3	47,9	48,7	50,3	45,9	54,9	40,5	55,9	51,5	56,6
3×95*	38,7	42,9	50,1	45,7	50,1	50,9	52,5	48,1	57,1	52,7	58,1	53,7	58,9
3×120	38,9	44,1	50,3	45,9	50,3	51,1	52,7	48,3	57,3	52,9	58,3	53,9	59,1
3×120*	42,4	48,0	53,8	49,4	53,8	55,0	56,6	52,2	60,3	56,4	61,8	57,4	63,0
3×150	41,8	47,4	53,2	48,8	53,2	54,4	58,0	51,6	60,2	55,8	61,2	56,8	62,4
3×150*	45,4	50,9	56,7	52,3	56,7	57,9	59,6	55,1	63,7	59,3	64,7	60,3	65,9
3×185	44,8	50,4	56,2	51,8	56,2	57,4	59,0	54,6	63,2	58,8	64,2	59,8	65,4
3×185*	48,3	53,9	59,7	55,8	59,7	60,9	62,5	58,1	66,7	62,3	67,7	63,3	68,9
3×240	48,6	54,2	60,0	55,6	60,0	61,2	62,8	58,4	67,0	62,6	68,0	63,6	69,2
3×240*	53,3	59,3	65,9	61,5	65,9	67,5	66,3	64,3	71,7	67,3	72,7	68,3	74,3

* Многопроволочные жилы.

сечений рабочих и заземляющих или нулевых жил приведено в табл. 1.17. ГОСТ 18410-73 предусмотрен выпуск четырехжильных кабелей с жилами одинакового сечения 10–120 мм^2. В этих кабелях четыре круглые или секторные жилы скручивают (угол сектора 90°) с заполнением между жилами жгутами сульфатной бумаги до получения круглой формы, накладывают поясную изоляцию, оболочку и защитные покровы (рис. 3.7).

Кабели с нулевой жилой меньшего сечения, чем рабочие, скручивают из трех круглых изолированных рабочих жил сечением 10 и 16 мм^2 и одной круглой нулевой жилы сечением 6 или 10 мм^2, трех секторных рабочих изолированных жил сечением от 25 мм^2 и одной круглой жилы сечением до 16 мм^2 или трех секторных изолированных рабочих жил сечением 50 мм^2 и одной секторной изолированной нулевой жилы сечением от 25 мм^2 с заполнением промежутков между ними жгутами сульфатной бумаги до получения круглой формы, накладывают поясную изоляцию, оболочку и защитные покровы. При скрутке кабеля с нулевой жилой меньшего сечения угол сектора рабочей жилы обычно принимают равным

Таблица 3.28. **Масса, кг/км, трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами в алюминиевой оболочке на напряжение 10 кВ**

$n \times S$, мм²	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	ААБлУ	ААБлГУ	ААБ2лУ	ААБ2лШвУ	ААБ2лШпУ	ААБвУ	ААБвГУ	ААПлУ	ААПлГУ	ААП2лУ	ААП2лГУ	ААП2лШвУ
3×16	1008	1300	1227	2166	1849	2199	2245	2155	2371	2034	4548	4171	4624	4239	4681
3×25	1043	1334	1261	2198	1881	2230	2275	2186	2402	2066	4581	4205	4657	4272	4713
3×35	1209	1518	1441	2429	2096	2464	2512	2418	2642	2289	4884	4491	5056	4665	5124
3×50	1429	1792	1699	2729	2377	2766	2854	2743	2994	2618	5351	4939	5537	5117	5643
3×70	1690	2077	1979	3070	2698	3110	3203	3086	3347	2951	5859	5427	5949	6508	6059
3×70*	1812	2221	2117	3262	2873	3304	3401	3279	3548	3136	6121	5672	6316	5859	6431
3×95	2044	2462	2356	3526	3128	3567	3667	3542	3816	3395	6471	6014	6566	6101	6683
3×95*	2200	2642	2530	3758	3342	3803	3907	3777	4060	3621	6771	6295	6973	6489	7095
3×120	2366	2810	2698	3930	3513	3976	4080	5949	4234	3793	7042	6565	7143	6657	7265
3×120*	2643	3166	3031	4329	3882	4378	4537	4583	4702	4228	7588	7081	7798	7282	7981
3×150	2793	3308	3176	4458	4016	4506	4664	4511	4828	4358	7727	7225	7833	7323	8015
3×150*	3075	3631	3488	4862	4390	4914	5082	4919	5252	4759	8278	7747	8494	7954	8686
3×185	3256	3805	3664	5026	4557	5076	5243	5081	5412	4917	8450	7922	8664	8128	8855
3×185*	3524	4114	3963	5415	4917	5470	5647	5475	5823	5298	9089	8532	9209	8643	9411
3×240	3879	4473	4321	5780	5280	5836	6014	5841	6190	5663	9459	8890	9875	9104	9875
3×240*	4290	4988	4807	7048	6467	7079	7332	7125	7490	6912	10833	9554	10487	9878	10767

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.29. **Внешний диаметр, мм, трехжильных силовых кабелей на напряжение 10 кВ с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ	АСБ2лГ	АСБлУ, АСБ2лУ, АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСП2лГУ	АСПлУ, АСП2лУ, АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×16	27,8	37,4	33,0	34,0	38,4	39,4	37,8	38,8	40,4	46,2	32,2	39,2
3×25	27,9	37,5	33,1	34,1	38,5	39,5	37,9	38,9	40,5	46,3	32,3	39,3
3×35	30,0	39,3	34,9	35,9	40,3	41,3	39,7	40,7	42,3	48,4	34,1	41,1
3×50	32,3	41,6	37,2	38,2	42,6	43,6	42,0	43,0	44,6	50,7	36,8	43,8
3×70	34,8	44,1	39,7	40,7	45,1	46,1	44,5	45,5	47,1	53,2	39,3	46,8
3×95	37,4	47,0	42,6	43,6	48,0	49,0	47,4	48,4	50,0	56,1	42,2	49,2
3×120	40,0	49,3	44,9	45,9	50,3	51,7	50,1	51,1	52,7	58,4	44,5	51,5
3×150*	44,6	53,6	49,2	50,2	54,6	56,0	54,4	55,4	57,0	63,0	49,2	56,2
3×150	43,0	52,0	47,6	50,6	53,0	54,4	52,8	53,8	55,4	61,4	47,6	54,6
3×185*	47,9	56,9	52,5	53,5	57,9	59,3	57,7	58,7	60,3	66,3	52,5	59,5
3×185	45,5	54,7	50,3	51,3	55,7	57,1	55,5	56,6	58,1	63,9	50,3	57,3
3×240*	52,8	63,0	58,6	59,6	64,0	64,2	62,6	63,6	65,2	75,2	57,8	66,0
3×240	49,5	58,5	54,1	55,1	59,5	60,9	59,3	60,3	61,9	67,9	54,1	61,1

* Многопроволочные жилы.

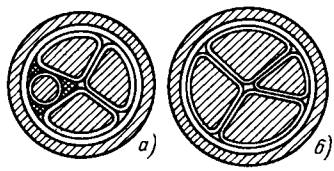


Рис. 3.7. Схема четырехжильных кабелей марки ААГ:

а — с секторными рабочими жилами и круглой нулевой жилой; *б* — с секторными жилами

Таблица 3.30. **Масса, кг/км, трехжильных силоных кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 10 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ, АСБиУ	АСБГУ	АСБ2лГУ	АСБлУ, АСБлнУ	АСБ2л	АСПУ	АСПГУ	АСП2лГУ	АСПлУ, АСПлнУ	АСП2лУ	АСКлУ	АСШвУ	АСБ2лШвУ
3×16	2433	3092	2764	2931	3193	3269	4021	3706	3901	4148	4226	6090	2345	3335
3×25	2476	3127	2809	2976	3238	3314	4068	3752	3949	4195	4274	6141	2389	3380
3×35	2915	3438	3092	3268	3541	3622	4418	4085	4289	4545	4629	6782	2649	3692
3×50	3263	3817	3450	3636	3925	4011	4856	4502	4718	4990	5078	7353	3008	4124
3×70	3793	4365	3967	4185	4492	4583	5480	5107	5334	5623	5717	8127	3515	4702
3×95	4447	5061	4647	4859	5182	5283	6242	5813	6082	6391	6493	9057	4140	5409
3×120	4903	5545	5110	5335	5676	5780	7007	6532	6888	7164	7271	9739	4578	5912
3×150*	5929	6373	5900	6142	6514	6626	7964	7503	7780	8134	6713	11 209	5356	6820
3×150	5694	6127	5667	5904	6263	6373	7670	7222	7491	7834	7947	10 819	5142	6561
3×185*	6773	7239	7673	6993	7384	7506	8934	8441	8734	9108	9233	12 373	6154	7711
3×185	6279	6889	6405	6654	7029	7146	8515	8043	8326	8667	8807	11 633	5849	7344
3×240*	8022	9151	8591	8886	9321	9454	10 367	9831	10 147	10 554	10 690	16 768	7306	9739
3×240	7342	7817	7299	7566	7966	8092	9561	9057	9357	9743	9872	13 094	6701	8304

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.31. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напряжение 10 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБиУ	СБГУ	СБ2лГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ
				D, мм				
3×16	28,0	37,6	33,2	34,2	38,6	38,6	39,6	38,0
3×25*	28,7	38,3	33,9	34,9	39,3	39,3	40,3	38,7
3×25	27,8	37,4	33,0	34,0	38,4	38,4	39,4	37,8
3×35*	30,9	40,2	35,8	36,8	41,2	41,2	42,2	40,6
3×35	30,1	39,4	35,0	36,0	40,4	40,4	41,4	39,8
3×50*	33,5	42,8	38,4	39,4	43,8	43,8	44,8	43,2
3×50	32,3	41,6	37,2	38,2	42,6	42,6	43,6	42,0
3×70*	36,3	45,6	41,2	42,2	46,6	50,2	47,6	46,0
3×95*	39,9	49,2	44,8	45,8	50,2	53,2	51,6	50,0
3×120*	43,2	52,2	47,8	48,8	53,2	56,7	54,6	53,0
3×150*	46,5	55,7	51,3	52,3	56,7	59,7	58,1	56,5
3×185*	49,7	58,7	54,3	55,3	59,7	59,7	61,1	59,5
3×240*	54,7	64,9	60,5	61,5	65,9	65,9	66,1	64,5
				g, кг/км				
3×16	2752	3412	3082	3251	3511	3589	4345	4029
3×25*	3038	3713	3378	3549	3816	3895	4664	4341
3×25	2934	3593	3265	3432	3694	3770	4522	4207
3×35*	3678	4213	3860	4040	4320	4401	5214	4874
3×35	3563	4093	3747	3924	4199	4280	5075	4742
3×50*	4358	4925	4548	4741	5036	5126	5997	5633
3×50	4197	4750	4383	4659	4858	4944	5789	5435
3×70*	5309	5912	5508	5713	6029	6124	7055	6669
3×95*	6512	7155	6720	6944	7283	7793	8610	8187
3×120*	7777	8211	7750	7989	8348	8459	9764	9312
3×150*	9008	9641	9149	9401	9783	9904	11 300	10 819
3×185*	10 511	10 990	10 469	10 736	11 137	11 265	12 639	12 232
3×240*	12 834	13 996	13 420	13 722	14 170	14 308	15 245	14 694

* Многопроволочные жилы.

Продолжение табл. 3.31

$n \times S$, мм²	СП2лГУ	СПлУ, СПлнУ	СП2лУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СБ2лШвУ	СПШвУ
				D, мм				
3×16	39,0	40,6	40,6	46,4	32,4	38,4	39,4	40,4
3×25*	39,7	41,3	41,3	47,1	33,1	39,1	40,1	41,1
3×25	38,8	40,4	40,4	46,2	32,2	38,2	39,2	40,2
3×35*	41,6	43,2	43,2	49,3	35,0	39,6	41,6	43,0
3×35	40,8	42,4	42,4	48,5	34,2	40,2	41,2	42,2
3×50*	44,2	45,8	45,8	51,9	38,0	44,0	45,0	46,0
3×50	43,0	44,6	44,6	50,7	36,8	42,8	43,8	44,8
3×70*	47,0	48,6	48,6	54,7	40,8	46,8	47,8	48,8
3×95*	51,0	52,6	52,6	58,3	44,4	50,4	51,4	52,8
3×120*	54,0	55,6	55,6	61,6	47,8	53,8	54,8	56,2
3×150*	57,5	59,1	59,1	64,9	51,3	57,3	58,3	59,7
3×185*	60,5	62,1	62,1	68,1	54,3	60,3	61,3	62,7
3×240*	65,5	67,1	67,1	77,1	59,7	66,9	67,9	68,1
				g, кг/км				
3×16	4226	4471	4561	6423	2662	3521	3656	4419
3×25*	4541	4794	4874	6781	2947	3826	3962	4740
3×25	4402	4649	4727	6591	2846	3701	3836	4594
3×35*	5083	5347	5431	7633	3404	4331	4474	5293
3×35	4946	5265	5289	7446	3302	4208	4349	5151
3×50*	5854	6133	6225	8564	4092	5082	5243	6120
3×50	5651	5923	6011	8286	3941	4909	5057	5908
3×70*	6902	7200	7298	9788	5018	6086	6247	7187
3×95*	8443	8770	8876	11 337	6187	7344	7520	8753
3×120*	9583	9926	10 040	12 920	7223	8461	8648	9963
3×150*	11 104	11 472	11 594	14 470	8581	9909	10 105	11 512
3×185*	12 534	12 920	13 049	16 282	9867	11 271	11 477	12 964
3×240*	15 022	15 441	15 582	21 835	12 173	14 368	14 592	15 541

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.32. **Расчетные внешний диаметр и масса четырехжильных силовых кабелей с алюминиевымв жиламв одинакового сечения в свинцовой оболочке на навряжевие 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ	АСБлУ	АСБ2лУ	АСБнУ	АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ
						D, мм								
4×10	16,2	25,7	21,3	26,7	26,7	25,7	26,7	–	–	–	–	–	–	20,1
4×16	18,6	28,1	23,7	29,1	29,1	28,1	29,1	30,1	28,5	31,1	31,1	31,1	–	22,5
4×25	19,3	28,8	24,4	29,8	29,8	28,8	29,8	30,8	29,2	31,8	31,8	31,8	37,7	23,2
4×35	21,5	31,0	26,6	32,0	32,0	31,0	32,0	28,0	31,4	34,0	34,0	34,0	39,9	25,8
4×50	24,4	33,9	29,5	34,9	34,9	33,9	34,9	35,9	34,3	36,9	36,9	36,9	42,8	28,7
4×70	27,2	36,8	32,4	37,8	37,8	36,8	37,8	38,8	37,2	39,8	39,8	39,8	45,6	31,6
4×70*	29,5	39,1	34,7	40,1	40,1	39,1	40,1	41,1	39,5	42,1	42,1	42,1	47,9	33,9
4×95	30,6	39,9	35,5	40,9	40,9	39,9	40,9	41,9	40,3	42,9	42,9	42,9	49,0	34,7
4×95*	33,1	42,4	38,0	43,4	43,4	42,4	43,4	44,4	42,8	45,4	45,4	45,4	51,5	37,6
4×120	34,2	43,5	39,1	44,5	44,5	43,5	44,5	45,5	43,9	46,5	46,5	46,5	52,6	38,7
4×120*	37,6	46,9	42,5	47,9	47,9	46,9	47,9	48,9	47,3	49,9	49,9	49,9	56,0	42,1

Продолжение табл. 3.32

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ	АСБлУ	АСБ2лУ	АСБнУ	АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ
						g, кг/км								
4×10	1070	1470	1270	1565	1613	1491	1561	–	–	–	–	–	–	985
4×16	1310	1771	1525	1848	1903	1767	1844	2452	2219	2557	2613	2553	–	1209
4×25	1484	1956	1703	2033	2088	1950	2029	2652	2414	2758	2816	2757	4314	1377
4×35	1746	2251	1980	2336	2397	2247	2330	3010	2751	3118	3181	3117	4773	1646
4×50	2190	2741	2445	2833	2900	2736	2827	3575	3292	3701	3770	3690	5614	2072
4×70	2699	3389	3026	3447	3523	3343	3441	4260	3960	4385	4462	4383	6297	2614
4×70*	2929	3653	3274	3728	3808	3611	3715	4591	4260	4597	4779	4698	6746	2833
4×95	3382	3949	3562	4017	4100	3907	4011	4908	4570	5038	5123	5035	7308	3112
4×95*	3660	4259	3849	4333	4421	4215	4326	5281	4923	5420	5511	5416	7828	3397
4×120	4095	4703	4285	4781	4872	4660	4773	5757	5388	5897	5969	5893	8367	3822
4×120*	4609	5258	4808	5344	5441	5213	5396	6401	6002	6549	6649	6548	9207	4306

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.33. **Внешний диаметр и масса четырехжильных силовых кабелей с алюминиевыми жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АСГУ	АСБУ	АСБГУ	АСБлУ	АСБ2лУ	АСБнУ	АСБлнУ	АСПУ	АСПГУ	АСПлУ	АСП2лУ	АСПлнУ	АСКлУ	АСШвУ
						D, мм								
3×10 + 1×6	15,8	25,5	21,1	26,5	26,5	25,5	26,5	–	–	–	–	–	–	19,9
3×16 + 1×10	18,1	27,6	23,2	28,6	28,6	27,6	28,6	29,6	28,0	30,6	30,6	30,6	–	21,8
3×25 + 1×16	19,7	29,2	24,8	30,2	30,2	29,2	30,2	31,2	29,6	32,2	32,2	32,2	38,1	22,9
3×35 + 1×16	21,0	30,5	26,1	31,5	31,5	30,5	31,5	32,5	30,9	33,5	33,5	33,5	39,4	25,3
3×50 + 1×25	22,8	32,3	27,9	33,3	33,3	32,3	33,3	34,3	32,7	35,3	35,3	35,3	41,2	27,3
3×70 + 1×25	27,1	36,7	32,3	37,7	37,5	36,7	37,7	38,7	37,1	39,7	39,7	39,7	45,5	31,5
3×95 + 1×35	29,2	38,8	34,4	39,8	39,8	38,8	39,8	40,8	39,2	41,8	41,8	41,8	47,6	33,6
3×120 + 1×35	32,6	41,9	37,5	42,9	42,9	41,9	42,9	43,9	42,3	44,9	44,9	44,9	51,0	36,7
3×150 + 1×50*	38,0	47,3	42,9	48,3	48,3	47,3	48,3	49,3	47,7	50,3	50,3	50,3	56,4	42,5
3×150 + 1×50	35,8	45,1	40,7	46,1	46,1	45,1	46,1	47,1	45,5	48,1	48,1	48,1	54,2	40,3
3×185 + 1×50*	41,2	50,2	45,8	51,2	51,2	50,2	51,2	52,6	51,0	53,6	53,6	53,6	59,6	45,4
3×185 + 1×50	39,0	48,3	43,9	49,3	49,3	48,3	49,3	50,7	49,1	51,7	51,7	51,7	57,4	43,5
						g, кг/км								
3×10 + 1×16	986	1468	1246	1539	1586	1465	1535	–	–	–	–	–	–	963
3×16 + 1×10	1263	1717	1476	1792	1843	1713	1788	2384	2155	2487	2540	2484	–	1164
3×25 + 1×16	1487	1965	1710	2045	2095	1961	2041	2671	2427	2776	2831	2773	4353	1377
3×35 + 1×16	1664	2162	1897	2246	2306	2159	2242	2908	2654	3017	3080	3014	4662	1567
3×50 + 1×25	1915	2445	2161	2529	2596	2439	2523	3239	2968	3350	3418	3349	5090	1807
3×70 + 1×25	2583	3232	2909	3328	3403	3224	3323	4141	3832	4263	4340	4261	6171	2496
3×95 + 1×35	2964	3658	3307	3750	3829	3641	3747	4613	4286	4740	4822	4738	6753	2870
3×120 + 1×35	3614	4169	3799	4278	4326	4161	4271	5214	4659	5350	5437	5346	7728	3351
3×150 + 1×50*	4695	5315	4898	5439	5540	5307	5430	6505	6102	6656	6757	6652	9328	4387
3×150 + 1×50	4310	4904	4506	5021	5117	4896	5013	6036	5652	6179	6276	6176	8738	4023
3×185 + 1×50*	5504	5927	5465	6055	6161	5919	6047	7414	6981	7575	7684	7572	10455	4939
3×185 + 1×50	5033	5667	5790	5790	5691	5658	5781	7095	6680	7252	7356	7247	9769	4717

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.34. **Внешний диаметр и масса четырехжильных силовых кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ, СПлнУ	СП2лУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СПШвУ
						D, мм							
4 × 10	16,2	25,7	21,3	26,7	26,7	—	—	—	—	—	20,1	24,7	—
4 × 16	18,6	28,0	23,7	29,1	29,1	30,1	28,5	31,1	31,1	—	22,5	27,1	29,1
4 × 25	20,0	29,5	25,1	30,5	30,5	31,5	29,9	32,5	32,5	38,4	23,8	28,5	30,5
4 × 25*	21,6	31,1	26,7	32,1	32,1	33,1	31,5	34,1	34,1	40,0	25,9	30,5	32,5
4 × 35	22,1	31,6	27,2	32,6	32,6	33,6	32,0	34,6	34,6	40,5	26,4	31,0	33,0
4 × 35*	24,0	33,5	29,1	34,5	34,5	35,5	33,9	36,5	36,5	42,4	28,3	32,9	34,9
4 × 50	24,9	34,4	30,0	35,4	35,4	36,4	34,8	37,4	37,4	43,3	29,2	33,8	35,8
4 × 50*	28,6	38,2	33,8	39,2	29,2	40,2	38,8	41,2	41,2	47,0	33,0	37,6	39,6
4 × 70*	30,7	40,0	35,6	41,0	41,0	42,0	40,4	43,0	43,0	49,1	34,8	39,4	41,4
4 × 95*	34,2	43,5	39,1	44,5	44,5	45,5	43,9	46,5	46,5	52,6	38,7	43,3	45,3
4 × 120*	38,7	48,0	43,6	49,0	49,0	50,4	48,8	51,4	51,4	57,1	43,2	47,8	50,2
						g, кг/км							
4 × 10	1319	1742	1518	1814	1862	—	—	—	—	—	1234	1775	—
4 × 16	1695	2156	1912	2233	2287	2837	2604	2943	2999	—	1593	2192	2877
4 × 25*	2152	2634	2377	2715	2753	3353	3108	3460	3519	5050	2039	2671	3394
4 × 25	2287	2796	2523	2881	2941	3551	3291	3668	3731	5344	2186	2863	3626
4 × 35*	2659	3174	2899	3262	3324	3960	3686	4062	4126	5763	2556	3245	4027
4 × 35	2900	3447	3152	3568	3605	4272	3991	4388	4458	6190	2786	3520	4351
4 × 50	3474	4033	3731	4126	4195	4882	4592	4999	5071	6850	3352	4107	4965
4 × 50*	3906	4578	4243	4680	4758	5528	5206	5655	5735	7637	3814	4660	5617
4 × 70*	4937	5468	5116	5580	5659	6467	6128	6599	6684	8873	4665	5554	6559
4 × 95*	6261	6834	6450	6951	7040	7925	7556	8066	8158	10 537	5988	6969	8071
4 × 120*	7752	8379	7954	8504	8605	9800	9387	9957	10 061	12 462	7438	8524	9958

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.35. **Внешний диаметр и масса четырехжильных кабелей с медными жилами в свинцовой оболочке на напрвжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ, СПлнУ	СП2лУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СПШвУ
						D, мм							
3 × 10 + 1 × 16	16,2	25,4	21,3	26,7	26,7	—	—	—	—	—	20,1	24,7	—
3 × 16 + 1 × 10	18,7	28,2	23,8	29,2	29,2	30,2	28,6	31,2	31,2	—	22,6	27,2	29,2
3 × 25 + 1 × 16*	19,8	29,3	24,9	30,3	30,3	31,3	29,7	32,3	32,3	38,2	23,7	28,3	30,3
3 × 25 + 1 × 16	19,3	29,0	24,6	30,0	30,0	31,0	29,4	32,0	32,0	37,9	23,4	28,0	30,0
3 × 35 + 1 × 16*	22,1	31,6	27,2	32,6	32,6	3,36	32,0	34,6	34,6	40,5	26,4	31,0	33,0
3 × 35 + 1 × 16	20,7	30,2	25,8	31,2	31,2	32,2	30,6	33,2	33,2	39,1	24,6	29,2	31,2
3 × 50 + 1 × 25*	24,6	34,1	29,7	35,1	35,1	36,1	34,5	37,1	37,1	43,0	28,9	33,5	35,5
3 × 50 + 1 × 25*	24,6	34,1	29,7	35,1	35,1	36,1	34,5	37,1	37,1	43,0	28,9	33,5	35,5
3 × 50 + 1 × 25	22,8	32,3	27,9	33,3	33,3	34,3	32,7	35,3	35,3	41,2	27,1	31,7	33,7
3 × 70 + 1 × 25*	28,6	38,2	33,8	39,2	39,2	40,2	38,6	41,2	41,2	47,0	33,0	37,6	39,6
3 × 70 + 1 × 25*	28,6	38,2	33,8	39,2	39,2	40,2	38,6	41,2	41,2	50,5	33,0	37,6	39,6
3 × 95 + 1 × 35*	32,1	41,4	37,0	42,4	42,4	43,4	41,8	44,4	44,4	50,5	36,6	41,2	43,2
3 × 95 + 1 × 35*	32,1	41,4	37,0	42,4	42,4	43,4	41,8	44,4	44,4	54,7	36,6	41,2	43,2
3 × 120 + 1 × 35*	36,3	45,6	41,2	46,6	46,6	47,6	46,0	48,6	48,6	54,7	40,8	45,4	47,4
3 × 120 + 1 × 35*	36,3	45,6	41,2	46,6	46,6	47,6	46,0	48,6	48,6	58,2	40,8	45,5	47,4
3 × 150 + 1 × 50*	39,8	49,1	44,7	50,1	50,1	51,5	49,9	52,5	52,5	58,2	44,3	48,9	51,3
3 × 150 + 1 × 50*	39,8	49,1	44,7	50,1	50,1	51,5	49,9	52,5	52,5	58,2	44,3	48,9	51,3
3 × 185 + 1 × 50*	43,9	52,9	48,5	53,9	53,9	55,3	53,7	56,3	56,3	62,3	48,5	53,1	55,5
3 × 185 + 1 × 50*	43,9	52,9	48,5	53,9	53,9	55,3	53,7	56,3	56,3	62,3	48,5	53,1	55,5

Продолжение табл. 3.35

$n \times S$, мм²	СГУ	СБУ, СБнУ	СБГУ	СБлУ, СБлнУ	СБ2лУ	СПУ	СПГУ	СПлУ, СПлнУ	СП2лУ	СКлУ	СШвУ	СБШвУ	СПШвУ
						g, кг/км							
3×10 + 1×16	1285	1708	1486	1781	1828	—	—	—	—	—	1200	1742	—
3×16 + 1×10	1653	2112	1867	2189	2243	2795	2562	2899	2955	—	1545	2145	2835
3×25 + 1×16*	2080	2561	2306	2641	2697	3273	3030	3381	3440	4961	1970	2697	3314
3×25 + 1×16	2045	2512	2260	2586	2645	3212	2971	3320	3376	4884	1924	2547	3252
3×35 + 1×10*	2520	3037	2761	3123	3186	3811	3547	3922	3987	5624	2417	3108	3887
3×35 + 1×16	2395	2889	2627	2973	3032	3625	3374	3734	3797	5365	2278	2931	3667
3×50 + 1×25*	3253	3808	3508	3899	3966	4649	4362	4766	4836	6600	3133	3882	4729
3×50 + 1×25*	3248	3804	3505	3895	3962	4645	4358	4762	4832	6596	3129	3872	4725
3×50 + 1×25	3006	3538	3255	3625	3689	4330	4060	4444	4511	6183	2902	3609	4408
3×70 + 1×25*	4211	4883	4549	4985	5063	5834	5511	5960	6040	7942	4119	4966	5922
3×70 + 1×25*	4206	4881	4545	4981	5059	5830	5507	5956	6036	7938	4115	4962	5918
3×95 + 1×35*	5424	5972	5608	6083	6168	7007	6656	7139	7226	9493	5169	6099	7144
3×95 + 1×35*	5420	5969	5605	6080	6165	7004	6653	7136	7223	9490	5166	6096	7141
3×120 + 1×35*	6634	7236	6832	7353	7448	8379	7993	8524	8622	1112	6342	7374	8530
3×120 + 1×35*	6627	7230	6826	7347	7442	8374	7987	8518	8616	11 106	6336	7368	8524
3×150 + 1×50*	8048	8690	8256	8817	8920	10 144	9721	10 302	10 408	12 865	7724	8837	10 306
3×150 + 1×50*	8045	8687	8252	8813	8916	10 140	9717	10 298	10 404	12 861	7720	8833	10 302
3×185 + 1×50*	9657	10 091	9622	10 226	10 340	11 659	11 203	11 827	11 942	14 860	9087	10 301	11 885
3×185 + 1×50*	9649	10 090	9621	10 225	10 339	11 658	11 202	11 826	11 941	14 859	9086	10 300	11 884

* Многопроволочные жилы.

100°, а нулевой 60°. При применении круглой нулевой жилы угол сектора рабочей жилы уменьшают до 94°.

Четырехжильные кабели с алюминиевыми жилами одинакового и меньшего сечения в алюминиевой оболочке не изготовляются, а рекомендуются трехжильные кабели с использованием алюминиевой оболочки в качестве четвертой жилы. Расчетные внешние наружные диаметры и масса кабелей с алюминиевыми жилами одинакового сечения в свинцовой оболочке приведены в табл. 3.32 и с нулевой жилой меньшего сечения – в табл. 3.33; кабелей с медными жилами одинакового сечения в свинцовой оболочке – в табл. 3.34 и с нулевой жилой меньшего сечения – в табл. 3.35.

3.4. СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ НА НАПРЯЖЕНИЕ 20 И 35 КВ

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией для получения радиального электрического поля в изоляции изготовляют одножильными или трехжильными в отдельных металлических оболочках (рис. 3.8). Кабели на напряжение 20 кВ изготовляют одножильными сечением 25–400 мм² и трехжильными в отдельных металлических оболочках сечением 25–185 мм².

Кабели на напряжение 35 кВ изготовляют одножильными сечением 120–300 мм² и трехжильными в отдельных металлических оболочках сечением 120 и 150 мм², кабели АОСК и ОСК – сечением 120 мм². На круглые алюминиевые и медные жилы методом обмотки накладывают экран, изоляцию, экран и свинцовую оболочку. На одножильные кабели накладывают защитные покровы по ГОСТ 7006-72, трехжильные кабели изготовляют из жил в металлической оболочке, скрученными, с заполнением промежутков между ними пропитанной кабельной пряжей или штапелированной стеклопряжей до круга в сечении, обматывают тканевой лентой или кабельной пряжей и бронируют. Допускается скрутка жил в отдельных металлических оболочках без заполнения промежутков между ними до получения круглой формы сечения (рис. 3.9).

Расчетные внешние диаметр и масса одножильных силовых кабелей на напряжение 20 кВ приведены в табл. 3.36; расчетные внешний диаметр и масса кабелей, скручен-

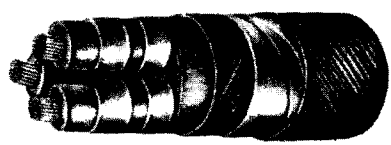


Рис. 3.8. Силовой кабель с отдельно освинцованными жилами марки ОСБ

Таблица 3.36. **Внешний диаметр и масса одножильных силовых кабелей на напряжение 20 кВ**

S, мм²	D, мм				g, кг/км					
	ААГУ	ААШвУ, ААШпУ	АОАБлУ, ОАБлУ	АСГУ	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	АОАБлУ	ОАБлУ	АСГУ
25	23,6	28,4	76,1	24,3	781	1038	941	7240	7707	1952
35	24,6	29,4	78,3	25,3	853	1120	1053	7643	7957	2077
50	26,1	30,9	81,5	26,8	977	1258	1188	8303	8298	2343
50*	27,3	32,1	84,1	–	1043	1336	1261	8730	8613	–
70	27,5	32,3	84,5	28,2	1095	1390	1317	8929	9238	2540
70*	29,0	33,8	87,8	30,0	1179	1488	1411	9448	9676	2873
95	29,1	33,9	88,0	30,1	1236	1546	1469	9659	10 773	2937
95*	30,7	35,9	91,4	31,7	1330	1687	1596	10 261	12 059	3127
120	28,4	33,2	86,5	29,2	1224	1527	1452	9486	12 443	2726
120*	30,3	35,6	90,6	31,4	1329	1681	1591	10 173	13 868	3114
150	29,8	34,6	89,5	30,9	1363	1680	1601	10 247	–	3116
150*	32,1	37,3	94,5	33,1	1494	1865	1771	11 029	–	3376
185	31,3	36,6	92,7	32,5	1520	1883	1791	10 955	–	3374
185*	33,7	38,9	97,9	34,9	1660	2049	1951	11 863	–	3772
240	33,4	38,6	–	34,8	1756	2141	2043	–	–	3868
240*	36,5	41,7	–	37,7	1965	2384	2278	–	–	4351
300*	38,9	44,1	–	40,2	2244	2688	2546	–	–	4803
400*	42,7	48,3	–	43,8	2739	3264	3129	–	–	5701

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.37. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей в отдельных свинцовых оболочках на напряжение 20 кВ**

$n \times S$, мм²	АОСБлУ	АОСБ2лГУ	АОСБлнУ	АОСКлУ	ОСБлУ, ОСБлнУ	ОСБлГУ	ОСКлУ
				D, мм			
3 × 25	62,6	65,6	70,0	72,4	70,0	65,6	79,7
3 × 35	66,4	67,0	72,2	76,0	72,1	67,8	81,8
3 × 50	67,6	71,0	75,4	77,3	75,4	71,0	85,0
3 × 70*	74,1	77,2	81,6	83,7	81,6	77,2	91,9
3 × 70	71,1	74,0	78,4	80,7	–	–	–
3 × 95*	78,4	80,9	85,3	88,1	85,3	80,9	95,6
3 × 95	74,5	77,4	81,8	84,2	–	–	–
3 × 120*	82,0	80,2	84,6	92,4	84,6	80,2	94,9
3 × 120	77,7	76,1	80,5	87,4	–	–	–
3 × 150*	86,7	83,9	88,3	96,0	88,3	83,9	98,6
3 × 150	80,8	79,2	83,6	90,4	–	–	–
3 × 185*	89,1	87,8	92,2	99,4	92,2	87,8	102,5
3 × 185	84,0	82,6	87,0	94,3	–	–	–
				g, кг/км			
3 × 25	9129	8505	9117	16 364	9593	8972	16 831
3 × 35	9617	8968	9601	17 081	10 270	9623	17 736
3 × 50	10 593	9919	10 579	18 516	11 528	10 854	19 451
3 × 70*	12 022	11 293	12 007	21 179	13 347	12 618	22 504
3 × 70	11 345	10 645	11 332	19 500	–	–	–
3 × 95*	12 964	12 201	12 948	22 616	14 762	13 999	24 414
3 × 95	12 223	11 491	12 207	21 380	–	–	–
3 × 120*	12 894	12 139	12 879	22 540	15 165	14 410	24 811
3 × 120	12 028	11 310	12 014	20 415	–	–	–
3 × 150	13 862	13 073	13 846	24 007	16 701	15 912	26 846
3 × 150*	12 854	12 107	12 838	22 260	–	–	–
3 × 185	15 242	14 417	15 224	25 890	18 743	17 918	29 391
3 × 185	13 796	13 018	13 779	23 691	–	–	–

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.38. **Внешний диаметр и масса одножильных силовых кабелей на напряжение 35 кВ**

S, мм²	D, мм					g, кг/км				
	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	АСГУ	АСКлУ	ААГУ	ААШвУ	ААШпУ	АСГУ	АСКлУ
120	34,4	39,6	39,6	35,7	54,1	1567	2063	1963	3832	8251
120*	36,5	41,7	41,7	37,8	56,2	1830	2248	2142	4227	8849
150	35,8	41,0	41,0	37,1	55,5	1824	2235	2131	4080	8637
150*	38,3	43,5	43,5	39,5	57,9	2020	2458	2347	4522	9308
185	37,6	42,7	42,7	38,5	57,3	2035	2464	2356	4509	9237
185*	40,2	45,8	45,8	41,4	59,8	2265	2761	2634	5053	10023
240	39,9	45,1	45,1	41,3	59,7	2355	2810	2695	5147	10107
240*	42,8	48,4	48,4	44,0	62,4	2574	3101	2966	5547	10765
300*	45,4	51,0	51,0	46,5	64,9	2929	3486	3343	6046	11508

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.39. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей на напряжение 35 кВ**

$n \times S$, мм²	АОСБлУ	АОСБлГУ	АОСБлнУ	АОСКлУ	ОАБлУ	ОАБ2лУ	АОБ2лГУ	ОАБлШвУ	ОСБлУ	ОСБлГУ	ОСБлнУ	ОСКлУ
					D, мм							
3×120	98,4	94,0	98,4	108,7	–	–	–	–	–	–	–	–
3×120*	93,9	89,5	93,9	104,2	103,9	104,8	100,5	106,3	98,4	94,0	98,4	108,7
3×150	102,0	97,6	102,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3×150*	96,9	92,6	96,9	–	107,8	108,8	104,4	110,4	102,0	97,6	102,0	–
					g, кг/км							
3×120	16918	16037	16899	28342	–	–	–	–	–	–	–	–
3×120*	15504	14664	15486	26176	15556	15793	14917	16184	19189	18308	19169	30613
3×150	17994	17081	17973	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3×150*	16400	15532	16381	–	17098	17344	16435	17750	20833	19920	20812	–

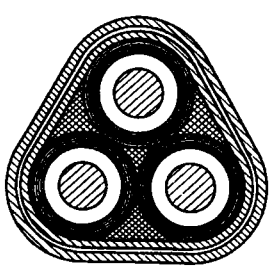


Рис. 3.9. Схема силового кабеля с отдельно освинцованными жилами ОСБ без заполнения между жилами

Рис. 3.10. Одножильный кабель для электрофильтров марки АСБЭ

ных из трех алюминиевых или медных жил в отдельных свинцовых оболочках на напряжение 20 кВ, приведены в табл. 3.37. Расчетные внешний диаметр и масса одножильных силовых кабелей на напряжение 35 кВ приведены в табл. 3.38, трехжильных кабелей в отдельных свинцовых оболочках – в табл. 3.39.

Кабель для электрофильтров на постоянное напряжение 75 кВ имеет алюминиевую жилу сечением 50 мм², одинаковую с одножильными кабелями на напряжение 35 кВ толщину изоляции 12 мм. Поверх изоляции

накладывают экран из металлизированной бумаги, свинцовую оболочку толщиной 1,4 мм, ленточную броню и защитный покров. Кабелю присвоена марка АСБЭ (рис. 3.10). Внешний диаметр кабеля 41,4 мм, масса 3708 кг/км.

3.5. СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С ОБЕДНЕННО-ПРОПИТАННОЙ БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией для вертикальных и крутонаклонных трасс изготовляют пропитанными маслоканифольным составом, обедненными от избытка этого состава в процессе производства (сохраняется пропиточный состав только в количествах, заполняющих микроструктуру бумажной изоляции). Кабели с обедненно-пропитанной изоляцией маркируют добавлением буквы В через дефис после основной марки (например, АСБ-В, СБ-В). Кабели выпускают на напряжение 1 кВ одножильными сечением 50—500 мм^2, двухжильными сечением 6—120 мм^2 и трехжильными 6—120 мм^2. Толщину изоляции кабелей с обедненно-пропитанной бумажной изоляцией принимают одинаковой с кабелями, пропитанными вязким маслоканифольным составом. На скрученные изолированные жилы двух- или трехжильных кабелей накладывают поясную бумажную изоляцию одинаковой толщины с кабелями с вязким пропиточным составом, алюминиевую или свинцовую оболочку и защитные покровы. Наружные диаметры кабелей с обедненно-пропитанной изоляцией одинаковые с кабелями, пропитанными маслоканифольным составом, а масса этих кабелей незначительно меньше, чем кабелей с пропитанной изоляцией, поэтому таблицы расчетных диаметров и их массы в справочнике не приводятся.

3.6. СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, ПРОПИТАННОЙ НЕСТЕКАЮЩИМ СОСТАВОМ

Силовые кабели с алюминиевыми или медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в алюминиевой или свинцовой оболочке, с защитными покровами или без них по ГОСТ 18409-73 предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках для сетей с изолированной нейтралью на напряжение 6, 10 и 35 кВ переменного тока частоты 50 Гц. Кабели могут быть использованы в сетях переменного тока с заземленной нейтралью и в сетях постоянного тока. Марки кабелей приведены в табл. 3.1. Кабели с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, маркируют первой буквой Ц (от наименования цезерин, который входит в нестекающий пропиточный состав) и последующими буквами, аналогичными с кабелями, пропитанными маслоканифольным составом (например, ЦАСБ, ЦСБ). Номинальное напряжение, сечение и число жил кабелей приведены в табл. 3.2. Жилы одножильных и трехжильных кабелей в отдельных свинцовых оболочках (всех сечений) изготовляют круглой формы. Жилы трехжильных кабелей с поясной изоляцией изготовляют секторной формы. Жилы могут быть однопроволочными и многопроволочными, уплотненными в процессе их изготовления. Максимальный диаметр проволок наружного повива многопроволочной секторной жилы сечением 25 мм^2 не более 1,5 мм, 35 мм^2 — 1,7 мм; 50 мм^2 — 1,93 мм, 70—95 мм^2 — 2,3 мм и 120—150 мм^2 — 2,6 мм. Однопроволочные алюминиевые жилы сечением 70—185 мм^2 имеют относительное удлинение не менее 30%, радиус закругления секторных жил не менее 0,5 мм.

Бумажные ленты изоляции не имеют складок, не допускается совпадение более трех лент, расположенных одна над другой, и двух лент, непосредственно прилегающих к жиле или к экрану, наложенному на жилу. Совпадение трех лент, расположенных одна над другой, считается за два совпадения. Совпадение продольных трещин или порезов на длине более 50 мм в двух лентах, расположенных одна над другой, считается за одно совпадение. Число совпадений лент изоляции жила — жила или жила — оболочка (экран) в кабелях на напряжение 6 кВ не превышает трех, в кабелях на напряжение 10 кВ — не более четырех и на напряжение 35 кВ — не более шести.

Кабели на напряжение 6 и 10 кВ по поясной изоляции, а кабели на напряжение 35 кВ по жиле и поверх изоляции имеют экран из электропроводящей бумаги.

Толщина изоляции жил кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающими составами на напряжение 6 кВ, равна толщине изоляции жил кабелей на напряжение 10 кВ, пропитанной вязким составом. Толщину изоляции жил кабелей на напряжение 10 кВ принимают большей на 0,25 мм, а поясную на 0,15 мм по сравнению с кабелями, пропитанными маслоканифольным

Таблица 3.40. **Внешний диаметр и масса трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в алюминиевой оболочке**

$n \times S$, мм²	Внешний диаметр, мм								Масса, кг/мм							
	ЦААБлУ	ЦААБШвУ	ЦААБвУ	ЦААБвГУ	ЦААБлГУ	ЦААПлУ	ЦААПлГУ	ЦААШвУ	ЦААБлУ	ЦААБШвУ	ЦААБвУ	ЦААБвГУ	ЦААБлГУ	ЦААПлУ	ЦААПлГУ	ЦААШвУ
На напряжение 6 кВ																
3 × 25	36,2	36,2	38,6	34,6	32,2	43,2	39,2	29,8	2037	1953	2271	1909	1704	3775	3355	1159
3 × 35	38,3	40,7	40,7	36,7	34,3	45,3	41,3	31,8	2289	2200	2534	2153	1938	4112	3674	1357
3 × 50	40,7	43,1	43,1	39,1	36,7	47,7	43,7	34,3	2590	2499	2846	2445	2218	4496	4034	1596
3 × 70	42,8	45,6	45,6	41,6	38,8	49,8	45,8	36,8	2908	2851	3121	2797	2517	4901	4420	1892
3 × 70*	45,9	47,7	47,7	43,7	41,9	51,9	47,9	38,9	3154	3100	3413	2970	2736	5166	4667	2020
3 × 95	46,5	48,3	48,3	44,3	42,5	52,5	48,5	39,5	3380	3321	3642	3192	2955	5439	4935	2229
3 × 95*	49,0	50,8	50,8	46,8	45,0	55,0	51,0	42,0	3629	3570	3903	3432	3183	5766	5059	2413
3 × 120	49,0	50,8	50,8	46,8	45,0	55,0	51,0	42,0	3800	3741	4074	3603	3354	5938	4510	2584
3 × 120*	52,7	54,9	54,9	50,9	48,7	60,7	56,7	46,1	4174	4113	4524	4015	3694	7537	6960	2905
3 × 150	52,1	54,3	54,3	50,3	48,1	60,1	56,1	45,1	4332	4271	4677	4175	3858	7704	7124	3037
3 × 150*	55,4	57,6	57,6	53,6	51,4	63,4	59,4	48,8	4645	4432	4810	4277	3941	7971	7362	3108
3 × 185	54,6	56,8	56,8	52,8	50,6	62,6	58,6	48,0	4813	4744	5173	4648	4317	8354	7750	3498
3 × 185*	58,6	60,8	60,8	56,8	54,6	66,6	62,6	52,0	5236	5225	5622	5060	4704	9023	8383	3821
На напряжение 10 кВ																
3 × 25	41,4	41,4	44,2	40,2	37,4	48,4	44,4	35,4	2548	2446	2845	2433	2160	4493	4026	1559
3 × 35	43,3	43,3	46,1	42,1	39,3	50,3	46,3	37,3	2792	2687	3100	2670	2387	4826	4341	1755
3 × 50	46,6	47,0	48,4	44,4	42,6	52,6	48,6	39,6	3173	3105	3425	2976	2739	5221	4716	2010
3 × 70	48,9	49,3	50,7	46,7	44,9	54,9	50,9	41,9	3552	3485	3818	3347	3098	5682	5157	2332
3 × 70*	51,0	51,4	52,8	48,8	47,0	59,0	55,0	44,0	3745	3685	4029	3539	3280	7032	6461	2471
3 × 95	51,9	52,3	53,7	49,7	47,9	59,9	55,9	44,9	4051	3981	4332	3835	3570	7418	6839	2753
3 × 95	54,3	54,7	56,5	52,5	50,3	62,3	58,3	47,7	4292	4219	4641	4118	3788	8725	7225	2973
3 × 120	54,3	54,7	56,5	52,5	50,3	62,3	58,3	47,7	4469	4295	4817	3903	3964	8001	7401	3149
3 × 120*	57,8	58,6	60,0	56,0	53,8	65,8	61,8	51,2	4846	4826	5217	4663	4311	8533	7900	3441
3 × 150	57,2	58,0	59,4	55,4	53,2	65,2	61,2	50,6	5014	4990	5380	4831	4484	8708	8081	3621
3 × 150*	60,6	61,4	62,8	58,8	56,6	68,6	64,6	54,0	5361	5342	5750	5171	4802	9212	8554	3406
3 × 185	59,7	60,5	61,9	57,9	55,7	67,7	63,7	53,1	5523	5501	5906	5333	4971	9385	8736	4070
3 × 185*	64,9	65,7	67,1	63,1	60,9	71,7	67,7	67,5	5658	6629	7089	6466	6060	10 087	9403	4481

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.41. **Внешний диаметр и масса трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в свинцовой оболочке**

$n \times S$, мм²	Внешний диаметр, мм								Масса, кг/км							
	ЦАСБУ	ЦАСБлУ	ЦАСБГУ	ЦАСШвУ	ЦАСБШвУ	ЦАСПУ	ЦАСПГУ	ЦАСКлУ	ЦАСБУ	ЦАСБлУ	ЦАСБГУ	ЦАСШвУ	ЦАСБШвУ	ЦАСПУ	ЦАСПГУ	ЦАСКлУ
На напряжение 6 кВ																
3 × 25	34,8	36,0	30,8	29,6	36,0	41,8	37,8	45,9	2696	2839	2368	1966	2718	4373	3966	5822
3 × 35	37,0	38,2	33,0	31,8	38,2	44,0	40,0	48,0	3174	3279	2819	2349	3192	4894	4466	6421
3 × 50	39,4	40,6	35,4	34,2	40,6	46,4	42,4	50,4	3562	3672	3185	2681	3581	5421	4972	7019
3 × 70	41,5	42,7	37,5	36,7	42,7	48,5	44,5	52,5	3956	4079	3568	3067	3985	5908	5441	7531
3 × 70*	44,8	46,0	40,8	39,0	46,4	50,8	46,8	55,1	4416	4545	3997	3407	4489	6383	5894	8336
3 × 95	45,4	46,6	41,4	39,6	47,0	51,4	47,4	55,7	4663	4796	4239	3613	4737	6680	6187	8690
3 × 95*	47,9	49,1	43,9	42,1	49,5	53,9	49,5	58,2	5107	5247	4662	4029	5187	7205	6689	9258
3 × 120	47,9	49,1	43,9	42,1	49,5	53,9	49,5	58,2	5278	5418	4833	4200	5358	8376	6860	9429
3 × 120*	51,3	52,9	47,3	45,9	52,9	59,3	55,3	61,9	5732	5879	5257	4615	5818	9017	8442	10 461
3 × 150	50,7	51,9	46,7	45,3	52,3	58,7	54,7	61,9	5864	6012	5394	4760	5949	9156	8588	10 589

Продолжение табл. 3.41

$n \times S$, мм²	Внешний диаметр, мм								Масса, кг/км							
	ЦАСБУ	ЦАСБлУ	ЦАСБГУ	ЦАСШвУ	ЦАСБШвУ	ЦАСПУ	ЦАСПГУ	ЦАСКлУ	ЦАСБУ	ЦАСБлУ	ЦАСБГУ	ЦАСШвУ	ЦАСБШвУ	ЦАСПУ	ЦАСПГУ	ЦАСКлУ
3×150*	54,0	55,2	50,0	48,6	55,6	62,0	58,0	64,6	6316	6471	5816	5139	6407	9762	9165	11289
3×185	53,2	54,4	49,2	47,8	54,8	61,2	57,2	63,8	6453	6605	6059	5292	6541	9910	9320	11408
3×185*	57,2	58,4	53,2	51,8	59,2	65,2	61,2	67,6	7054	7217	6526	5805	7205	10757	10132	12297
На напряжение 10 кВ																
3×25	40,1	41,3	36,1	35,3	41,3	47,1	43,1	51,1	3518	3657	3163	2680	3606	5395	4939	7004
3×35	42,0	43,2	38,0	37,2	43,2	49,0	45,0	53,0	3830	3974	3457	2950	3922	5796	5323	7529
3×50	45,5	46,7	41,5	39,7	47,1	51,5	47,5	55,8	4431	4581	4026	3426	4572	6467	5971	8473
3×70	47,8	49,0	43,8	42,0	49,4	53,8	49,8	58,1	5001	7158	4575	3942	5148	7117	6601	9168
3×70*	49,9	51,1	45,9	44,1	51,5	57,9	53,9	60,2	5291	5452	4846	4183	5443	7491	6957	9681
3×95	50,5	51,7	46,5	44,7	52,1	58,5	54,5	61,1	5547	5711	5098	4427	5703	8862	8295	10283
3×95*	52,9	54,1	48,9	47,5	54,5	60,9	56,9	63,5	5890	6059	5417	4753	6051	9369	8781	10933
3×120	52,9	54,1	48,9	47,5	54,5	60,9	56,7	63,5	6066	6235	5593	4929	6227	9545	8957	10933
3×120*	56,4	57,6	52,4	51,0	58,4	64,4	60,4	66,8	6710	6889	6206	5489	6933	10342	9722	11742
3×150	55,8	57,0	51,8	50,4	57,8	63,8	59,8	66,2	6849	7029	6351	5649	7071	10490	9876	11894
3×150*	59,2	60,4	55,2	53,8	61,2	67,2	63,2	69,8	7350	7536	6822	6076	7585	11146	10501	12765
3×185	58,3	59,5	54,3	52,9	60,3	66,3	62,3	68,9	7471	7653	6951	6215	7708	11290	10642	12923
3×185*	63,5	64,7	59,5	57,3	64,3	70,3	66,3	76,9	8899	9082	8332	6950	9140	12279	11625	16653

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.42. **Внешний диаметр и масса трехжильных кабелей с медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в свинцовой оболочке**

$n \times S$, мм²	Внешний диаметр, мм							Масса, кг/км							
	ЦСБУ	ЦСБГУ	ЦСБлУ	ЦСШвУ	ЦСБШвУ	ЦСПУ	УСПГУ	ЦСКлУ	ЦСБУ	ЦСБГУ	ЦСБлУ	ЦСШвУ	ЦСБШвУ	ЦСПУ	ЦСПГУ	ЦСКлУ
На напряжение 6 кВ																
3 × 25	34,6	30,6	35,8	29,4	35,8	41,6	37,6	45,7	3179	2854	3287	2418	3203	4825	4418	6271
3 × 25*	36,2	32,2	37,4	31,0	37,4	43,2	39,2	47,2	3486	3146	3596	2687	3510	5224	4804	6636
3 × 35	36,8	32,8	38,0	31,6	38,0	43,8	39,8	47,8	3805	3460	3918	2994	3831	5535	5110	7058
3 × 35*	38,3	34,3	39,5	33,1	39,5	45,3	41,3	49,3	3992	3633	4107	3144	4018	5816	5378	7402
3 × 50	39,1	35,1	40,3	33,9	40,3	46,1	42,1	50,1	4464	4097	4581	3596	4400	6277	5831	7827
3 × 50*	40,8	36,8	42,0	36,0	42,0	47,8	43,8	51,8	4682	4300	4803	3809	4709	6586	6125	8255
3 × 70*	44,8	40,8	46,0	39,0	46,4	50,8	46,8	55,1	5741	5322	5870	4732	5814	7708	7220	9661
3 × 95*	47,9	43,9	49,1	42,1	49,5	53,9	49,9	58,2	6905	6490	7045	5827	6985	9003	8487	11057
3 × 120*	51,3	47,3	52,5	45,9	52,9	59,3	55,3	61,9	8004	7529	8151	6887	8090	11289	10714	12731
3 × 150*	54,0	50,0	55,2	48,6	55,6	62,0	58,0	64,6	9155	8655	9310	7978	9246	12601	12004	14122
3 × 185*	57,2	53,2	58,4	51,8	59,2	65,2	61,2	67,6	10664	10136	10827	9415	10315	14368	13742	15799
На напряжение 10 кВ																
3 × 25	39,9	35,9	41,1	34,7	41,1	46,9	42,9	50,9	4062	3609	4102	3098	4010	5844	5390	7451
3 × 25*	41,1	37,1	42,3	36,3	42,3	48,1	44,1	52,1	4218	3753	4260	3257	4165	6037	5573	7711
3 × 35	41,8	37,8	43,0	37,0	43,0	48,8	44,8	52,8	4564	4191	4606	3585	4511	6428	5959	8055
3 × 35*	44,4	40,4	45,6	38,6	46,0	50,4	46,4	54,7	4954	4453	4996	3868	4940	6842	6357	8733
3 × 50	45,3	41,3	46,5	39,5	46,9	51,3	47,3	55,6	5448	4938	5493	4342	5436	7381	6888	9388
3 × 50*	47,0	43,0	48,2	41,2	48,6	53,0	49,0	57,3	5692	5164	5736	4542	5680	7654	7145	9746
3 × 70*	49,9	45,9	51,1	44,1	51,5	57,9	53,9	60,2	6731	6171	6778	5508	6717	9837	9275	11006
3 × 95*	52,9	48,9	54,1	47,5	54,5	60,9	56,9	63,5	7808	7215	7857	6551	7794	11167	10579	12555

Продолжение табл. 3.42

$n \times S$, мм²	Внешний диаметр, мм								Масса, кг/км							
	ЦСБУ	ЦСБГУ	ЦСБлУ	ЦСШвУ	ЦСБШвУ	ЦСПУ	УСПГУ	ЦСКлУ	ЦСБУ	ЦСБГУ	ЦСБлУ	ЦСШвУ	ЦСБШвУ	ЦСПУ	ЦСПГУ	ЦСКлУ
3 × 120*	56,4	52,4	57,6	51,0	58,4	64,4	60,4	66,8	9108	8478	9161	7761	9146	12614	11994	14024
3 × 150*	59,2	55,2	60,4	53,8	61,2	67,2	63,2	69,8	11521	9661	10375	8915	10363	12985	13340	15655
3 × 185*	63,5	59,5	64,7	57,3	64,3	70,3	66,3	76,9	12547	11834	12584	10452	12578	15799	15127	20155

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.43. **Внешний диаметр и масса одножильных кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, на напряжение 35 кВ**

S, мм	D, мм			g, кг/км		
	ЦААШвУ	ЦАСШвУ	ЦСШвУ	ЦААШвУ	ЦАСШвУ	ЦСШвУ
120	47,1	47,6	–	2864	5140	–
120*	49,2	49,7	49,7	3067	5464	6230
150	48,5	49,0	–	3061	5418	–
150*	51,1	51,6	51,6	3347	5970	6933
185	50,2	50,7	–	3323	5992	–
185*	52,6	53,1	53,1	3566	6271	7427
240	55,2	55,9	55,9	3938	6999	8509
300	58,2	59,0	59,0	4423	7886	9736

* Многопроволочные жилы.

Таблица 3.44. **Внешний диаметр и масса трехжильных кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, на напряжение 35 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм		g, кг/км			
	ЦАОСБлУ, ЦОСБлУ	ЦАОСБлГУ, ЦОСБлГУ	ЦАОСБлУ	ЦОСБлУ	ЦАОСБлГУ	ЦОСБлГУ
3 × 120	108	104	21075	–	20098	–
3 × 120*	113	109	22389	24704	21367	23709
3 × 150	111	107	22134	–	21131	–
3 × 150*	117	113	24221	27131	23165	26046

* Многопроволочные жилы.

составом. Толщина изоляции кабеля на напряжение 35 кВ на 3 мм больше изоляции, пропитанной маслоканифольным составом. Предельное отклонение толщины изоляции между жилами и между жилой и оболочкой кабелей 0,24 мм.

Скрученные изолированные жилы многожильных кабелей с поясной изоляцией в сечении имеют форму круга. Жгуты для заполнения промежутков между жилами изготовляют из сульфатной бумаги толщиной не более 0,08 мм. Скрутка изолированных жил в кабеле имеет правое направление.

Изоляционный пропиточный состав не вытекает при длительно допустимой рабочей температуре на жиле кабеля.

В многожильных кабелях верхние ленты изоляции жил имеют отличительную расцветку или цифровое обозначение 1, 2 и 3. Допускается применение лент натурального цвета с полосками, по цвету отличающимися друг от друга.

Алюминиевая оболочка удовлетворяет требованиям ГОСТ 24641-81. Свинцовая оболочка кабелей может содержать присадки: сурьмы – до 0,08 %; олова – до 0,5 %; тел-

лура – до 0,05 %; меди – до 0,05 %.

Изолированные жилы в отдельных свинцовых оболочках скручивают с заполнением жгутами из пропитанной кабельной пряжи или штапелированной стеклопряжи до круга или треугольника в сечении.

Расчетные внешний диаметр и массы трехжильных кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в алюминиевой оболочке на напряжение 6 и 10 кВ приведены в табл. 3.40, в свинцовой оболочке – в табл. 3.41; с медными жилами в свинцовой оболочке – в табл. 3.42. Расчетные внешний диаметр и масса одножильных кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, на напряжение 35 кВ приведены в табл. 3.43, трехжильных кабелей – в табл. 3.44.

3.7. ПАРАМЕТРЫ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ПРОПИТАННОЙ БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Электрическое сопротивление алюминиевых жил одножильных силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией на длине 1 км не более 29,11 Ом (пересчитанное на сечение 1 мм^2), многожильных кабелей – не более 29,4 Ом, одножильных кабелей с медными жилами – не более 17,76 Ом, многожильных кабелей – не более 17,93 Ом. Электрическое сопротивление изоляции жил кабелей на напряжение 1 и 3 кВ не менее $100 \cdot 10^6$ Ом, кабелей на напряжение 6 кВ и выше – не менее $200 \cdot 10^6$ Ом.

Кабели на напряжение 1 кВ с вязкой и обедненно-пропитанной изоляцией испытывают переменным напряжением 3,5 кВ частоты 50 Гц; кабели на напряжение 3 кВ – напряжением 10 кВ; кабели на напряжение 6 кВ – напряжением 16 кВ; 10 кВ – 25 кВ; 20 кВ – 50 кВ и на напряжение 35 кВ – напряжением 88 кВ. Трех- и четырехжильные кабели на напряжение 2–10 кВ испытывают (каждое подключение) в течение 10 мин, двухжильные – 15 мин, одножильные – 20 мин, трехжильные на напряжение 20 и 35 кВ – 20 мин. Контрольные жилы испытывают напряжением 1,25 кВ переменного напряжения частоты 50 Гц (между основной и контрольной жилой) в течение 10 мин.

Кабели на напряжение 6 кВ выдерживают испытание переменным напряжением 24 кВ частоты 50 Гц; 10 кВ – 40 кВ; 20 кВ – 75 кВ и 35 кВ – испытание напряжением 115 кВ в течение 4 ч. Кабели на напряжение 35 кВ выдерживают испытание постоянным напряжением 320 кВ при температуре 50 °С в течение 15 мин.

Значение $\mathrm{tg}\,\delta$, измеренное на строительной длине кабеля на напряжение 10 кВ и более, при напряжении, равном половине номинального, не превышает 0,008. Значение $\Delta \mathrm{tg}\,\delta$ кабеля на напряжение 10 кВ при измерении при 5 и 12,5 кВ не превышает 0,003, при 12,5 и 20 кВ – не превышает 0,004; кабелей на напряжение 20 кВ при напряжении 10 и 25 кВ – не превышает 0,0008, при напряжении 25 и 40 кВ – не превышает 0,0016; кабелей на напряжение 35 кВ при напряжении 17,5 и 44 кВ – не превышает 0,0008 и при напряжении 44 и 70 кВ – не превышает 0,0016. Суммарное значение $\Delta \mathrm{tg}\,\delta$ при повышении напряжения от 5 до 20 кВ не превышает 0,006. Значения $\mathrm{tg}\,\delta$ кабелей на напряжение 20 и 35 кВ, измеренные до и после нагрева до температуры 50 °С при напряжении, равном половине номинального, не превышают 0,008, значение $\Delta \mathrm{tg}\,\delta$ кабелей на напряжение 20 кВ при измерении при 10 и 25 кВ не превышает 0,01, при напряжении 25 и 40 кВ – не превышает 0,0019; кабелей на напряжение 35 кВ при 17,5 и 44 кВ – не превышает 0,001, при напряжении 44 и 70 кВ – не превышает 0,0019.

Одножильные и многожильные кабели в алюминиевой оболочке на напряжение 6 кВ после навивания на цилиндр диаметром 25 $(D + d)$, одножильные кабели в свинцовой оболочке после навивания на цилиндр диаметром 25 $(D + d)$ и многожильные кабели в свинцовой оболочке после навивания на цилиндр диаметром 15 $(D + d)$ выдерживают напряжение 30 кВ в течение 10 мин (каждого подключения); кабели на напряжение 10 кВ выдерживают испытательное напряжение 50 кВ в течение 10 мин; кабели на напряжение 20 кВ – испытательное напряжение 75 кВ в течение 120 мин и кабели на напряжение 35 кВ – испытательное напряжение 115 кВ в течение 120 мин. Защитный покров кабеля после испытаний на перегибы не имеет разрывов, металлическая оболочка – трещин и разрывов, изоляция жил кабеля – более двух надорванных лент (в одном и том же месте или из 10 последовательных лент).

Кабели на напряжение 1–10 кВ после прокладки должны выдерживать испытание постоянным 6-кратным номинальным напряжением, кабели на напряжение 20 и 35 кВ – 5-кратным номинальным напряжением по 10 мин для каждого подключения.

3.8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией поставляются длинами, приведенными в табл. 3.45. Кабели на напряжение 6 и 10 кВ всех сечений, предназначенные для прокладки в туннелях и каналах, поставляются длинами не менее 400 м. Длины одножильных кабелей на напряжение 20 и 35 кВ согласовываются при заказе. Поставка маломерных отрезков кабелей АСКл, СКл, АОСК и ОСК не допускается, а кабелей, пропитанных нестекающим составом, на напряжение 6 и 10 кВ допускается длинами не менее 50 м.

Кабели в алюминиевой оболочке поставляются намотанными на барабаны с шейкой диаметром не менее 25 D, в свинцовой оболочке – не менее 20 D; одно- и трехжильные кабели с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в алюминиевой оболочке – не менее $30(D+d)$, одножильные кабели в свинцовой оболочке – не менее $25(D+d)$, трехжильные – не менее $15(D+d)$. Допускается намотка на одном барабане не более трех отрезков кабеля одной марки на одно напряжение с одинаковым числом и сечением жил. На барабане указан порядок чередования верхнего конца трехжильного кабеля в виде буквы П (прямой) или О (обратный). За прямой порядок чередования жил принимается такой порядок, при котором жилы в поперечном сечении кабеля в направлении против часовой стрелки расположены в последовательности 1–2–3 (при цифровом значении). При цветной маркировке изолированных жил номеру 1 соответствует натуральная или желтая, номеру 2 – синяя или зеленая, номеру 3 – красная жила.

Транспортирование кабелей должно производиться любым видом транспорта на любые расстояния с применением способа крепления, обеспечивающего защиту кабелей от механических повреждений. При транспортировании, погрузке и выгрузке кабели должны быть защищены от механических воздействий и агрессивных сред. Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе ОЖ3 по ГОСТ 15150-69.

Кабели при хранении должны быть защищены от механических воздействий и агрессивных сред. Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе ОЖ4 по ГОСТ 15150-69. Допускается хранение кабелей на барабанах в обшитом виде на открытых площадках (группа условий хранения ОЖ3 ГОСТ 15150-69).

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от –50 до 50 °С и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С. Прокладка кабелей должна производиться при минимальном радиусе изгиба, равном 15 D многожильных кабелей в свинцовой оболочке и 25 D – остальных кабелей, без предварительного нагрева при температуре не ниже 0 °С. Предельная длительно допустимая рабочая температура жил кабелей должна соответствовать указанной в табл. 3.46.

Кабели без применения специальных устройств (например, стопорных муфт) предназначены для прокладки на трассах с разностью уровней между высшей и низшей точками расположения кабеля, указанной в табл. 3.47.

Срок службы силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией – не менее 25 лет при соблюдении потребителем условий

Таблица 3.45. **Длины силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией**

Напряжение кабеля, кВ	Сечение жилы, мм	Строительная длина кабеля, м, не менее при количестве от длины сдаваемой партии без учета маломерных отрезков, %, не менее		Маломерные отрезки	
		70	30	количество от длины, %, не более	длина, м, не менее
1 и 3	До 70	300	450	10	50
	95 и 120	250	400		
	150 и более	200	350		
6 и 10	До 70	300	450	5	100
	95 и 120	250	400		50
	150 и более	200	350		50
20 и 35	Все сечения	250	250	5	100

Таблица 3.46. **Предельная длительно допустимая рабочая температура силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией**

Напряжение, кВ	Пропиточный состав изоляции	Предельная температура, °С
1 и 3	Маслоканифольный Обедненная изоляция	80 80
6	Маслоканифольный Нестекающий	65 75
10	Маслоканифольный Нестекающий	70 70
20	Маслоканифольный	55
35	Маслоканифольный Нестекающий	65 65

транспортирования, хранения, прокладки (монтажа) и эксплуатации. Фактический срок службы кабелей не ограничивается сроком службы, указанным в ГОСТ 18410-73, а определяется техническим состоянием кабеля. Срок службы должен исчисляться со дня получения кабеля потребителем. Гарантийный срок эксплуатации 4,5 года с момента ввода в эксплуатацию, но не более 5 лет с момента изготовления кабеля.

3.9. ЕДИНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

Едиными техническими указаниями по выбору и применению силовых кабелей, утвержденными Министерствами энергетики и электрификации СССР, монтажных и специальных строительных работ СССР и электротехнической промышленности СССР в марте 1977 г., согласованными с Госстроем СССР (09.09.77 № НК 4434-1) и подтвержденными Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике (29.07.77 № 11-3), установлено обязательное распределение марок кабелей по области применения в зависимости от воздействия на них сред, механических усилий во время монтажа и эксплуатации. При составлении этих указаний учтены требования Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Строительных норм и правил (СН и СНиП) и временные рекомендации Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике. Указания по выбору и применению силовых кабелей распространяются на кабели, выпускаемые по действующим государственным стандартам и техническим условиям.

Таблица 3.47. **Разность уровней прокладки силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией без применения специальных устройств**

Напряжение, кВ	Пропиточный состав	Кабель	Разность уровней, м, не более
1 и 3	Маслоканифольный	Небронированный: в алюминиевой оболочке в свинцовой оболочке Бронированные	 25 20 25
	Обедненная изоляция	В алюминиевой оболочке В свинцовой оболочке	Без ограничений 100
6	Маслоканифольный	В алюминиевой оболочке В свинцовой оболочке	20 15
	Нестекающий	В алюминиевой или свинцовой оболочке	Без ограничений
10	Маслоканифольный	То же	15
	Нестекающий		Без ограничений
20	Маслоканифольный	То же	15
35	Маслоканифольный	То же	15
	Нестекающий		Без ограничений

Таблица 3.48. **Марки кабелей, рекомендуемые для прокладки в земле (траншеях)**

Область применения	Кабель прокладывается на трассе	С бумажной пропитанной изоляцией		С пластмассовой и резиновой изоляцией и в оболочке, в процессе эксплуатации кабель не подвергается растягивающим усилиям****
		В процессе эксплуатации кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям	В процессе эксплуатации кабель подвергается значительным растягивающим усилиям	
В земле (траншеях) с низкой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШвУ, ААШпУ, ААБлУ, АСБУ*	ААПлУ, АСПлУ*	АВВГ**, АПсВГ**, АПвВГ**, АПВГ**, АВВБ, АПВБ, АПсВБ, АППБ, АПвПБ, ПБ, АПБбШв, АВБбШв, АВБбШп, АПсБбШв, АПАШв, АПАШп, АВАШв, АПсАШв, АВРБ, АНРБ, АВАБл, АПАБл
	С наличием блуждающих токов	ААШвУ, ААШпУ, ААБ2лУ, АСБУ*	ААП2лУ, АСПлУ*	
В земле (траншеях) со средней коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШвУ, ААШпУ, ААБлУ, ААБ2лУ, АСБУ*, АСБлУ*	ААПлУ, АСПлУ*	–
	С наличием блуждающих токов	ААШпУ, ААШвУ***, ААБвУ, АСБлУ*, АСБ2лУ*	ААП2лУ, АСПлУ*	–
В земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью	Без блуждающих токов	ААШпУ, ААШвУ***, ААБ2лУ, ААБ2лШвУ, ААБ2лШпУ, ААБвУ, АСБдУ**, АСБ2лУ**	ААП2лШвУ, АСП2лУ**	–
	С наличием блуждающих токов	ААШпУ, ААБвУ, АСБ2лУ*, АСБ2лШвУ*	–	–

* Применяются при условии согласования.
** Кабели на номинальное напряжение до 1 кВ включительно.
*** Подтверждается опытом эксплуатации.
**** Для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

При установлении рекомендуемых областей применения силовых кабелей предусмотрено широкое использование кабелей в алюминиевой или пластмассовой оболочке взамен кабелей в свинцовой оболочке.

Кабели, приведенные в табл. 3.48, могут быть использованы для питания потребителей всех категорий по степени требования и надежности электроснабжения. За базовые марки силовых кабелей приняты кабели с алюминиевыми жилами. Наряду с ними для соответствующих условий могут применяться аналогичные кабели с медными жилами, кабели с обедненной и нестекающей изоляцией для вертикальных и наклонных трасс, трехжильные кабели в отдельных металлических оболочках, а также одножильные кабели. Выбор кабелей по нагреву, экономической плотности тока, условиям коротких замыканий (термической и электродинамической стойкости) и потерям напряжения должен производиться в соответствии с требованиями ПУЭ.

Аналогичные кабели в свинцовой оболочке следует предусматривать для подводных линий, в шахтах, опасных по газу и пыли, и для прокладки в особо опасных коррозионных средах. При невозможности использования кабелей в алюминиевых или пластмассовых оболочках их замена на кабели в свинцовых оболочках в каждом конкретном случае подлежит специальному техническому обоснованию в проектно-сметной документации.

Рекомендуемые кабели для прокладки в земле (траншее) приведены в табл. 3.48, для

Таблица 3.49. **Марки кабелей, рекомендуемые для прокладки в воздухе**

Область применения	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		С пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой	
	при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений в эксплуатации	при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации	при наличии опасности механических повреждений в эксплуатации
Прокладка в помещениях (туннелях), каналах, полуэтажах, шахтах, коллекторах производственных помещений и т. п.: а) сухих	ААГУ, ААШвУ	ААБлГУ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АНРГ, АПвВГ**, АПВГ**, АПвсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВБбШв, АПвВБГ**, АПАШв, АВАШв, АПвБбШв**, АПвсБбШв, АПсВБГ, АПвсБГ, АПВБГ**, АНРБГ
б) сырых, частично затапливаемых при наличии среды со слабой коррозионной активностью	ААШвУ	ААБлГУ		
в) сырых, частично затапливаемых при наличии среды со средней и высокой коррозионной активностью	ААШвУ, АСШвУ*	ААБвГУ, ААБ2лШвУ, ААБлГУ; АСБлГУ*, АСБ2лГУ*, АСБ2лШвУ*5		
Прокладка в пожароопасных помещениях	ААГУ, ААШвУ	ААБвГУ, ААБлГУ, АСБлГУ*	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АПвсВГ, АНРГ, АСРГ*	АВВБГ, АВВБбГ, АВБбШв, АПсБбШв, АПвсБГ, АВРБГ, АСРБГ*
Прокладка во взрывоопасных зонах класса: а) В-I, В-Iа	СБГУ, СБШвУ, ААШвУ	–	ВВГ***, ВРГ***, НРГ***, СРГ***	ВБВ, ВБбШв: ВВБбГ, ВВБГ, НРБГ, СРБГ*
б) В-Iг, В-II	ААШвУ, ААБлГУ, АСБГУ*	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ	АВБВ, АВБбШв, АВВБбГ, АВВБГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ*
в) В-Iб, В-IIа	ААШвУ, ААГУ, АСГУ*, АСШвУ*	ААБлГУ, АСБГУ*	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ*	АВВБГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ*
Прокладка на эстакадах: а) технологических	ААШвУ	ААБлГУ, ААБвГУ*4 ААБ2лШвУ, АСБлГУ*	–	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПвсБГ, АВАШа
б) специальных кабельных	ААШвУ, ААБлГУ	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АВАШв, АПАШв	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АВАШв, АПсВБГ, АПвВБГ, АПВБГ
в) по мостам	ААШвУ	ААБлГУ		
Прокладка в блоках	СГУ, АСГУ	СГУ, АСГУ	АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ	АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ

* Применяется при условии согласования.

** Для одиночных кабельных линий, прокладываемых в помещениях.

*** Для грунтовых осветительных сетей, во взрывоопасных зонах класса В-Iа.

*4 Применяется при наличии химически активной среды.

*5 Кабель марки АСБ2лШв может быть использован в исключительно редких случаях с особым обоснованием.

Таблица 3.50. **Марки кабелей, рекомендуемые для прокладки в воде и в шахтах**

Условия прокладки	С бумажной пропитанной изоляцией в металлической оболочке		
	В эксплуатации отсутствует опасность механических повреждений кабелей	В эксплуатации кабели не подвергаются значительным растягивающим усилиям	В эксплуатации кабели подвергаются значительным растягивающим усилиям
В воде	–	–	СКлУ, АСКлУ, ОСКУ, АОСКУ
В шахтах	СШвУ, ААШвУ*	СБнУ, СБлнУ, СБШвУ, СБ2лШвУ, ААШвУ*	СПлнУ, СПШвУ, СПлУ

* Следует применять в шахтах, не опасных по газу и пыли.

прокладки в воздухе – в табл. 3.49 и для прокладки в воде и шахтах – в табл. 3.50. Марки кабелей в этих таблицах расположены в убывающей последовательности, начиная с наиболее предпочтительных. Марки выбираемых кабелей должны удовлетворять как условиям среды, в которой они должны работать, так и сложности трассы, по которой они должны быть проложены, и способам прокладки. При определении степени коррозионной активности среды к алюминиевым оболочкам кабелей следует руководствоваться требованиями ГОСТ 9.015-74 «Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сооружения. Общие технические требования».

Механические воздействия на кабель, возникающие при прокладке, определяются сложностью (конфигурацией) кабельной трассы. При прокладке в земле к сложным участкам трассы, на которых прокладывается одна строительная длина (указанная в технической документации на кабели), относятся участки трасс с более чем четырьмя поворотами под углом 30° или прямоугольные участки трасс с более чем четырьмя переходами в трубах длиной более 20 м или более чем двумя переходами в трубах длиной более 40 м. При прокладке в зданиях со сложными участками, на которых прокладывается одна строительная длина кабеля, считается сложнее прокладка в трубах с поворотами числом более двух при длине труб более 20 м, а также с числом протяжек через огнестойкие перегородки или аналогичные препятствия более четырех, если не считать подводов кабеля к электрооборудованию. Все остальные участки трасс с меньшим числом поворотов или переходов в трубах относятся к несложным участкам трасс.

На сложных участках трасс, где при прокладочно-монтажных или ремонтно-эксплуатационных работах возникает опасность повреждений шланга из ПВХ, применение кабелей ААШв не рекомендуется. При применении на длинных кабельных линиях кабелей ААШв на отдельных сложных участках трассы рекомендуется применять вставки из кабелей других соответствующих марок, предусмотренных табл. 3.48 – 3.50, или должны быть применены специальные меры, исключающие повреждение шланга из ПВХ пластиката.

При выборе силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке с однопроволочными алюминиевыми жилами сечением $3 \times 150 - 3 \times 240$ мм^2 следует учитывать, что их применение для прокладки на участках кабельных трасс с числом поворотов на строительной длине кабеля более трех под углом 90° в кабельных сооружениях предприятий не рекомендуется. В кабельных сооружениях электростанций и подстанций Минэнерго СССР применение этих кабелей не допускается. Для указанных случаев следует применять кабели в алюминиевых оболочках с многопроволочными жилами или кабели с пластмассовой изоляцией.

При совместной прокладке в земле бронированных кабелей и кабелей ААШв для обеспечения сохранности последних при ремонтно-эксплуатационных работах должны быть приняты меры по их дополнительной защите.

Прокладка небронированных кабелей типа ААШв должна осуществляться при температуре окружающей среды не выше 35 °С. В местах соединения отдельных длин кабелей ААШв должна быть обеспечена надежная защита этих мест от воздействия коррозии.

Если в процессе эксплуатации кабель подвергается значительным растягивающим

усилиям, то должны применяться кабели, бронированные круглыми стальными проволоками. Под значительными растягивающими усилиями понимаются усилия, возникающие в процессе эксплуатации кабелей, проложенных в насыпных, болотистых пучинистых и многолетнемерзлых грунтах, в воде, а также на вертикальных участках и т. д.

Для кабельных линий напряжением 20–35 кВ следует применять трехжильные кабели АОСБ и АОСБГ или одножильные кабели ААШв, ААШп, ААГ, АСГ, СГ с учетом особенностей их применения, указанных в табл. 3.48–3.50.

По условиям техники безопасности не следует применять небронированные и неэкранированные кабели АВВГ на напряжение выше 1 кВ.

В местах воздействия вибраций следует применять кабели в алюминиевой и (или) пластмассовой оболочках. При необходимости применения в указанных местах кабелей в свинцовой оболочке должны применяться меры по гашению вибрации и применяться свинцовые оболочки, легированные соответствующими присадками по ГОСТ 16410-79 и ГОСТ 16409-70.

3.10. МАСЛОНАПОЛНЕННЫЕ КАБЕЛИ

Маслонаполненные кабели с медной жилой, с изоляцией из пропитанной бумаги, в свинцовой или алюминиевой оболочках предназначены для трехфазных систем с заземленной нейтралью с прямой связью кабельных линий с воздушными линиями электропередачи или без нее. Маслонаполненные кабели подразделяют на кабели низкого и высокого давления (рис. 3.11 и 3.12). Длительно допустимое избыточное давление масла в кабелях низкого давления должно быть в пределах 0,06–0,3 МПа, избыточное давление при переходных тепловых процессах 0,04–0,6 МПа. Длительно допустимое избыточное давление масла в трубе кабельной линии высокого давления должно быть в пределах 1,1–1,6 МПа. Аварийное отключение кабельной линии высокого давления должно производиться при избыточном давлении масла в ней 0,8 МПа.

Номинальное сечение жил маслонаполненных кабелей низкого и высокого давления приведено в табл. 3.51. Кабели, имеющие сечение, указанное в скобках, изготовляются в технически обоснованных случаях по согласованию между потребителем и изготовителем.

Круглую токопроводящую жилу кабелей низкого давления изготовляют из медных отожженных луженых проволок с центральным каналом для циркуляции масла. (При пропитке кабеля синтетическим маслом допускается изготовление жилы из нелуженых проволок.) Диаметр канала жилы сечением 120 мм² – 9 мм, всех остальных сечений 12 мм.

Число проволок в жиле:

Сечение, мм²	120	150 и 185	240–400	500–625	800
Число проволок	9	12	24	39	64

Жилу кабелей высокого давления изготовляют из медных отожженных проволок числом не менее:

Сечение, мм²	120–(270)	300–400	500–625 (700)
Минимальное число проволок	37	61	91	127

Токопроводящую жилу обматывают кабельной электропроводящей уплотненной одноцветной и двухцветной бумагой (табл. 3.52). Не допускается совпадение двух лент бумаги, непосредственно прилегающих к изоляции. Двухцветные ленты экрана (табл. 3.53), прилегающие к изоляции, наложены изоляционным слоем в направлении к изоляции. Не допускается совпадение двухцветной ленты экрана с прилегающей к ней лентой изоляции. Слой изоляции, прилегающий к экрану по жиле, изготовляют из высоковольтной кабельной уплотненной

Таблица 3.51. **Сечение жил, мм², маслонаполненных кабелей**

Напряжение, кВ	Кабели низкого давления	Кабели высокого давления
110	120, 150, 185, 240, (270), 300, (350), 400, 500, (550), 625, 800	120, 150, 185, 240, (270), 300, 400, 500, (550), 625, (700)
150	240, (270), 300) (350), 400, 500, (550) 625, 800	–
220	300, (350), 400, 500, (550), 625, 800	300, 400, 500, (550), 625, 700
330	–	400, 500, (550), 625, (700)
380	–	400, 500, (550), 625, (700)
500	–	(550), 625, (700)

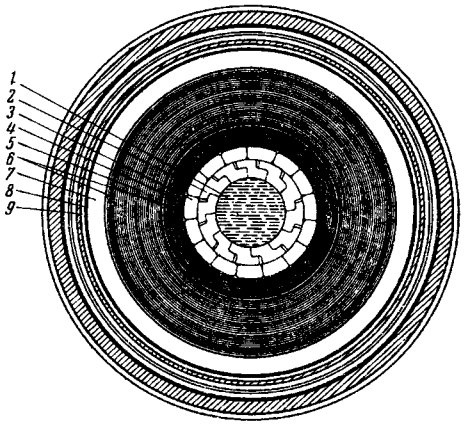


Рис. 3.11. Схема маслонаполненного кабеля низкого давления МНСА-110:

1 – канал для циркуляции масла МН-4; *2* – *Z*-образные проволоки токопроводящей жилы; *3* – сегментные проволоки жилы; *4* – изоляция из бумаги толщиной 0,08 мм; *5* – изоляция из бумаги толщиной 0,12 мм; *6* – экран из электропроводящей бумаги; *7* – свинцовая оболочка; *8* – упрочняющие покровы; *9* – защитные покровы

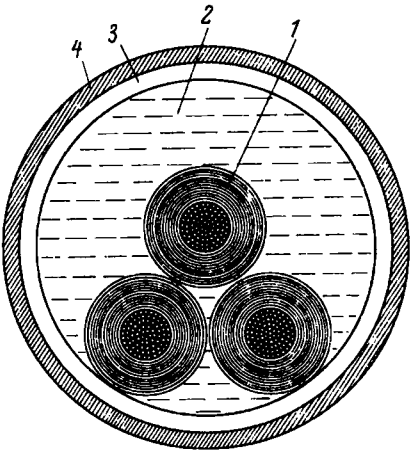


Рис. 3.12. Схема маслонаполненного кабеля высокого давления в стальном трубопроводе МВДТ:

1 – одножильный кабель; *2* – масло С-220; *3* – стальной трубопровод; *4* – антикоррозионный покров

Таблица 3.52. **Толщина изоляции, мм, маслонаполненных кабелей**

Сечение жилы, мм²	Кабель низкого давления на номинальное напряжение, кВ			Кабель высокого давления на номинальное напряжение, кВ				
	110	150	220	110	220	330	380	500
120	11,0	–	–	12,4	–	–	–	–
150	11,0	–	–	11,8	–	–	–	–
185	10,6	–	–	11,3	–	–	–	–
240	10,6	14,3	–	10,7	–	–	–	–
(270)	10,0	14,3	–	10,5	–	–	–	–
300	10,0	14,3	20,8	10,5	20,7	–	–	–
(350)	10,0	13,7	20,0	–	–	–	–	–
400	9,8	13,7	20,0	10,0	19,1	25,0	28,0	–
500	9,9	13,0	18,8	9,8	18,1	24,0	26,0	–
(550)	9,8	13,0	18,8	9,8	18,1	24,0	26,0	31,0
625	9,6	13,0	18,0	9,6	17,5	23,0	26,0	30,0
(700)	–	–	–	9,6	17,5	23,0	25,0	30,0
800	9,6	13,0	18,0	–	–	–	–	–

Таблица 3.53. **Толщина экрана маслонаполненных кабелей**

Тип кабеля	Номинальное напряжение, кВ	Толщина экрана, мм	
		по жиле	по изоляции
Низкого давления	110	0,30	0,40
	150	0,30	0,40
	220	0,40	0,40
Высокого давления	110, 220	0,30	0,60
	330, 380, 500	0,45	0,70

Таблица 3.54. **Толщина свинцовой оболочки маслонаполненных кабелей**

Диаметр под оболочкой, мм	Толщина свинцовой оболочки кабелей, мм			
	низкого давления		высокого давления	
	минимальная	номинальная	минимальная	номинальная
До 30	3,7	3,0	2,3	2,6
50 – 70	3,0	3,3	2,5	2,8
70 – 90	3,3	3,6	3,0	3,3
90 – 100	–	–	3,0	3,6

бумаги толщиной 0,08 мм, остальная часть изоляции – из высоковольтной кабельной неуплотненной бумаги толщиной 0,12 и 0,17 мм. (Допускается применение неуплотненной бумаги толщиной 0,08 мм.) Общее число поврежденных лент в изоляции не превышает 10 на каждые 100 лент одного метрового отрезка кабеля, в том числе не более 5 совпадений двух соседних лент. Не допускается совпадение двух лент изоляции, непосредственно прилегающих к экрану жилы. В остальной части изоляции не допускается совпадение более двух соседних лент. На наружную электропроводящую ленту экрана изоляции кабелей накладывают металлизированную перфорированную ленту металлизированной поверхностью в направлении к оболочке. В кабелях низкого давления допускается замена металлизированной ленты лентой электропроводящей бумаги, наложенной вместе с медной или алюминиевой лентой. В кабелях высокого давления поверх металлизированной ленты в экране по изоляции накладывают медную перфорированную ленту вместе с лентой электропроводящей бумаги.

Маслонаполненные кабели низкого давления на напряжение 110–220 кВ пропитывают маловязким кабельным маслом марки МН-4, вырабатываемым из анастасиевской нефти с добавкой присадки ионола или топаиола, кабели на напряжение 110–500 кВ высокого давления – маслом С-220, изготовляемым перколяционной очисткой авиационных масел (по ГОСТ 8463-76).

В кабелях высокого давления поверх экрана накладывают не менее двух фасонных проволок скольжения из немагнитного металла. Кабели низкого давления поверх изоляции имеют герметичную свинцовую оболочку. Толщина свинцовых оболочек маслонаполненных кабелей приведена в табл. 3.54. При наложении свинцовой оболочки на гидравлическом прессе (прерывного действия) номинальные толщины оболочки увеличивают на 0,2 мм. Единичные местные утончения свинцовой оболочки не превышают 20% ее номинальной толщины и пропаяны. Число паек оболочки на строительной длине кабеля низкого давления не превышает трех на каждые 200 м кабеля. Свинцовая оболочка кабелей низкого давления содержит присадку меди 0,03–0,05% и сурьмы 0,15–0,3% или меди до 0,05%, сурьмы 0,15–0,3%, олова 0,35–0,5% и теллура до 0,005% (допускается свинцовая оболочка, содержащая присадку меди 0,03–0,65%). Свинцовая оболочка кабелей низкого давления, транспортируемых на расстояния более 3000 км или предназначенных для работы при наличии вибрации, содержит присадку меди 0,03–0,05% и сурьмы 0,5–0,65%. Кабели высокого давления имеют временную оболочку из сплава марки *Е* или свинца марок С2 или С3. Свинцовая оболочка с присадкой сурьмы 0,5% и более выдерживает без разрыва растяжение на конусе до 1,3-кратного начального внутреннего диаметра. Свинцовая оболочка без присадок или с присадками при содержании сурьмы менее 0,5% выдерживает без разрыва растяжение до 1,5 *D*.

Номинальная толщина алюминиевой оболочки кабелей всех сечений равна 2,5 мм, минимальная ее толщина 2,0 мм. Алюминиевая оболочка кабелей диаметром до 45 мм накладывается гладкой, свыше 45 мм – гофрируется. Оболочка имеет синусоидальный или S-образный гофр в пределах 1,08–1,25 *D*, шаг гофрирования не более 30–50% наружного диаметра выступов оболочки. Единичные местные утончения алюминиевой оболочки не превышают 40% ее номинальной толщины и пропаяны. Алюминиевая оболочка выдерживает без разрыва растяжение на конусе до 1,3-кратного начального внутреннего диаметра.

Кабели низкого давления поверх свинцовой оболочки имеют упрочняющий покров из лент ПЭТФ и ПВХ пластиката и двух лент из немагнитного материала. Кабели МНС поверх упрочняющего покрова имеют наружный покров из лент ПВХ пластиката. Кабель МНСК имеет подушку, состоящую из слоев битумного состава, ПЭТФ (или резиновых лент), лент крепированной бумаги или предварительно пропитанной кабельной бумаги, кабельной пряжи или стеклопряжи. Поверх подушки накладывают броню из стальных оцинкованных проволок. Кабели МНСА поверх упрочняющего покрова и кабели МНСК поверх брони имеют наружный покров, состоящий из слоев битумного состава, ПЭТФ лент (или резиновых лент), ленты крепированной бумаги (или предварительно пропитанной кабельной бумаги), предварительно пропитанной кабельной пряжи или стеклопряжи и мелового покрытия. Кабели МНСА могут иметь стальные проволоки, служащие для протягивания кабеля при прокладке. Кабель МНСШв поверх упрочняющего покрова имеет слой битумного состава, ленты ПЭТФ и шланг из ПВХ пластиката. Кабели МНАШв и МНАгШв поверх алюминиевой оболочки имеют защитный покров, состоящий из битумного слоя, лент ПЭТФ и шланга из ПВХ пластиката. Кабели МНАШву и МНАгШву поверх алюминиевой оболочки

Таблица 3.55. **Расчетные внешний диаметр D и масса g маслонаполненных кабелей на напряжение 110 и 220 кВ по ГОСТ 16441-78**

S, мм²	МСС		МССА		МССК		МССШв		МВДТ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
На напряжение 110 кВ										
120	52,1	8731	57,9	9212	79,5	17815	55,7	9111	53,0	8621
150	55,5	9795	61,3	10304	82,9	19355	59,1	10197	53,5	8959
185	56,8	10276	62,6	10795	84,2	20021	60,4	10689	54,3	9597
240	57,0	10842	62,8	11363	84,4	20613	60,6	11256	55,5	10473
(270)	56,8	11078	62,6	11598	84,2	20823	60,4	11491	56,5	10076
300	57,7	11513	63,5	12043	85,1	21379	61,3	11933	57,5	11402
(350)	59,1	12240	64,9	12784	86,5	22301	62,7	12670	—	—
400	60,1	12877	65,9	13428	87,5	22081	63,7	13315	60,2	12856
(425)	60,7	13247	66,5	13802	88,1	23534	64,5	13716	60,8	13143
500	63,3	14852	69,1	15429	90,7	25502	67,1	15339	62,8	14233
500*	64,2	15217	70,0	15804	91,6	25992	68,0	15710	—	—
(550)	64,4	15673	70,2	16259	91,8	26474	68,2	16168	64,1	14863
(550)*	65,4	15909	71,2	16504	92,8	26849	69,2	1640	—	—
625	65,7	16668	71,5	17265	93,1	27649	69,5	17171	66,0	16011
625*	66,4	16792	72,2	17397	93,8	27873	70,2	17301	—	—
700	—	—	—	—	—	—	—	—	67,7	16963
800	70,2	19251	76,0	19888	97,6	30863	74,0	19789	—	—
На напряжение 220 кВ										
300	80,0	18057	85,8	18776	107,4	31029	84,2	18736	79,3	17925
(350)	79,8	18405	85,6	19124	107,2	31346	84,0	19083	—	—
400	81,2	19221	87,0	19952	108,6	32362	85,4	19911	79,8	18905
(425)	81,8	19617	87,6	20353	109,2	32853	86,0	20311	80,4	19211
500	81,4	20093	87,2	20825	108,8	33269	85,6	20784	80,8	19978
500*	82,3	20349	88,1	21089	109,7	33648	86,5	21047	—	—
(550)	82,5	20841	88,3	21583	109,9	34155	86,7	21544	82,1	20616
(550)*	84,1	21993	89,9	22749	111,5	35535	88,3	22706	—	—
625	82,6	21464	88,4	22206	110,0	34808	86,8	22163	83,2	21692
625*	83,9	22544	89,7	23297	111,3	36070	88,1	23258	—	—
700	—	—	—	—	—	—	—	—	84,9	22711
800	87,7	22199	93,5	25985	115,1	39267	91,9	55940	—	—

* Диаметр внутреннего канала 14,5 мм.

Примечание. Кабели, сечение которых указано в скобках, выпускаются в технически обоснованных случаях.

имеют защитный покров, состоящий из битумного состава, лент крепированной бумаги, ПЭТФ и прорезиненной невулканизированной ткани и шланга из ПВХ пластиката. ПЭТФ и другие ленты защитного покрова накладывают с перекрытием не менее 10 мм. Число починок шланга не превышает двух на каждые 400 м кабеля.

Броня кабеля МНСК выполняется из стальных оцинкованных проволок диаметром не менее 4 мм, разделенных на 4–6 участков медными проволоками такого же диаметра.

Битумный состав не вытекает из защитного покрова при температуре 60 °С, а из покровов, предназначенных для работы при 85 и 75 °С, – при температуре 80 или 65 °С соответственно.

В кабелях МНСК поверх упрочняющего покрова под броней размещена подушка толщиной не менее 2,5 мм, наружный покров кабелей МНСА, МНСК и МНС имеет толщину не менее 2,5 мм. В кабеле МНСШв поверх упрочняющего покрова и в кабелях МНАШв и МНАгШв поверх алюминиевой оболочки накладывают шланг из ПВХ пластиката толщиной не менее 3,2 мм, а в кабеле МНАШвУ и МНАгШвУ – не менее 5,5 мм.

Расчетные наружный диаметр и масса маслонаполненных кабелей на напряжение 110 и 220 кВ по ГОСТ 16441-78 приведены в табл. 3.55. Электрическое сопротивление жилы маслонаполненного кабеля постоянному току при 20 °С на длине 1 км соответствует табл. 3.56. Проба масла из канала

кабеля низкого давления, из бака давления, подключенного к кабелю, из коитейнера с кабелем высокого давления через 2—10 сут имеет электрическую прочность при частоте 50 Гц и температуре масла (20±10) °С не менее 18 МВ/м; значение tg δ при напряженности электрического поля 1 МВ/м и температуре масла (100±1) °С — не более 0,007 (масла из канала жилы кабеля иизкого давления и бака давления) и не более 0,003 (масла из контейнера).

Строительная длина кабеля испытывается переменным напряжением частоты 50 Гц:

Номинальное напряжение кабеля, кВ	110	150	220	330	380	500
Испытательное напряжение, кВ, кабеля:						
иизкого давлеиия	$2{,}0U_0$	$2{,}0U_0$	$1{,}67U_0$	—	—	—
высокого давлення	$0{,}9U_0$	—	$0{,}7U_0$	$0{,}65U_0$	$0{,}60U_0$	$0{,}50U_0$

Допускается испытание кабеля постоянным напряжением, в 2,4 раза превышающим испытательное переменное напряжение. Продолжительность испытания кабеля переменным или постоянным напряжением 15 мин.

Значения tg δ кабеля в строительных длинах при 20 °С не выше приведенных ниже:

Номинальное напряжение кабеля низкого давления, кВ	110	150	220			
Напряжение измерения, кВ	U_0	U_0	U_0			
tg δ	0,0040	0,0040	0,0040			
Номинальное напряжеине кабеля высокого давления, кВ	110		220	330	380	500
Напряжение измерения, кВ	$0{,}9U_0$		$0{,}70U_0$	$0{,}65U_0$	$0{,}6U_0$	$0{,}5U_0$
tg δ	0,0045		0,0045	0,0030	0,0030	0,0025

Значения Δ tg δ при увеличении испытательного напряжения, приложенного к строительной длине при 20 °С, не превышают приведенных в табл. 3.57.

Значения tg δ, измеренные на образцах кабелей при напряжении U_0 и температуре окружающего воздуха, но не выше 25 °С, после нагрева кабелей на напряжение 110, 150 и 220 кВ до 90 °С, кабелей на напряжение 330, 380 и 500 кВ до 80 °С, при температуре 60 и 40 °С во время охлаждения и после охлаждения кабеля до температуры окружающего воздуха не превышают следующих значений:

Номинальное напряжение кабеля, кВ	110	150	220	330 и 380	500
tg δ	0,0040	0,0040	0,0040	0,0028	0,0025

Значения Δ tg δ, измеренные на образцах кабелей на напряжение 110, 150 и 220 кВ при температуре окружающей среды, после нагрева до 90 °С или кабелей на напряжение 330, 380 и 500 кВ после нагрева до 80 °С и при повышении испытательного напряжения от $0{,}5\,U_0$ до $2{,}0\,U_0$ или кабеля на напряжение 500 кВ при повышении напряжения до $1{,}73\,U_0$ не превышают следующих значений:

Номинальное напряжение кабеля низкого давления, кВ	110	150	220	330	380	500
Δ tgδ на ступень напряжения	0,0003	0,0003	0,0003	—	—	—
Δ tgδ на весь диапазон иапряжения	0,0008	0,0008	0,0005	—	—	—
Номинальное напряжение кабеля высокого давлеиия, кВ	110	150	220	230	380	500
Δ tgδ на ступень напряжения	0,0002	—	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001
Δ tgδ на весь диапазон напряжения	0,0005	—	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003

Значения емкостей кабелей, измеренные на строительных длинах одной партии при одинаковых температурах и напряжении измерения для кабеля низкого давления на напряжение 110, 150 и 220 кВ, равном U_0, и кабелей высокого давления на напряжение 110 кВ – 0,9 U_0; 220 кВ – 0,7 U_0; 330 кВ – 0,65 U_0; 380 кВ – 0,6 U_0 и 500 кВ – 0,5 U_0, приведенные к единице длины кабеля, не отличаются друг от друга более чем на 8 %.

Кабели низкого давления в свинцовой оболочке или гофрированной алюминиевой оболочке после изгиба на цилиндр диаметром 25 $(D + d)$ мм, в гладкой алюминиевой оболочке – 30 $(D + d)$ и кабели высокого давления – 25 $(D + d)$ выдерживают испытание переменным напряжением частоты 50 Гц 2,5 U_0 (кабели на напряжение 110, 150 и 220 кВ) и 2,1 U_0 (кабели на напряжение 330, 380 и 500 кВ).

Таблица 3.56. **Электрическое сопротивление жил маслонаполненных кабелей**

S, мм²	Электрическое сопротивление жил, Ом, кабелей	
	низкого давления	высокого давления
120	0,1495	0,1513
150	0,1196	0,1209
185	0,09693	0,09799
240	0,07471	0,07601
(270)*	0,06641	0,06593
300	0,05977	0,06040
(350)*	0,05123	–
400	0,04483	0,04453
500	0,03587	0,03575
(550)*	0,03260	0,03295
625	0,02869	0,02846
(700)*	–	0,02562
800	0,02242	–

* См. примечание к табл. 3.55.

Испытание кабелей на напряжение 110, 150 и 220 кВ импульсным напряжением (форма волны 1 – 5/40 – 50 мкс) с амплитудой 8,5 U_0 при температуре 90 °С по 10 импульсов положительной и отрицательной полярности, кабелей на напряжения 330, 380 кВ – 7,0 U_0 при температуре 80 °С и кабелей на напряжение 500 кВ – 6,0 U_0 при температуре 80 °С. После охлаждения до температуры окружающей среды кабели выдерживают испытание переменным напряжением 1,73 U_0 + 10 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин.

Свинцовая оболочка кабеля низкого давления с упрочняющим покровом поверх нее выдерживает внутреннее давление масла 1,47 МПа, алюминиевые оболочки – внутреннее давление 1,96 МПа в течение 2 ч.

Упрочняющий и защитный покровы не имеют разрывов, трещин и заметного смещения отдельных лент. Толщина изоляции кабеля, измеренная по наименьшему диаметру, не менее 90 % ее номинальной толщины. В изоляции в одном и том же месте не более двух надорванных лент или совпадений более двух соседних лент, и в 10 последовательно расположенных лентах не более двух надорванных лент или совпадений соседних лент.

Шланг кабеля из ПВХ пластиката выдерживает испытание постоянным напряжением 12,5 кВ в течение 1 мин или переменным напряжением 18 кВ частоты от 50 до 10^6 Гц при времени приложения полного испытательного напряжения не менее 0,1 с. Срок службы кабелей на напряжение 110, 150, 220 и 330 кВ не менее 35 лет и кабелей на напряжение 380 и 500 кВ – не менее 25 лет при соблюдении условий транспортирования, хранения, прокладки (монтажа) и эксплуатации.

Кабели низкого давления поставляются комплектно с арматурой для оконцевания и соединения кабелей, аппаратурой для под-

Таблица 3.57. **Значения $\Delta \operatorname{tg}\delta$ при увеличении испытательного напряжения**

Напряжение кабеля, кВ	Тип кабеля	Напряжение измерения, кВ	$\Delta \operatorname{tg}\delta$	
			на ступень напряжения	на весь диапазон напряжения
110, 150	Низкого давления	$(0,5-1,0-1,5-2,0)\,U_0$	0,0004	0,0010
220		$(0,5-1,0-1,5-1,67)\,U_0$	0,0003	0,0007
110	Высокого давления	$(0,25-0,60-0,90)\,U_0$	0,0004	0,0010
220		$(0,20)-0,40-0,70)\,U_0$	0,0003	0,0007
330		$(0,20-0,40-0,65)\,U_0$	0,0003	0,0007
380		$(0,15-0,30-0,60)\,U_0$	0,0003	0,0005
500		$(0,10-0,25-0,50)\,U_0$	0,0002	0,0003

держания в кабелях заданного давления масла, изоляционным маслом. Кабели высокого давления поставляются комплектно с арматурой для оконцевания, соединения и разветвления кабелей, с подпитывающими установками для поддержания в кабелях заданного давления масла, стальными и медными трубами (в необработанном виде) и изоляционным маслом.

Кабели высокого давления на металлических барабанах могут быть упакованы в контейнеры. Диаметр шейки барабана для упаковки кабелей в гладкой алюминиевой оболочке должен быть не менее $30D$, а кабелей в свинцовой и гофрированной алюминиевой оболочке – не менее $25D$. Нижний конец кабеля, поставляемого с подпиткой от бака давления, должен быть надежно закреплен на «улитке» барабана. Капа нижнего конца кабеля соединяется при помощи свинцовой трубки с баком давления, помещенным в шейке барабана, снабженным манометром и служащим для поддержания избыточного давления масла в кабеле. Капа верхнего конца кабеля низкого давления обеспечивает возможность тяжения кабеля за токопроводящую жилу при его прокладке (если на кабеле отсутствует проволочная броня). Верхний конец кабеля низкого давления, имеющий капу с заглушкой, крепится врастяжку к внутренней стороне щек или к одной щеке при помощи металлических скоб. Проволоки брони верхнего конца кабеля МНСК длиннее кабеля на 800 мм для тяжения за них при прокладке кабеля. Концы кабеля высокого давления должны быть надежно запаяны и укреплены на внутренней стороне щек барабана.

При хранении кабели должны быть защищены от механических воздействий, солнечных лучей, атмосферных осадков и агрессивных сред, вредно действующих на кабель и тару. А также должно вестись наблюдение за отсутствием вытекания масла из кабеля. При хранении кабелей с подпиткой от бака давления 1 раз в неделю должна производиться проверка давления масла в кабеле, которое должно быть в пределах 0,0245–0,0294 МПа. При хранении контейнера с кабелем необходимо наблюдать за давлением в нем масла, которое должно быть в пределах 0,0049–0,0245 МПа, а также за отсутствием вытекания масла из контейнера. При транспортировании и хранении кабелей низкого давления, пропитанных нефтяным маслом, температура окружающего воздуха не должна быть ниже –25 °С, кабелей, пропитанных синтетическим маслом, –40 °С, кабелей, поставляемых без подпитки от бака давления, – без ограничения, а кабелей, поставляемых с подпиткой от бака давления, –10 °С.

Проект кабельной линии электропередачи и проект организации работ по монтажу линии электропередачи должны быть согласованы с предприятием-изготовителем кабеля. При прокладке радиус внутренней кривой изгиба кабеля низкого давления в свинцовой или гофрированной алюминиевой оболочке должен быть не менее $25(D+d)$, в гладкой алюминиевой оболочке – $30(D+d)$, кабелей высокого давления при изгибе одного кабеля – $35D$ и при одновременном изгибе трех кабелей – $40D$. Температура кабеля и окружающего воздуха при прокладке должна быть не ниже –5 °С. Температура кабеля низкого давления, пропитанного нефтяным маслом, должна быть не ниже 0 °С (допускается на участках под концевыми муфтами длиной не более 5 м температура до –20 °С). Температуры кабеля низкого давления, пропитанного синтетическим маслом, не должны быть ниже –20 и –40 °С соответственно. Кабели высокого давления должны эксплуатироваться при температуре не ниже 0 °С.

Длительно допустимая температура токопроводящих жил кабелей на напряжение 110, 150 и 220 кВ, проложенных в земле, воздухе и под водой, не должна превышать 85 °С, кабелей на напряжение 330, 380 и 500 кВ и кабелей МНСА и МНСК при наличии достаточной для расчета информации об охлаждении кабелей по всей длине трассы линии электропередачи, применении при засыпке траншей с кабелями специального засыпочного грунта с улучшенными тепловыми свойствами и среднесуточном значении тока нагрузки, равном или менее 0,8 максимального значения, не должна превышать 75 °С. При засыпке кабелей естественным грунтом, вынутым из траншей, или при коэффициенте среднесуточного значения тока нагрузки, превышающем 0,8, а также при отсутствии достаточной для расчета информации об условиях охлаждения кабелей по длине трассы линии электропередачи указанные температуры 85 и 75 °С должны быть снижены до 70 °С.

Максимально допустимая температура жил кабелей на напряжение 110, 150 и 220 кВ во время эксплуатации не должна превышать 90 °С, кабелей на напряжение 330, 380 и 550 кВ и кабелей МНСА и МНСК при продолжительности непрерывной работы кабелей в условиях перегрузки не более 100 ч, если коэффициент среднесуточного значения тока не превышает 0,8, и не более 50 ч, если коэффициент среднесуточного значения

тока более 0,8,— не должна превышать 80 °С. В течение 12 мес допускается один такой период работы кабелей в условиях перегрузки. Максимально допустимая температура масла не должна превышать 0,8 температуры вспышки масла.

Длительно допустимое избыточное давление масла в кабеле низкого давления в свинцовой оболочке должно быть в пределах 0,0245 – 0,294 МПа, в алюминиевой оболочке – 0,0245 – 0,49 МПа. Избыточное давление масла в кабелях низкого давления в свинцовой оболочке при переходных тепловых процессах должно быть в пределах 0,0149 – 0,590 МПа, в алюминиевой оболочке – 0,0245 – 0,49 МПа. Аварийное отключение кабельной линии низкого давления должно производиться при избыточном давлении масла в ней 0,0102 МПа.

Длительно допустимое избыточное давление масла в кабельных линиях высокого давления должно быть в пределах 1,08 – 1,57 МПа, при переходных тепловых процессах — в пределах 0,98 – 1,76 МПа. Аварийное отключение кабельной линии электропередачи высокого давления на напряжение 110 кВ должно производиться при избыточном давлении масла в ней 0,490 МПа, кабельной линии на напряжение 220, 330, 380 и 500 кВ — при 0,785 МПа.

После прокладки и монтажа кабельной линии электропередачи перед вводом в эксплуатацию каждая ее фаза должна выдержать испытание переменным напряжением: кабели на напряжение 110 кВ – 4,5 U_0; 150 кВ – 4,0 U_0; 330 и 380 кВ – 3,5 U_0 и 500 кВ – 3,0 U_0 в течение 15 мин. Фаза кабеля считается выдержавшей испытание, если не произошло пробоя, не было скользящих разрядов и толчков тока утечки или его нарастания после того, как он достиг установившегося значения. При монтаже кабельной линии электропередачи каждая строительная длина кабеля в шланге из ПВХ пластиката после прокладки и засыпки траншеи грунтом должна выдержать испытание постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 мин (напряжение должно быть приложено между металлическими лентами упрочняющего покрова или алюминиевой оболочкой кабеля и заземлением линии электропередачи). Пробы масла, взятые из кабельной линии после ее прокладки и монтажа, должны иметь электрическую прочность при частоте 50 Гц и температуре масла (20 ± 10) °С – не менее 18 МВ/м; tg δ при напряженности электрического поля 1 МВ/м и температуре масла (100 ± 1) °С – не более 0,008 (масла малой вязкости) и не более 0,005 (масла средней вязкости).

После прокладки и монтажа кабельная линия низкого давления должна быть испытана на свободное протекание масла. Фаза секции, подвергающаяся испытанию, должна быть выдержана при давлении испытания в течение 1 ч.

Объем вытекшего масла, м^3/с, приведенный к единице времени, должен соответствовать вычисленному по формуле

$$Q = 0{,}394\,\frac{(p - hg\gamma)\,r^4}{\eta l},$$

где p — среднее избыточное давление во вспомогательном баке за время слива масла в мерный цилиндр, Па; h — разность уровней между верхним и нижним концом фазы подвергающейся испытанию секции, м; γ — плотность масла, кг/м^3; r — радиус маслопроводящего канала, м; l — длина маслопроводящего канала (длина фазы), м; η — вязкость масла при температуре фазы секции, подвергающейся испытанию, Па·с; g — ускорение свободного падения, м/с^2.

Объем масла, полученный в результате измерений на линии, не должен быть меньше 80 % значения, вычисленного по приведенной формуле.

Для характеристики содержания газа в изоляции используется коэффициент пропитки k, измеренный при пропиточном испытании кабельной линии после ее прокладки и монтажа. Он не должен быть более $60 \cdot 10^{-4}$ МПа$^{-1}$. Измерение коэффициента пропитки кабельной линии низкого давления должно быть произведено на каждой фазе каждой секции и должно продолжаться в течение 1 ч. Измерение коэффициента пропитки кабельной линии высокого давления должно быть произведено при снижении давления от 1,47 до 0,98 МПа в верхней точке линии при отключенном подпитывающем агрегате путем слива масла через коллектор агрегата. Коэффициент пропитки, МПа$^{-1}$,

$$k = \Delta V / \Delta p V,$$

где ΔV — объем масла, слитого из фазы секции, м^3; V — объем масла, содержащегося в фазе, м^3; Δp — разность давлений в фазе перед началом и после окончания слива масла, МПа.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

4.1. НОМЕНКЛАТУРА

Силовые кабели с пластмассовой изоляцией предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное переменное напряжение с неограниченной разностью уровней и в сетях постоянного напряжения при температуре окружающей среды от −50 до +50 °С при относительной влажности до 98 % (при температуре до +35 °С).

Кабели с пластмассовой изоляцией изготовляют для сетей на номинальные переменные напряжения: 0,66; 1; 3; 6; 10; 35 64/110 кВ частоты 50 Гц с алюминиевыми или медными жилами с изоляцией из самозатухающего ПЭ, вулканизирующегося ПЭ и ПВХ пластиката, в алюминиевой, свинцовой, ПВХ, ПЭ оболочках. При значительных механических и других воздействиях на кабели накладывают защитные покровы (см. разд. 1). При прокладке кабелей в сетях постоянного напряжения оно не должно превышать номинальное в 2,5 раза.

Кабели с ПЭ изоляцией и в оболочке без защитного волокнистого покрова допускается прокладывать (монтировать) без предварительного прогрева при температуре кабелей и окружающего воздуха не ниже −20 °С; кабелей в оболочке или шланге из ПВХ пластиката без защитного покрова, содержащего волокнистые материалы, не ниже −15 °С и всех остальных кабелей – не ниже −7 °С. Кабели в пластмассовой оболочке должны прокладываться с радиусом изгиба не менее 6 *D*; кабели бронированные – с радиусом не менее 10 *D* и кабели в алюминиевой оболочке – не менее 15 *D*.

Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей не должна превышать 70 °С. Максимально допустимая температура жил кабелей с изоляцией из ПВХ пластиката, ПЭ и кабелей с изоляцией из самозатухающего ПЭ в аварийном режиме не должна превышать 80 °С и кабелей с изоляцией из вулканизирующегося ПЭ 130 °С.

Номенклатура силовых кабелей с пластмассовой изоляцией приводится в табл. 4.1, а сортамент – табл. 4.2. Силовые кабели с пластмассовой изоляцией составляют группы: кабели общего (широкого) назначения, кабели специализированные для определенных назначений, а также высоковольтные кабели.

4.2. КАБЕЛИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ НА НАПРЯЖЕНИЯ 0,66; 1; 3 И 6 КВ

Двух- и трехжильные кабели (рис. 4.1) изготовляют с основными жилами одинакового сечения, и они могут иметь жилу заземления меньшего сечения. Четырехжильные кабели изготовляют с максимальным сечением жил 185 мм^2, их выпускают с жилами одинакового сечения или с одной нулевой жилой меньшего сечения. Пятижильные кабели имеют четыре жилы одинакового сечения и одну жилу меньшего сечения. В табл. 4.3 приведено соотношение сечений основных, нулевых и заземляющих жил.

Токопроводящие жилы изготовляют однопроволочными или многопроволочными в соответствии с ГОСТ 22483-77. Однопроволочные алюминиевые жилы сечением 70 мм^2 и выше имеют относительное удлинение не менее 30 %.

На токопроводящие жилы накладывают изоляцию в зависимости от марки кабеля из ПЭ, самозатухающего ПЭ или вулканизирующегося ПЭ или ПВХ пластиката, толщиной, указанной в табл. 4.4. Предельно допустимое отклонение от толщины изоляции −10 %.

Жилы, изолированные ПВХ пластикатом, скручивают с заполнением из ПВХ пластиката, а изолированные разными видами ПЭ – соответственно данным материалом или ПВХ пластикатом. Кабели на напряжение до 3 кВ заполняют непропитанной кабельной пряжей или штапелированной стеклопряжей.

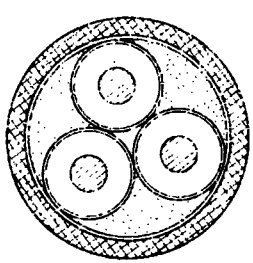


Рис. 4.1. Схема кабеля с изоляцией из самозатухающего ПЭ на напряжение 660 В

Таблица 4.1. **Номенклатура и конструктивные элементы силовых кабелей с пластмассовой изоляцией**

Марка (код ОКП) кабелей с жилами		Напряжение, кВ	Оболочка	Броия	Наружиый покров	ГОСТ или ТУ
медиыми	алюминиевыми					
Кабели общего назиачения						
с ПВХ изоляцией						
ВАШв (35 3271 1600; 35 3272 1600; 35 3273 1600)	**АВАШв** (35 3671 4800; 35 3672 4800; 35 3673 4800)	1; 3; 6	Алюмиииевая	Отсутствует	Шланг из ПХВ	ГОСТ 16442-80
ВБбШв (35 2122 4100; 35 3371 3100; 35 3372 3100; 35 3373 3100)	**АВБбШв** (35 2222 4100; 35 3771 5700; 35 3772 5700; 35 3773 5700)	0,66; 1; 3; 6	Отсутствует	Стальиые леиты	Типа Шв	То же
ВВГ (35 2122 1100; 35 3371 2700; 35 3373 2700)	**АВВГ** (35 2222 1100; 35 3771 5300; 35 3773 5300)	0,66; 1,6	ПВХ	Отсутствует	Отсутствует	» »
С ПЭ изоляцией						
ПБбШв (35 2112 4100; 35 3381 2200; 35 3382 2200; 35 3383 2200)	**АПБбШв** (35 2212 4100; 35 3781 6200; 35 3782 6200; 35 3783 6200)	0,66; 1	Отсутствует	Стальиые леиты	Типа Шв	ГОСТ 16442-80
ПВГ (35 2112 1100; 35 3381 1700)	**АПВГ** (35 2212 1100; 35 3781 5800; 35 3783 5800)	0,66; 1; 6	ПВХ	Отсутствует	Отсутствует	То же
С изоляцией из самозатухающего ПЭ						
ПсБбШв (35 2122 3500; 35 3381 2900; 35 3382 2900; 35 3383 2900)	**АПсБбШв** (35 2212 3500; 35 3781 6900; 35 3782 6900; 35 3783 6900)	0,66; 1; 3; 6	Отсутствует	Стальные леиты	Типа Шв	ГОСТ 16442-80
ПсВГ (35 2112 1400; 35 3381 1400; 35 3383 1400)	**АПсВГ** (35 2212 0500; 35 3781 5500; 35 3783 5500)	0,66; 1; 6	ПВХ	Отсутствует	Отсутствует	То же

Продолжение табл. 4.1

Марка (код ОКП) кабелей с жилами		Напряжение, кВ	Оболочка	Броня	Наружный покров	ГОСТ или ТУ
медными	алюминиевыми					
			С изоляцией из вулканизирующегося ПЭ			
ПвВГ (35 2112 1200; 35 3381 2300; 35 3383 1500)	**АПвВГ** (35 2212 1300; 35 378 5600; 35 3783 5600)	0,66; 1; 6	ПВХ »	То же	То же	ГОСТ 16442-80 ТУ 16-705.116-79
ПвАШв (35 3281 1500; 35 3282 1500; 35 3283 1400)	**АПвАШв** (35 3681 4800; 35 3682 4800; 35 3683 4800)	1; 3; 6	Алюминиевая	» »	Типа Шв	ГОСТ 16442-80
ПвБбШв (35 2112 1200; 35 3381 2500; 35 3382 2500; 35 3382 3000)	**АПвБбШв** (35 2212 4200; 35 3381 2500; 35 3382 2500; 35 3383 3000)	0,66; 1; 3; 6	Отсутствует	Стальные ленты	Типа Шв	То же
			Кабели специализированные			
			Для взрывоопасных помещений и химически активных сред			
ВБВ (35 222 4200)	**АВБВ** (35 2222 4200)	0,66	ПВХ	Стальные ленты	Шланг из ПВХ пластиката	ТУ 16-505.836-75
			Для атомных электростанций			
ПвСГ (35 3393 0100)	–	1; 6	Изоляция из вулканизирующегося ПЭ, оболочка свинцовая	Отсутствует	Отсутствует	ТУ 16-505.948-81

Продолжение табл. 4.1

Марка (код ОКП) кабелей с жилами		Напряжение, кВ	Оболочка	Броня	Наружный покров	ГОСТ или ТУ
медными	алюминиевыми					
			Для сельского хозяйства			
–	АВВГ-С (35 2222 1600)	0,66	Изоляция и оболочка из ПВХ пластиката	Отсутствует	Отсутствует	ТУ 16.705.167-80
–	АПВГ-С (35 2212 1700)	0,66	Изоляция из ПЭ, оболочка из ПВХ пластиката	То же	То же	То же
–	АПсВГ-С (35 2212 1800)	0,66	Изоляция из самозатухающего ПЭ, оболочка из ПВХ пластиката	» »	» »	» »
			Кабели высоковольтные			
ПвВГ (35 33 8615)	АПвВГ (35 3786 5900)	35	Изоляция из вулканизирующегося ПЭ, оболочка из ПВХ пластиката	Отсутствует	Отсутствует	ТУ 16.705.116-79
ПвАШв (35 3286 1500)	АПвАШв (35 3686 4800)	35	То же, оболочка алюминиевая	То же	Типа Шв	То же
–	АПвВ (35 3887 1300)	64/110	То же, оболочка из ПВХ пластиката	» »	Отсутствует	ТУ 16.705.212-81
–	АПвП (35 3887 1500)	64/110	То же, оболочка из ПЭ	» »	То же	То же
–	АПвПс (35 3887 1400)	64/110	То же, оболочка из самозатухающего ПЭ	» »	» »	» »

Таблица 4.2. **Сортамент силовых кабелей с пластмассовой изоляцией**

Марки кабелей	Число жил	Напряжение, кВ			
		0,66	1	3	6
		Сечение основных жил, мм²			
ВВГ, ПВГ, ПсВГ, ПвВГ	1, 2, 3, и 4	1,5–50	1,5–240	–	–
АВВГ, АПВГ, АПсВГ, АПвВГ	1, 2, 3 и 4	2,5–50	2,5–240	–	–
АВБбШв, ВБбШв, АПБбШв, ПБбШв, АПсБбШв, ПсБбШв, АПвБбШв, ПвБбШв	2, 3 и 4	4–50	6–240	6–240	–
ВАШв, АВАШв, ПвШв, АПвАШв	3 и 4	–	6–240	6–240	10–240
ВВГ, АВВГ, ПВГ, АПВГ, ПсВГ, АПсВГ, ПвВГ, АПвВГ, ВБбШв, АВБбШв, ПБбШв, АПБбШв, ПсБбШв, АПсБбШв, ПвБбШв, АПвБбШв	3	–	–	–	10–240
ВВГ, ПВГ, ПсВГ, ПвВГ	5	–	1,5–25	–	–
АВВГ, АПВГ, АПсВГ, АПвВГ	5	–	2,5–35	–	–
ПвСГ	1	–	–	–	120, 240
	3 и 4	–	10–185	–	–
АВВГ-С, АПВГ-С, АПсВГ-С	3 и 4	4–240	–	–	–
ПвВГ, АПвВГ, ПвАШв, АПвАШв*	1	–	–	–	–
АПвП, АПвПС, АПвВ**	1	–	–	–	–
АВБВ	2, 3, 4	2,5–120	–	–	–
ВБВ	2, 3, 4	1,5–95	–	–	–

* На напряжение 35 кВ сечение жил 50 – 150 мм² (для всех марок кабелей).
** На напряжение 64/110 кВ сечение жил 350 и 625 мм² (для всех марок кабелей).

Таблица 4.3. **Соотношение сечений основных, нулевых и заземляющих жил**

Жилы	Сечение, мм²													
Основная	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
Нулевая	1,0	1,5*	2,5	4	6	10	16	16	25	25 35	35 70	50 70	70 120	95 150
Заземляющая	1,0	1,5	2,5	2,5	4	6	10	16	16	35	35	50	70	95

* Для кабелей с алюминиевой жилой 2,5 мм².

Кабели с круглыми жилами на напряжение до 1 кВ в оболочке из ПВХ пластиката допускается заполнять одновременно с наложением оболочки при условии обеспечения отделения ее от изоляции без повреждения.

Жилы двухжильных кабелей АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВГ, ПсВГ, АПвВГ и ПвВГ на напряжение до 1 кВ сечением до 16 мм² допускается укладывать параллельно в одной плоскости. В кабелях АВВГ, ВВГ, АПВГ, АПсВГ, ПсВГ, АПвВГ, ПвВГ, ПВГ на напряжение до 1 кВ сечением до 16 мм² включительно скрученные изолированные жилы обматывают двумя лентами ПЭТФ или ПВХ пластиката или другого равноценного материала с перекрытием не менее 20% и накладывают оболочку из ПВХ пластиката.

Поверх скрученных жил кабелей остальных марок накладывают поясную изоляцию из выпрессованного или ленточного ПВХ пластиката или обматывают жилы лентами из ПЭТФ, ПВХ пластиката или другого равноценного материала.

Допускается изготовление кабелей с основными жилами одинакового сечения до 50 мм² включительно без обмотки лентами при условии обеспечения подвижности изолированных жил и возможности отделения оболочки от изоляции без повреждения.

Поверх скрученных изолированных жил всех кабелей данной группы, кроме АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВВ, ПсВГ, АПвВГ и ПвВГ, наложена поясная изоляция из выпрессованного материала даиной изоляции или ПВХ пластиката, обмотка лентами из ПЭТФ, ПВХ пластиката или другого равноценного материала. Кабели на напряжение до 3 кВ допускается изготовлять с поясной изоляцией из двух лент ПЭТФ и двух лент крепирован-

ной бумаги. Минимальная толщина поясной изоляции соответствует табл. 4.5.

Поверх поясной изоляции кабелей или скрученных жил накладывают оболочку из ПВХ пластиката, ПЭ, алюминия, в некоторых случаях броню и защитный покров в соответствии с табл. 4.1.

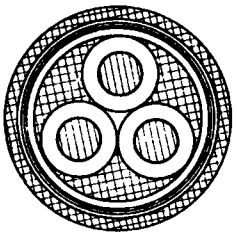


Рис. 4.2. Схема трехжильного кабеля ВАШа на напряжение 3 кВ с изоляцией из ПВХ пластиката

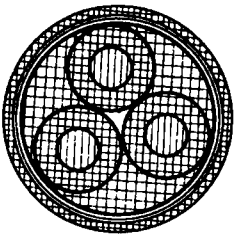


Рис. 4.3. Схема трехжильного кабеля АПвАШв на напряжение 6 кВ с изоляцией из вулканизированного ПЭ

Таблица 4.4. **Толщина изоляции в зависимости от напряжения кабелей и сечения жил**

Напряжение, кВ	Сечение жил, мм²	Толщина изоляции, мм	
		из ПЭ, самозатухающего ПЭ или ПВХ пластиката	из вулканизирующегося ПЭ
0,66	1,0–2,5	0,6	0,7
	4 и 6	0,7	0,7
	10 и 16	0,9	0,7
	25 и 35	1,1	0,9
	50	1,3	1,0
1,0	1–2,5	0,8	0,7
	4–16	1,0	0,7
	25 и 35	1,2	0,9
	50	1,4	1,0
	70	1,4	1,1
	95	1,5	1,1
	120	1,5	1,2
	150	1,6	1,4
	185	1,7	1,6
	240	1,9	1,7
3,0	6–240	2,2	2,0
6	10–240	3,0* 3,4**	3,0

* Для изоляции из ПЭ.
** Для изоляции из ПВХ пластиката.

Толщина оболочек указана в табл. 1.18 и 1.23. Допускаемые отклонения толщины оболочек пластмассовых –15%; из вулканизирующегося ПЭ –20%; алюминиевых – диаметром кабеля под оболочкой до 20 мм – 0,2 мм; от 20 до 36 мм – 0,25 мм; свыше 36 мм – 0,3 мм.

В кабелях на напряжение 6 кВ поверх поясной изоляции накладывают экструзией электропроводящий экран толщиной не менее 0,2 мм. Экран, наложенный обмоткой, состоит из ленты, изготовленной из электропроводящей прорезиненной ткани толщиной 0,3 мм с перекрытием 20%, или из двух лент электропроводящей кабельной бумаги толщиной 0,12 мм каждая с зазором не более 3,0 мм.

В кабелях АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВГ, ПсВГ, АПвВГ, ПвВГ, АВБбШв, ВБбШв, АПБбШв, ПБбШв, АПсБбШв, ПсБбШв, АПвБбШв и ПвБбШв поверх электропроводящего экрана накладывают металлический экран из двух медных лент или медной фольги толщиной не менее 0,06 мм или двух алюминиевых лент или алюминиевой фольги толщиной не менее 0,1 мм с зазором не более 3,0 мм и двух лент

Таблица 4.5. **Минимальная толщина поясной изоляции в зависимости от применяемого материала**

Поясная изоляция	Напряжение, кВ	
	0,66–3	6
	Минимальная толщина, мм	
Выпрессованная	0,9	0,9
Из лент ПЭТФ пленки	0,04	–
Из двух лент ПЭТФ и двух лент крепированной бумаги	0,4	–
Из двух лент ПВХ пластиката и двух лент крепированной бумаги	1,1	–

Таблица 4.6. **Строительная длина кабелей**

Напряжение, кВ	Сечение осиовных жил, мм²	Строительная длина, м	Примечание
До 3 включительно	1,5–16	150	Допускается в партии не более 20% кабелей длиной не менее 50 м
	25–70	300	Допускается в партии не более 10% кабелей длиной не менее 50 м
	95 и выше	200	
6	10–70	450	Допускается в партии не более 20% кабелей длиной не менее 50 м
	95 и выше	400	

Таблица 4.7. **Внешний диаметр, мм, силовых кабелей с изластмассовой изоляцией общего назначения на напряжение 0,66 и 1,0 кВ**

$n \times S$, мм^2	0,66 кВ				1,0 кВ					
	ВВГ, АВВГ, ПВГ, АПВГ, ПсВГ, АПсВГ	ПвВГ, АПвВГ	ВБбШв, АВБбШв, ПБбШв, АПБбШв, ПсБбШв, АПсБбШв	ПвБбШв, АПвБбШв	ВВГ, АВВГ, ПВГ, АПВГ, ПсВГ, АПсВГ	ПвВГ, АПвВГ	ВБбШв, АВБбШв, ПБбШв, АПБбШв, ПсБбШв, АПсБбШв	ПвБбШв, АПвБбШв	ВАШв, АВАШв	ПвАШв, АПвАШв
1×1,5	5,0	5,2	–	–	5,4	5,2	–	–	–	–
1×2,5	5,4	5,6	–	–	5,8	5,6	–	–	–	–
1×4	6,1	6,1	–	–	6,7	6,1	–	–	–	–
1×6	6,6	6,6	–	–	7,2	6,6	–	–	–	–
1×10	7,8	7,4	–	–	8,0	7,4	–	–	–	–
1×16	9,3	8,3	–	–	9,5	8,3	–	–	–	–
1×25	10,9	10,5	–	–	11,1	10,5	–	–	–	–
1×35	12,9	11,5	–	–	12,1	11,5	–	–	–	–
1×50	13,6	13,0	–	–	13,8	13,0	–	–	–	–
1×70	–	–	–	–	16,7	16,1	–	–	–	–
1×95	–	–	–	–	19,0	17,8	–	–	–	–
1×120	–	–	–	–	20,6	20,0	–	–	–	–
1×150	–	–	–	–	22,6	22,2	–	–	–	–
1×185	–	–	–	–	24,8	24,6	–	–	–	–
1×240	–	–	–	–	27,8	27,4	–	–	–	–
2×1,5	7,6	8,0	–	–	8,4	8,0	–	–	–	–
2×2,5	9,1	9,5	–	–	9,9	9,5	–	–	–	–
2×4	10,4	10,4	15,0	15,0	11,6	10,4	–	–	–	–
2×6	11,4	11,4	16,0	16,0	12,6	11,4	17,2	16,0	–	–
2×10	13,8	13,0	18,5	17,7	14,2	13,0	18,9	17,7	–	–
2×16	15,7	14,9	20,4	19,6	16,1	14,9	20,8	19,6	–	–
2×25	19,2	18,4	23,5	22,7	19,6	18,4	23,9	22,7	–	–
2×35	21,2	20,4	25,5	24,7	21,6	20,4	26,3	24,7	–	–
2×50	25,0	23,8	29,3	28,1	25,4	23,8	29,7	28,1	–	–
2×70	–	–	–	–	24,0	22,4	28,2	27,0	–	–
2×95	–	–	–	–	26,7	25,1	31,0	29,4	–	–
2×120	–	–	–	–	29,1	27,9	33,3	32,1	–	–
2×150	–	–	–	–	31,7	30,9	35,9	35,1	–	–
3×1,5	8,0	9,0	–	–	9,4	9,0	–	–	–	–
3×2,5	9,5	10,0	–	–	10,4	10,0	–	–	–	–
3×4	11,0	11,0	15,6	15,6	12,2	11,0	–	–	–	–
3×6	12,0	12,0	16,6	16,6	13,3	12,0	17,9	16,0	19,9	18,6
3×10	14,6	13,8	19,3	18,4	15,1	13,8	19,7	18,4	21,7	20,4
3×16	16,7	15,8	21,3	20,5	17,1	15,8	21,8	20,5	23,8	22,5
3×25	20,4	19,6	24,7	23,8	20,9	19,6	25,1	23,8	27,9	26,4
3×35	22,6	21,7	27,2	26,4	23,0	21,7	27,6	26,4	30,0	28,7
3×50	26,6	25,3	30,9	29,6	27,1	25,3	31,3	29,6	33,8	31,9
3×70	–	–	–	–	28,7	27,4	32,9	31,6	35,9	34,1
3×95	–	–	–	–	32,1	30,4	36,8	34,6	39,4	37,6
3×120	–	–	–	–	36,0	34,7	40,2	38,9	43,0	41,7
3×150	–	–	–	–	39,2	38,4	43,5	42,6	46,9	45,9
3×185	–	–	–	–	42,7	42,3	47,3	46,5	50,6	50,2
3×240	–	–	–	–	48,9	48,1	53,2	52,3	57,0	55,8
4×1,5 + + 1×1					11,1	10,5	–	–	–	–
4×2,5 + + 1×1,5					12,3	11,7	–	–	–	–
4×4 + + 1×2,5	–	–	–	–	14,6	13,0	–	–	–	–
4×6 + + 1×2,5	–	–	–	–	15,9	14,3	–	–	–	–
4×10 + + 1×4	–	–	–	–	18,5	16,5	–	–	–	–
4×16 + + 1×6	–	–	–	–	21,1	19,5	–	–	–	–
4×25 + + 1×10	–	–	–	–	25,7	24,1	–	–	–	–
4×35 + + 1×16	–	–	–	–	28,4	26,3	–	–	–	–

Таблица 4.8. **Внешний диаметр, мм, трехжильных силовых кабелей с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжения 3 и 6 кВ**

S, мм²	3 кВ				6 кВ				
	АВБбШв, ВБбШв, АПБбШв, ПБбШв, АПсБбШв, ПсБбШв	АПвБбШв, ПвБбШв	АВАШв, ВАШв	АПвАШв, ПвАШв	ПВГ, ПСВГ, ПвВГ	ПБбШв, ПсБбШв, ПвБбШв, ВБбШв	АВАШв	ВВГ	ПвАШв, АПвАШв
6	23,1	22,2	25,5	24,3	–	–	–	–	–
10	24,9	24,0	27,4	26,6	27,1	30,4	33,4	28,9	31,5
16	27,3	26,5	29,7	28,8	29,2	32,5	35,9	30,9	33,7
25	29,8	28,9	32,2	31,3	31,7	35,0	38,5	33,4	36,7
35	31,9	31,1	34,4	33,5	34,2	34,1	40,6	35,9	38,9
50	34,7	33,9	37,7	36,8	37,0	40,3	43,6	38,7	41,8
70	36,1	35,3	39,2	38,2	38,1	41,4	44,7	39,8	42,9
95	39,5	38,6	42,2	41,4	41,0	44,3	48,2	42,7	46,3
120	42,9	42,1	46,2	44,9	44,8	47,7	51,8	46,5	50,1
150	45,7	44,9	49,4	48,3	47,6	50,9	54,8	49,3	53,0
185	49,1	48,3	52,5	51,5	50,6	53,8	58,3	52,3	56,5
240	54,0	53,2	58,0	57,0	55,8	58,7	63,3	57,5	61,5

Таблица 4.9. **Масса, кг/км, силовых кабелей с алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	АВВГ	АПВГ	АПсВГ	АПвВГ	АВБбШв	АПБбШв	АПсБбШв	АПвБбШв
1 × 2,5	35	33	33	35	–	–	–	–
1 × 4	45	42	42	42	–	–	–	–
1 × 6	53	50	51	51	–	–	–	–
1 × 10	78	73	73	68	–	–	–	–
1 × 16	114	108	109	91	–	–	–	–
1 × 25	160	150	152	144	–	–	–	–
1 × 35	197	186	188	179	–	–	–	–
1 × 50	263	248	250	235	–	–	–	–
2 × 2,5	75	72	72	86	–	–	–	–
2 × 4	97	92	93	92	322	317	318	317
2 × 6	116	110	111	111	361	355	355	355
2 × 10	168	158	160	147	461	451	451	424
2 × 16	221	209	211	197	547	535	537	508
2 × 25	330	311	313	296	698	680	682	650
2 × 35	406	385	388	369	812	790	793	760
2 × 50	563	533	537	505	1036	1005	1010	956
3 × 2,5	91	86	87	91	–	–	–	–
3 × 4	121	113	114	113	359	351	352	351
3 × 6	147	138	139	139	406	396	398	397
3 × 10	218	203	205	188	521	505	507	482
3 × 16	292	274	276	258	634	616	618	583
3 × 25	439	411	415	391	834	806	810	711
3 × 35	548	515	520	494	1006	974	978	936
3 × 50	763	718	724	681	1269	1224	1230	1163
4 × 2,5	110	102	103	104	–	–	–	–
4 × 4	147	136	138	136	406	395	397	396
4 × 6	180	168	170	168	462	450	452	451
4 × 10	272	251	254	233	603	583	586	546
4 × 16	383	359	362	323	743	719	722	680
4 × 25	554	517	522	492	1015	978	983	912
4 × 35	718	635	681	647	1203	1160	1167	1115
4 × 50	973	912	921	865	1534	1473	1482	1399
3 × 2,5 + 1 × 2,5	109	102	103	109	–	–	–	–
3 × 4 + 1 × 2,5	140	130	132	131	392	399	391	391
3 × 6 + 1 × 4	174	162	164	162	456	444	446	444
3 × 10 + 1 × 6	253	235	238	220	535	567	569	533
3 × 16 + 1 × 10	363	340	343	304	713	699	703	661
3 × 25 + 1 × 16	518	484	489	460	915	941	946	875
3 × 35 + 1 × 16	651	612	618	586	1152	1093	1099	1050
3 × 50 + 1 × 25	886	831	839	789	1442	1388	1395	1319

Таблица 4.10. **Масса, кг/км, силовых кабелей с медными жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	ВВГ	ПВГ	ПсВГ	ПвВГ	ВБбШв	ПБбШв	ПсБбШв	ПвБбШв
1×1,5	37	36	36	38	—	—	—	—
1×2,5	51	49	49	51	—	—	—	—
1×4	70	67	68	67	—	—	—	—
1×6	91	87	88	88	—	—	—	—
1×10	140	135	136	130	—	—		—
1×16	215	209	210	192	—	—	—	—
1×25	318	308	310	301	—	—	—	—
1×35	415	404	406	397	—	—	—	—
1×50	574	559	561	546	—	—	—	—
2×1,5	67	67	67	67	—	—	—	—
2×2,5	104	104	105	105	—	—	—	—
2×4	143	143	144	144	373	368	369	368
2×6	185	185	186	186	435	429	430	429
2×10	284	284	286	286	587	577	578	550
2×16	412	412	414	414	750	738	739	710
2×25	629	629	631	631	1016	998	1000	968
2×35	824	824	827	827	1251	1229	1233	1199
2×50	1159	1159	1164	1164	1662	1632	1636	1582
3×1,5	90	86	86	102	—	—	—	—
3×2,5	140	134	135	140	—	—	—	—
3×4	197	189	190	189	435	427	428	427
3×6	259	250	251	250	517	508	510	508
3×10	407	392	394	378	710	604	697	671
3×16	596	578	580	562	938	920	922	887
3×25	816	888	892	868	1311	1332	1287	1247
3×35	1307	1174	1179	1153	1665	1633	1637	1505
3×50	1703	1657	1664	1620	2209	2163	2170	2103
4×1,5	123	118	118	124	—	—	—	—
4×2,5	174	167	168	174	—	—	—	—
4×4	248	238	239	238	508	497	499	497
4×6	329	317	319	317	612	599	601	600
4×10	524	503	506	485	855	835	838	798
4×16	789	764	768	728	1148	1124	1127	1085
4×25	1190	1153	1158	1128	1657	1614	1619	1548
4×35	1596	1553	1559	1526	2082	2039	2045	1994
4×50	2225	2165	2173	2118	2786	2726	2734	2652
3×1,5 + 1×1	118	113	113	119	—	—	—	—
3×2,5 + 1×1,5	163	156	157	163	—	—	—	—
3×4 + 1×2,5	232	223	224	224	492	482	483	483
3×6 + 1×4	311	299	301	299	593	581	583	582
3×10 + 1×6	480	462	464	447	811	793	706	760
3×16 + 1×10	730	706	710	671	1090	1066	1070	1028
3×25 + 1×16	1097	1062	1067	1039	1553	1519	1524	1453
3×35 + 1×16	1411	1372	1378	1346	1892	1854	1859	1810
3×50 + 1×25	1985	1930	1938	1887	2541	2486	2494	2417

Таблица 4.11. **Масса, кг/км, силовых кабелей с алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	АВВГ	АПВГ	АПсВГ	АПвВГ	АВБбШв	АПБбШв	АПсБбШв	АПвБбШв	АВАШв	АПвАШв
1×2,5	39	37	37	35	—	—	—	—	—	—
1×4	53	48	49	42	—	—	—	—	—	—
1×6	62	57	58	51	—	—	—	—	—	—
1×10	81	75	76	68	—	—	—	—	—	—
1×16	118	111	112	91	—	—	—	—	—	—
1×25	164	154	155	144	—	—	—	—	—	—
1×35	202	190	192	179	—	—	—	—	—	—
1×50	269	252	254	235	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 4.11

$n \times S$, мм²	АВВГ	АПВГ	АПсВГ	АПвВГ	АВБбШв	АПБбШв	АПсБбШв	АПвБбШв	АВАШв	АПвАШв
1×70	338	319	322	305	—	—	—	—	—	—
1×95	431	407	411	387	—	—	—	—	—	—
1×120	528	502	506	470	—	—	—	—	—	—
1×150	632	602	606	589	—	—	—	—	—	—
1×185	755	719	725	713	—	—	—	—	—	—
1×240	971	926	932	911	—	—	—	—	—	—
2×2,5	86	81	81	76	—	—	—	—	—	—
2×4	115	107	108	92	—	—	—	—	—	—
2×6	135	126	127	111	403	394	395	355	—	—
2×10	176	164	166	147	468	457	458	424	—	—
2×16	229	216	218	197	563	569	551	508	—	—
2×25	339	318	321	296	715	695	698	650	—	—
2×35	417	393	396	369	853	829	832	760	—	—
2×50	575	542	547	505	1035	1022	1027	956	—	—
2×70	740	641	647	609	1185	1135	1141	1077	—	—
2×95	941	842	850	773	1435	1373	1382	1290	—	—
2×120	1120	1008	1017	958	1658	1589	1599	1524	—	—
2×150	1347	1217	1227	1189	1932	1851	1862	1806	—	—
3×2,5	105	97	98	91	—	—	—	—	—	—
3×4	144	131	133	113	—	—	—	—	—	—
3×6	172	158	160	138	456	442	444	397	446	391
3×10	228	210	213	188	538	521	524	482	530	470
3×16	303	282	285	258	653	632	635	583	649	582
3×25	452	421	425	391	855	824	828	771	900	794
3×35	562	526	532	494	1024	993	998	936	1049	958
3×50	780	731	783	681	1294	1244	1252	1163	1324	1181
3×70	1054	977	988	923	1584	1507	1518	1432	1659	1469
3×95	1348	1253	1266	1171	1973	1878	1892	1737	2034	1813
3×120	1652	1545	1561	1482	2314	2207	2222	2120	2394	2199
3×150	1994	1867	1886	1822	2715	2588	2607	2527	2897	2667
3×185	2384	2236	2258	2213	3211	3063	3084	2990	3405	3224
3×240	3062	2875	2902	2821	3959	3772	3799	3702	4268	3959
3×2,5 + 1×2,5	126	116	117	109	—	—	—	—	—	—
3×4 + 1×2,5	167	152	154	131	—	—	—	—	—	—
3×6 + 1×4	205	186	189	162	507	489	492	444	501	435
3×10 + 1×6	269	247	250	220	610	588	591	533	607	525
3×16 + 1×10	370	350	354	304	746	719	723	661	769	656
3×25 + 1×16	535	497	502	460	1000	962	968	875	1020	920
3×35 + 1×16	668	626	632	586	1159	1116	1122	1050	1176	1069
3×50 + 1×25	907	847	856	789	1472	1412	1421	1319	1547	1348
3×70 + 1×25	1176	1090	1102	1032	1764	1677	1620	1596	1853	1670
3×95 + 1×35	1534	1428	1443	1314	2196	2091	2106	1973	2272	2033
3×120 + 1×35	1809	1601	1708	1620	2535	2417	2434	2322	2670	2421
3×150 + 1×50	2112	2070	2090	2014	3058	2911	2931	2795	3241	3028
3×185 + 1×50	2642	2479	2503	2445	3509	3346	3369	3302	3731	3588
4×25	127	116	118	109	—	—	—	—	—	—
4×4	176	159	162	136	—	—	—	—	—	—
4×6	212	193	196	168	514	496	498	451	508	441
4×10	284	261	264	233	624	601	605	546	621	538
4×16	398	320	374	323	766	738	742	680	790	675
4×25	571	530	536	492	1042	1000	1006	912	1062	957
4×35	737	689	696	647	1231	1184	1190	1115	1248	1134
4×50	995	929	938	865	1564	1498	1508	1399	1639	1429
4×70	1340	1238	1252	1179	1895	1793	1808	1723	1970	1798
4×95	1721	1596	1614	1507	2374	2249	2267	2145	2453	2206
4×120	2112	1970	1991	1896	2804	2663	2683	2578	2905	2678
4×150	2556	2359	2413	2336	3309	3143	3167	3082	3497	3268
4×185	3105	2910	2938	2882	3928	3733	3761	3701	4150	3923
4×2,5 + 1×1,5	160	136	138	127	—	—	—	—	—	—
4×4 + 1×2,5	200	181	183	155	—	—	—	—	—	—
4×6 + 1×2,5	237	215	218	188	—	—	—	—	—	—
4×10 + 1×4	335	308	311	260	—	—	—	—	—	—
4×16 + 1×6	444	411	416	374	—	—	—	—	—	—
4×25 + 1×10	657	610	616	565	—	—	—	—	—	—
4×35 + 1×16	826	771	779	722	—	—	—	—	—	—

Таблица 4.12. **Масса, кг/км, силовых кабелей с медными жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	ВВГ	ПВГ	ПсВГ	ПвВГ	ВБбШв	ПБбШв	ПсБбШв	ПвБбШв	ВАШв	ПвАШв
1×1,5	42	40	40	38	–	–	–	–	–	–
1×2,5	55	53	53	51	–	–	–	–	–	–
1×4	78	74	74	67	–	–	–	–	–	–
1×6	99	95	95	88	–	–	–	–	–	–
1×10	144	139	139	130	–	–	–	–	–	–
1×16	219	213	213	192	–	–	–	–	–	–
1×25	322	313	313	301	–	–	–	–	–	–
1×35	420	410	410	397	–	–	–	–	–	–
1×50	579	565	565	546	–	–	–	–	–	–
2×1,5	79	74	75	71	–	–	–	–	–	–
2×2,5	118	113	114	108	–	–	–	–	–	–
2×4	166	158	159	143	–	–	–	–	–	–
2×6	210	201	202	185	478	468	470	429	–	–
2×10	302	290	292	273	594	583	584	550	–	–
2×16	432	418	420	400	766	752	754	710	–	–
2×25	657	636	639	614	1033	1012	1015	968	–	–
2×35	856	832	836	808	1292	1268	1272	1199	–	–
2×50	1202	1169	1173	1132	1681	1648	1653	1582	–	–
2×70	1624	1574	1581	1518	2068	2018	2025	1960	–	–
2×95	2139	2077	2086	2024	2634	2572	2581	2489	–	–
2×120	2634	2565	2575	2522	3172	3103	3113	3038	–	–
2×150	3239	3158	3170	3128	3824	3743	3755	3698	–	–
3×1,5	113	107	108	102	–	–	–	–	–	–
3×2,5	154	146	147	140	–	–	–	–	–	–
3×4	220	208	210	189	–	–	–	–	–	–
3×6	284	270	272	250	568	554	556	508	558	503
3×10	417	400	402	378	728	710	713	671	719	659
3×16	607	586	589	562	957	936	939	887	953	886
3×25	929	898	902	868	1332	1300	1305	1247	1377	1271
3×35	1221	1185	1191	1153	1688	1652	1657	1595	1708	1617
3×50	1720	1670	1677	1620	2233	2184	2191	2103	2263	2120
3×70	2379	2301	2313	2250	2909	2831	2843	2756	2983	2786
3×95	3146	3050	3064	3974	3771	3676	3690	3535	3832	3611
3×120	3923	3816	3813	3753	4585	4478	4493	4391	4665	4470
3×150	4832	4706	4724	4661	5553	5427	5445	5366	5736	5506
3×185	5885	5737	5759	5714	6712	6564	6535	6491	6906	6725
3×240	7604	7417	7444	7362	8501	8314	8341	8244	8810	8501
4×1,5	139	130	132	124	–	–	–	–	–	–
4×2,5	191	181	182	174	–	–	–	–	–	–
4×4	278	261	263	238	–	–	–	–	–	–
4×6	361	342	345	317	664	645	647	600	557	590
4×10	536	513	516	485	877	854	857	798	874	790
4×16	803	775	779	728	1172	1144	1148	1085	1195	1080
4×25	1207	1166	1172	1128	1677	1636	1642	1548	1697	1593
4×35	1615	1558	1574	1526	2110	2062	2069	1994	2127	2013
4×50	2247	2181	2191	2118	2817	2751	2760	2652	3892	2681
4×70	3106	3004	3019	2945	3661	3559	3874	3490	3737	3565
4×95	4118	3993	4011	3904	4771	4646	4664	4542	4850	4603
4×120	5139	4998	5018	4924	5832	5691	5711	5606	5933	5706
4×150	6341	6174	6198	6121	7094	6927	6951	6867	7281	7053
4×185	7773	7578	7606	7550	8596	8401	8429	8369	8818	8591
3×1,5 + 1×1	134	125	126	119	–	–	–	–	–	–
3×2,5 + 1×1,5	180	170	171	163	–	–	–	–	–	–
3×4 + 1×2,5	259	244	247	224	–	–	–	–	–	–
3×6 + 1×4	342	324	326	299	644	626	629	582	638	572
3×10 + 1×6	495	473	477	447	836	814	817	760	833	751
3×16 + 1×10	744	717	721	671	1112	1086	1090	1028	1136	1023
3×25 + 1×16	1113	1075	1080	1039	1579	1541	1546	1453	1509	1498
3×35 + 1×16	1429	1386	1392	1346	1919	1876	1882	1810	1936	1829
3×50 + 1×25	2005	1945	1954	1887	2570	2510	2519	2417	2645	2146
3×70 + 1×25	2660	2573	2586	2515	3248	3167	3173	3078	3340	3154
3×95 + 1×35	3551	3445	3460	3331	4214	4108	4123	3990	4293	4051
3×120 + 1×35	4299	4182	4198	4110	5025	4907	4924	4811	5165	4911
3×150 + 1×50	5364	5223	5243	5165	6205	6064	6084	5947	6399	6181
3×185 + 1×50	5457	6294	6317	6258	7324	7168	7184	7117	7552	7343
4×1,5 + 1×1	160	149	151	142	–	–	–	–	–	–
4×2,5 + 1×1,5	218	206	208	198	–	–	–	–	–	–
4×4 + 1×2,5	318	299	301	273	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 4.12

$n \times S$, мм²	ВВГ	ПВГ	ПсВГ	ПвВГ	ВБбШв	ПБбШв	ПсБбШв	ПвБбШв	ВАШв	ПвАШв
4×6 + 1×2,5	482	381	384	354	—	—	—	—	—	—
4×10 + 1×4	612	585	539	537	—	—	—	—	—	—
4×16 + 1×6	886	853	858	816	—	—	—	—	—	—
4×25 + 1×10	1350	1305	1315	1364	—	—	—	—	—	—

Таблица 4.13. Масса, кг/км, трехжильных силовых кабелей с медными и алюминиевыми жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 3 кВ

$n \times S$, мм²	АВБб—Шв	АПБбШв	АПсБбШв	АПвБбШв	ВБбШв	ПБбШв	ПсБбШв	ПвБбШв	АВАШв	АПвАШв	ВАШв	ПвАШв
3×6	677	636	642	602	789	748	753	714	701	597	813	708
3×10	779	731	738	696	968	920	927	885	801	719	990	909
3×16	939	883	891	846	1243	1187	1195	1150	960	868	1264	1171
3×25	1112	1046	1056	1097	1589	1523	1533	1484	1129	1026	1606	1503
3×35	1276	1202	1213	1161	1935	1961	1872	1820	1305	1192	1964	1851
3×50	1508	1423	1435	1381	2447	2363	2375	2320	1583	1456	2523	2395
3×70	1854	1725	1743	1673	3179	3050	3068	2998	1947	1749	3272	3074
3×95	2231	2085	2106	2029	4029	3883	3904	3827	2310	2108	4108	3905
3×120	2589	2426	2449	2366	4860	4696	4720	4637	2730	2467	5001	4738
3×150	2266	2786	2812	2724	5805	5625	5651	5563	3190	2910	6036	5749
3×185	3434	3239	3267	3172	6935	6740	6768	6673	3656	3369	7157	6870
3×240	4104	3886	3917	3815	8646	8427	8459	8356	4443	4124	8985	8665

Таблица 4.14. Масса, кг/км, трехжильных силовых кабелей с алюминиевыми и медными жилами с пластмассовой изоляцией общего применения на напряжение 6 кВ

$n \times S$, мм²	АВАШв	АПвАШв	АВВГ	АПВГ	АПсВГ	АПвВГ	АВБбШв	АПБбШв	АПсБбШв	АПвБбШв
3×10	1171	989	898	742	753	743	1341	1158	1169	1159
3×16	1377	1147	1043	871	883	873	1518	1319	1331	1321
3×25	1604	1382	1231	1040	1054	1041	1744	1526	1540	1528
3×35	1805	1583	1441	1233	1249	1235	1993	1724	1740	1726
3×50	2142	1880	1716	1486	1504	1488	2311	2055	2072	2057
3×70	2469	2116	2033	1712	1738	1715	2645	2297	2324	2300
3×95	2932	2521	2384	3029	2059	2033	3042	2661	2691	2664
3×120	3378	2972	2785	2395	2428	2399	3501	3042	3075	3046
3×150	3844	3382	3171	2749	2785	2753	3930	4382	3519	3487
3×185	4387	3891	3602	3149	3189	3154	4409	3929	3969	3934
3×240	5183	4637	4323	3823	3867	3828	5212	4632	4676	4637
3 × 10	1360	1178	1088	931	942	932	1530	1347	1358	1348
3 × 16	1681	1451	1347	1175	1187	1176	1822	1623	1635	1625
3 × 25	2081	1859	1707	1517	1531	1519	2221	2003	2017	2005
3 × 35	2464	2242	2100	1892	1908	1893	2652	2383	2399	2385
3 × 50	3082	2819	2655	2425	2443	2428	3251	2994	3012	2996
3×70	3794	3441	3357	3036	3063	3040	3969	3522	3648	3625
3×95	4729	4319	4182	3827	3857	3831	4846	4458	4488	4462
3×120	5649	5243	5056	4666	4699	4670	5772	5312	5346	5317
3×150	6682	6320	6009	5587	5624	5592	6769	6321	6357	6325
3×185	7888	7392	7103	6650	6690	6655	7910	7430	7469	7435
3×240	9725	9179	8865	8364	8409	8370	9754	9173	9218	9179

Примечание. Первые 11 строк относятся к кабелям с алюминиевыми жилами, остальные — с медными.

Таблица 4.15. **Конструктивные данные кабелей марки ПвСГ на напряжение 1 кВ**

$n \times S$, мм²	Толщина, мм			D, мм	g, кг/км
	изоляции жил		свинцовой оболочки		
	осиовных	нулевых			
3 × 10	1,2	–	1,4	15,7	1110
4 × 10	1,2	1,2	1,5	17,5	1370
3 × 16	1,2	–	1,5	17,9	1460
3 × 16 + 1 × 10	1,2	1,2	1,6	19,9	1750
3 × 25	1,4	–	1,6	23,1	2150
3 × 25 + 1 × 16	1,4	1,2	1,7	24,8	2510
3 × 35	1,4	–	1,7	25,8	2690
3 × 35 + 1 × 16	1,4	1,2	1,8	26,8	3060
3 × 50	1,6	–	1,95	31,0	3320
3 × 50 + 1 × 25	1,6	1,4	1,95	33,0	4000
3 × 70	1,6	–	2,05	35,1	4370
3 × 70 + 1 × 35	1,6	1,4	2,15	37,6	5120
3 × 95	1,8	–	2,15	40,2	5670
3 × 95 + 1 × 50	1,8	1,6	2,3	43,2	6490
3 × 120	1,8	–	2,3	44,1	7060
3 × 120 + 1 × 70	1,8	1,6	2,3	47,0	8040
3 × 150	2,0	–	2,4	48,9	8430
3 × 150 + 1 × 70	2,0	1,6	2,5	52,4	9250
3 × 185	2,2	–	2,5	53,5	9960
3 × 185 + 1 × 95	2,2	1,8	2,6	57,3	11650

из ПЭТФ пленки, ПВХ пластиката или другого равноценного материала с перекрытием не менее 20%. В кабелях АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВГ, АПвВГ и ПвВГ на электропроводящие элементы накладывают оболочку из ПВХ пластиката.

В кабелях АВАШв, ВАШв, АПвАШв, ПвАШв на напряжение до 3 кВ поверх поясной изоляции и в кабелях на напряжение 6 кВ поверх электропроводящего экрана накладывают алюминиевую оболочку.

Строительная длина кабелей указана в табл. 4.6. Внешний диаметр и масса кабелей общего назначения приведены в табл. 4.7 – 4.15.

Изолированные жилы кабелей с пластмассовой изоляцией общего назначения всех марок испытывают переменным напряжением на проход при времени приложения напряжения не менее 0,06 с или постоянным напряжением в соответствии со следующими значениями:

Толщина изоляции, мм	Испытательное напряжение, кВ
0,6	29
0,7	34
0,8	38
1,0 – 1,1	43
1,2 – 1,3	48
1,4 – 1,5	53
1,6 – 1,7	58
1,9	62
2,0 и более	67

Готовые кабели на напряжение 0,66 кВ испытывают переменным напряжением (частоты 50 Гц) 3 кВ; на напряжения 1,0; 3 и 6 кВ испытывают напряжениями соответственно: 3,5; 7 и 11 кВ. Оболочку из ПВХ пластиката испытывают переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Испытание оболочек кабелей напряжением до 2 кВ марок АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВГ, ПсВГ, АПвВГ и ПвВГ не проводится.

4.3. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

К этой группе кабелей относятся: кабели для атомных электростанций, кабели с индексом С, предназначенные для сельского хозяйства, и кабели для взрывоопасных помещений.

Кабели ПвСГ, предназначенные для эксплуатации на атомных электростанциях в сетях переменного напряжения 1 и 6 кВ частоты 50 Гц внутри помещения при температуре окружающей среды от –50 до +60 °С при давлении $(0,7 – 3,0) \cdot 10^5$ Па, относительной влажности от 20 до 100% и уровне радиации до 0,1 Гр/ч, выпускаются по ТУ 16.505.948-81. При экспорте в страны с умеренным тропическим климатом кабелям присваивается марка ПвСГ-Т.

Кабели изготовляют сечением жил от 10 до 185 мм² трехжильными и четырехжильными. В трехжильных – три жилы – одинакового сечения и одна (нулевая) меньшего сечения, кроме сечения 10 мм², где все жилы

одинакового сечения. В табл. 4.15 приведены конструктивные данные кабелей на напряжение 1 кВ.

Кабели на переменное напряжение 6 кВ изготовляют одножильными сечением 120 и 240 мм^2 с толщиной изоляции 4,0 мм. Толщина свинцовой оболочки 1,7 и 1,95 мм, а внешний диаметр 26,1 н 32,3 мм. Предельный допуск толщины изоляции и свинцовой оболочки – 10%. Масса кабеля сечением 120 мм^2 – 2770 кг/км, а сеченнем 240 мм^2 – 4490 кг/км.

Токопроводящие жилы изготовляют из медных круглых проволок конструкций: класса 1 по ГОСТ 22483-77 сечением 10, 16 и 240 мм^2 н класса 2 – сечением 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150 и 185 мм^2. Токопроводящие жилы сечением 50 мм^2 и более уплотнены или обмотаны двумя лентами кабельной бумаги толщиной 0,12 мм. Первую ленту накладывают с зазором не более 3 мм, вторую – с перекрытием не менее 20%.

Изолированные вулканизирующимся ПЭ жилы кабелей на напряжение 1 кВ скручивают между собой в трехжильных кабелях с заполнением из вулканизирующегося ПЭ или ПВХ пластиката, а в четырехжильных кабелях – с внутренним заполнением между жилами из кабельной пряжн или штапелированной стеклопряжи.

Поверх скрученных жил кабеля на напряжение 1 кВ накладывают обмотку из прорезиненной тканевой ленты нлн двух лент ПВХ пластиката или лент ПЭТФ, наложенных с перекрытием не менее 20%.

Поверх обмотки кабеля на напряженне 1 кВ н изолированной жилы кабеля на напряженне 6 кВ накладывают свинцовую оболочку, содержащую присадку сурьмы или из сурьмяных сплавов. Свинцовая оболочка защищена слоем технического вазелина.

Строительная длнна кабелей указана в табл. 4.16. Поставка маломерных отрезков допускается в количестве не более 10%.

Параметры кабелей ПвСГ. Изолированные жилы на напряжение 1 кВ после трехчасового пребывания в воде испытывают переменным напряжением 4 кВ в течение 10 мин; на напряжение 6 кВ – 11 кВ. Допускается испытание изолированных жил на аппарате сухого испытания (АСИ) переменным напряжением: 9 кВ (при толщине изоляцин 1,2 мм); 10 кВ (при толщине 1,4 мм); 14 кВ (при толщине от 1,6 до 2,0 мм); 16 кВ (при толщине 2,2 мм) и 20 кВ (при толщине изоляции 4,0 мм). Кабели в готовом виде на напряжение 1 и 6 кВ испытывают переменным напряжением 4 и 11 кВ частоты 50 Гц.

Электрическое сопротивление изоляции кабелей на напряжение 1 кВ не менее $120 \cdot 10^6$ Ом·км; на напряжение 6 кВ – $200 \cdot 10^6$ Ом·км при температуре 20 °С и соответственно 50 и $100 \cdot 10^6$ Ом·км при температуре 90 и 100 °С и $120 \cdot 10^6$ Ом·км при температуре 20 °С после интегральной дозы облучения $1 \cdot 10^5$ Гр. Кабели выдерживают не менее трех двойных изгибов вокруг роликов диаметром, равным 20 D одножильных кабелей и 15 D – трех- и четырехжильных кабелей.

Кабели с индексом С для сельского хозяйства предназначены для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках прн номинальном переменном напряжении до 0,66 кВ частоты до 50 Гц в окружающей температурной среде от – 50 до + 50 °С и относительной влажности воздуха до 98% при температуре до 35 °С. Кабели прокладываются на трассах с неограниченной разностью уровней.

Номенклатуру кабелей, выпускаемых по ТУ 16.705.167-80, составляют трн марки. Все они имеют алюминневые жилы и оболочку из ПВХ пластиката без защитного покрова. Они отличаются лишь видом пластмассовой изоляции, а именно: кабель АВВГ-С – с ПВХ изоляцией, АПВГ-С – с ПЭ изоляцией, АПсВГ-С – с изоляцией из самозатухающего ПЭ.

Кабели прокладываются в условиях, если они не подвергаются значительным растягивающим усилиям: АВВГ-С – в кабельных сооружениях, производственных помещениях, в том числе пожароопасных, и в земле (траншеях); АПВГ-С – в земле (траншеях) н в помещениях одиночных кабельных линий; АПсВГ-С – в земле (траншеях), в кабельных сооружениях, производственных помещеннях, в том числе пожароопасных.

Кабели всех трех марок изготовляют сечением от 4 до 240 мм^2 трех- и четырехжильными, в том числе с одной нулевой жилой. Токопроводящие жилы – алюминиевые однопроволочные или многопроволочные секторной формы по ГОСТ 22483-77, но допускается изготовление нулевых жил сечением до 70 мм^2 круглой формы.

Таблица 4.16. **Строительная длина кабелей ПвСГ**

S, мм^2	Строительная длина, м, не менее	
	70%	30%
До 120	200	150
150 и 240	150	100
185	100	60

В табл. 4.17 приведеиы толщины изоляции и оболочки кабелей. Допустимое отклоиеиие от толщииы изоляции −10%, а от толщииы оболочки −15%.

Значеиия виешних диаметров и масс кабелей указываются в документации, утверждеиной в устаиовлеиием порядке.

Строительиая длииа кабелей сечеиием 4−16 мм² − 150 м; 25−70 мм² − 300 м; 95 мм² и выше − 200 м. Кроме того, допускается поставка маломерных отрезков длиной ие меиее 50 м в количестве ие более 20% в партии кабелей сечением 4−16 мм² и не более 10% в партиях кабелей других сечений.

Осиовиые изолированиые жилы имеют отличительиую расцветку и иумеруются с расстояиием между ними ие более 35 мм. При расцвечивании жил иомеру 1 соответствует белая или желтая, номеру 2 − синяя или зеленая, иомеру 3 − красиая или малиновая. Нулевая жила может быть любого цвета. Поверх скручеииых изолироваиных жил накладывают с перекрытием ие меиее 20% ленту ПЭТФ, ПВХ пластиката или другого равноцеииого материала и выпрессованного ПВХ пластиката. Допускается изготовлеиие кабелей сечеиием осиовиых жил до 50 мм² без обмотки лентами поверх скручеииых изолироваиных жил при условии обеспечеиия подвижиости изолироваиных жил и возможиости отделеиия без повреждения оболочки от изоляции.

Электрические и механические параметры кабелей соответствуют пп. 2.3 и 2.4 ГОСТ 24183-80.

Кабели силовые АВБВ и ВБВ (рис. 4.4) предиазиачены для открытой иеподвижной прокладки на трассах с иеограиичеиной разностью уровней в электрических сетях перемеиного иапряжеиия до 0,66 кВ или постояиного до 1000 В во взрывоопасиых помещениях и установках и в помещениях с химически активными средами при температуре от −50 до +50 °С. Кабели прокладывают непосредствеиио по металлическим коиструкциям, лоткам, в коробах, по штукатурке, бетону, кирпичу и другим строительным осиоваииям с креплением скобами или клицами. Допускается прокладывать кабели без предварительиого иагрева при температуре ие ииже −15 °С. Радиус изгиба при монтаже допускается не менее 10 *D*. Длительио допустимая рабочая температура жил кабелей +70 °С. Предельиая температура при токах короткого замыкания +150 °С в течеиие 5 с.

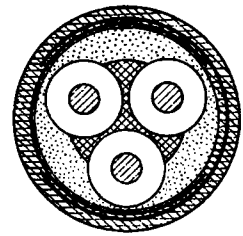


Рис. 4.4. Схема кабеля ВБВ

Кабели изготовляют с алюмиииевыми или медиыми жилами круглой формы двух-, трех- или четырехжильиыми сечением от 1,5 до 120 мм². Алюминиевые токопроводящие жилы сечеиием до 50 мм² изготовляют однопроволочиыми, сечением 50 мм² и выше − многопроволочиыми. Медные жилы сечеиием до 25 мм² изготовляют однопроволочиыми, сечением выше 25 мм² − миогопроволочными. Алюмиииевые и медиые жилы сечением до 16 мм² изготовляют круглыми; 25−50 мм² − круглыми или секториыми; 70−120 мм² − секториыми. Миогопроволочиые секториые жилы уплотияют. В двухжильиом кабеле жилы могут быть сегментной формы. Жилы кабелей АВБВ и ВБВ сечением 1,5−6 мм² изолируют ПВХ пластикатом толщиной 1,2 мм; сечеиием 10−35 мм² − 1,4 мм; сечеиием 50−120 мм² − 1,8 мм. Изолироваиные жилы кабелей имеют отличительиую расцветку (четвертая жила черная) или иумерацию иа поверхности изоляции. Изолироваиные жилы скручивают вокруг профилироваиного сердечиика из ПВХ пластиката, а поверх скручеииых жил диаметром до 15 мм иакладывают поясиую

Таблица 4.17. **Толщина изоляции и оболочки кабелей АВВГ-С, АПВГ-С и АПсВГ-С**

S, мм²	Изоляция жил, мм		Оболочка	
	основной	нулевой	Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина, мм
2,5	–	0,6	До 6	1,2
4	0,7	0,7	6−10	1,5
6	0,7	0,7	10−15	1,5
10	0,8	0,8	15−20	1,7
16	0,8	0,8	20−25	1,9
25	1,0	1,0	25−30	1,9
35	1,0	1,0	30−40	2,1
50	1,2	1,2	40−50	2,3
70	1,3	1,3	50−60	2,5
95	1,4	1,4	Свыше 60	3,0
120	1,4	1,4		
150	1,5	–		
185	1,6	–		
240	1,8	–		

Таблица 4.18. **Внешний диаметр и масса силовых кабелей ВБВ и АВБВ для взрывоопасных и химически активных сред**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км	
		ВБВ	АВБВ
2×1,5	18,0	360	–
2×2,5	19,0	600	570
2×4	20,0	670	620
2×6	21,0	760	690
2×10	24,0	1070	940
2×16	26,0	1300	1090
2×25	29,0	1590	1280
2×35	31,0	1970	1510
2×50	36,0	2650	1700
3×1,5	18,0	600	570
3×2,5	19,0	660	610
3×4	20,0	760	680
3×6	21,0	870	760
3×10	26,0	1200	1040
3×16	28,0	1520	1200
3×25	30,0	1900	1430
3×35	33,0	2390	1700
3×50	38,0	3240	2000
3×70	43,0	4100	2800
3×95	46,0	5090	3280
3×120	51,0	6500	4500
4×1,5	20,0	680	640
4×2,5	21,0	760	700
4×4	22,0	880	880
4×6	23,0	1000	860
4×10	28,0	1450	1200
4×16	30,0	1810	1410
3×25 + 1×16	33,0	2240	2240
3×35 + 1×16	35,0	2670	1870
3×50 + 1×25	43,0	3890	3200
3×70 + 1×35	45,0	4650	3100
3×95 + 1×50	49,0	5760	3630
3×120 + 1×70	56,0	7500	4700

изоляцию из ПВХ пластиката толщиной 1,3 мм; диаметром 15–30 мм – 1,6 мм; диаметром свыше 30 мм – 1,8 мм и броню из двух стальных лент толщиной 0,5 мм. В кабелях диаметром до 25 мм допускается применение броненеты толщиной 0,3 мм. На броню иакладывают ПВХ оболочку толщиной: 1,8 мм (диаметр кабеля под оболочкой до 20 мм), 2,0 мм (диаметр 20–35 мм), 2,2 мм (диаметр свыше 35 мм). Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 4.18. Кабели поставляют длинами не менее 200 м. Допускается поставка отрезков длиной не меиее 50 м в количестве не более 10% поставляемой партии.

Изолированиые жилы после шестичасового пребывания в воде испытывают переменным напряжением 3 кВ в течение 10 мин. В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 5 кВ между жилами и между каждой жилой и броней в течение 10 мин. Сопротивление изоляции готового кабеля не менее $10 \cdot 10^6$ Ом·км.

4.4. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ КАБЕЛИ

Кабели силовые с изоляцией из вулканизирующегося ПЭ иа иапряжение 35 кВ (ТУ 16.705.116-79) предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках переменного напряжения частоты 50 Гц на трассах с неограниченной разностью уровней прокладки в сетях с изолированной нейтралью; для эксплуатации при температуре окружающей среды от –50 до +50 °С, относительной влажности до 98% при температуре (35±3) °С, в том числе для прокладки на открытом воздухе при условии защиты от воздействия солнечной радиации. Кабели изготовляют с алюминиевыми или медными жилами в алюминиевой или ПВХ оболочке, с защитными покровами или без покровов. В табл. 4.19 приведена преимущественная область применения кабелей.

Кабели всех марок имеют одну жилу сечением от 50 до 150 мм². Конструкции жил сечением 50–95 мм² соответствуют классу 2 по ГОСТ 22483-77, а сечением 120 и 150 мм² – классу 1 однопроволочным, а также многопроволочным. Токопроводящие жилы – круглой формы (алюминиевые – однопроволочные или многопроволочные, медные – многопроволочные) уплотненные. На токопроводящую жилу накладывают прессованием экран из электропроводящего ПЭ или из электропроводящего вулканизирующегося ПЭ, а поверх изоляции – экран из электропроводящего ПЭ или из электропроводящего вулканизирующегося ПЭ или из графита. Номииальиая толщина экрана, наложенного экструзией, диаметром до 25 мм (по жиле и по изоляции) – 1,2 мм, диаметром 25–35 мм – 1,3 мм, диаметром от 36 до 45 мм – 1,4 мм, диаметром от 46 до 60 мм – 1,6 мм, диаметром от 61 до 80 мм – 1,8 мм и диаметром свыше 80 мм –

Таблица 4.19. **Преимущественная область применеиие высоковольтных кабелей с пластмассовой изоляцией иа напряжение 35 кВ**

Марка	Преимущественная область применения
АПвВГ, ПвВГ	Для прокладки в помещениях, каналах, туниелях и других сооружениях, в том числе в агрессивных средах, при отсутствии механических воздействий на кабель
АПвАШв, ПвАШв	Для прокладки в помещениях, каналах, туннелях и других сооружениях, в земле (траншеях)

2,0 мм. Толщина экрана из раствора графита (по изоляции) всех сечений 0,02 мм. Допускаемые отклонения толщины экрана, наложенного экструзией, −10%, а из раствора графита −25%.

Поверх экрана по жиле накладывают изоляцию из вулканизирующегося ПЭ натурального цвета толщиной 9,0 $\pm \frac{15\%}{10\%}$. Поверх экрана из графита в кабелях АПвАШв и ПвАШв накладывают ленту из электропроводящей двухсторонне прорезиненной ткани с перекрытием не менее 20% или две ленты электропроводящей кабельной бумаги толщиной 0,12 мм с зазором не более 3 мм и алюминиевую оболочку. В кабелях АПвВГ и ПвВГ на изоляцию накладывается экран из: электропроводящей двухсторонне прорезиненной ткани с перекрытием не менее 20% или двух лент электропроводящей кабельной бумаги толщиной 0,12 мм с зазором не более 3 мм; двух медных лент толщиной не менее 0,06 мм или алюминиевых лент толщиной не менее 0,1 мм с зазором не более 3 мм; двух лент из ПВХ пластиката толщиной не менее 0,2 мм, или лент из ПЭТФ общей толщиной не менее 0,04 мм, или одной ленты из прорезиненной невулканизированной ткани, наложенной с перекрытием не менее 20%. В кабелях АПвВГ и ПвВГ диаметром от 20 до 30 мм поверх экрана накладывают оболочку из ПВХ пластиката толщиной 1,9 мм – при диаметре кабеля под оболочкой от 20 до 30 мм; толщиной 2,1 мм – при диаметре от 30 до 40 мм; 2,3 мм – при диаметре от 50 до 60 мм и 3,0 мм – при диаметре свыше 60 мм. Предельное отклонение толщины оболочки −15%. Плюсовый допуск +20%. Толщина алюминиевой оболочки – в соответствии с требованиями ГОСТ 24641-81.

Строительная длина кабелей – не менее 200 м. Допускается поставка маломерных отрезков длинами не менее 70 м в количестве не более 10% общей длины поставляемой партии. По соглашению сторон допускается сдача кабелей любыми длинами. Защитные покровы кабелей АПвАШв и ПвАШв соответствуют требованиям ГОСТ 7006-72.

Электрические параметры. Изолированные жилы кабелей после часового пребывания в воде испытывают переменным напряжением 60 кВ частоты 50 Гц в течение 10 мин. Электрическое сопротивление изоляции при температуре 20 °С не менее $200 \cdot 10^6$ Ом · км, а при температуре (90 ± 3) °С – не менее $100 \cdot 10^6$ Ом · км. В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 60 кВ частоты 50 Гц в течение 20 мин.

Таблица 4.20. **Область применения высоковольтных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 64/110 кВ**

Марка	Область применения
АПвП	В земле в бетонных лотках с засыпкой специальным грунтом и с защитой бетонными плитами от механических повреждений. Допускается в земляной траншее с засыпкой обычным грунтом в случае работы кабеля с недогрузкой и при условии его защиты от механических повреждений
АПвПс	То же, а также в каналах зданий и в туннелях
АПвВ	В каналах зданий и в туннелях

После прокладки кабелей и монтажа аппаратуры кабельную линию испытывают постоянным напряжением 175 кВ в течение 10 мин. Максимальное значение tg δ, измеренное на строительной длине кабеля при напряжении 20 кВ, не более $4 \cdot 10^{-3}$, а измеренное на образцах кабелей при температуре (90 ± 3) °С и напряжении 20 кВ – не более $8 \cdot 10^{-3}$. Максимальное значение Δtg δ на строительной длине кабеля при напряжении от 10 до 40 кВ – не более $2 \cdot 10^{-3}$. Напряжение начала ионизации, измеренное на образцах кабелей, не менее 1,25 U_0, где U_0 – напряжение между жилой и металлическим экраном. Амплитуда разряда должна быть не менее 5 пКЛ.

Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на напряжение 64/110 кВ (ТУ 16.705.212-81) предназначены для передачи и распределения электрической энергии в трехфазных системах на трассах с неограниченной разностью уровней при окружающей температуре от −20 до +50 °С. (Допускается на участках под концевыми муфтами длиной не более 5 м применять кабели: в оболочке из ПЭ при температуре −50 °С, в оболочке из самозатухающего ПЭ при −40 °С). В табл. 4.20 указана область применения кабелей.

Кабели одножильные изготовляют двух сечений: 350 и 625 мм².

Токопроводящая жила сечением 350 мм² однопроволочная диаметром 21,1 мм, а сечением 625 мм² состоит из многопроволочного сердечника 37 × 3,73 мм, поверх которого наложена алюминиевая оболочка толщиной 2,7 мм. Диаметр жилы 31,4 ± 0,6 мм.

На токопроводящую жилу накладывают слой электропроводящего вулканизирующегося ПЭ толщиной 1,15 мм (предельное отклонение ±0,75 мм), слой эмиссионного

вулканизирующегося ПЭ толщиной 0,45 мм (предельное отклонение ±0,3 мм) и изоляцию из вулканизирующегося ПЭ.

Поверх изоляции последовательно накладывают слой из электропроводящего вулканизирующегося ПЭ толщиной 1,25 мм (предельное отклонение +0,45÷−0,25 мм) и экран из медной ленты толщиной 0,25 мм, гофрированной в поперечном направлении и наложенной продольно с перекрытием не менее 6 мм. Экран из медной ленты скрепляют обмоткой нитью ПЭТФ, наложенной с шагом 25 мм.

Поверх медных лент продольно наложена ПЭТФ лента толщиной (50±5) мкм, шириной (50±5) мм и оболочка из ПЭ (АПвП) или самозатухающего ПЭ (АПвПс) или ПВХ пластиката (АПвВ).

Толщина изоляции кабелей всех марок 11,4 мм, предельное отклонение ±1,4 мм, толщина оболочки 2,8 мм, предельное отклонение −0,6÷+0,8 мм. Внешний диаметр: кабеля сечением 350 мм² 58,7 мм, сечением 625 мм² 64,3 мм. Масса соответственно – 3526 и 4603 кг/км. Строительная длина кабелей согласовывается при заказе.

Электрические и механические параметры кабелей. Электрическое сопротивление токопроводящей жилы сечением 350 мм² постоянному току при температуре 20 °С на длине 1 км не более 0,086 Ом, жил сечением 625 мм² – не более 0,048 Ом.

Строительную длину кабеля испытывают переменным напряжением 190 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин, tg δ на строительных длинах при напряжении 64 и 130 кВ – не более 0,001. Уровень частичных разрядов на строительных длинах не более 20 пКЛ при напряжении 130 кВ и 5 пКЛ при снижении напряжения до 90 кВ, tg δ на образцах кабелей длиной не менее 5 м при напряжении 64 и 130 кВ при температуре жилы (20±3) °С и (90±3) °С – не более 0,001. Оболочку кабеля испытывают постоянным напряжением 12,5 кВ в течение 1 мин, на проход – переменным напряжением 18 кВ частоты от 50 до 10^6 Гц или на проход постоянным напряжением 30 кВ при времени приложения испытательного напряжения не менее 0,1 с. Электрическая емкость кабелей сечением 350 мм² – 0,190 мкФ/км, сечения 625 мм² – 0,261 мкФ/км. Кабели устойчивы к изгибу на угол ±180° на цилиндре диаметром 15 $(D+d)$ (где D – внешний диаметр кабеля и d – диаметр токопроводящей жилы). После двухкратного изгиба кабель испытывают переменным напряжением 160 кВ частоты 50 Гц в течение 24 ч и импульсным напряжением (форма волны 1,5/40–50 мкс) 550 кВ по 10 ударов положительной и отрицательной полярности при температуре изоляции кабеля (90±3) °С и переменным напряжением 130 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин после охлаждения кабеля до температуры окружающего воздуха.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

5.1. НОМЕНКЛАТУРА

Силовые кабели с резиновой изоляцией предназначены для стационарной прокладки в электрических сетях, для передачи и распределения электрической энергии на трассах с неограниченной разностью уровней прокладки при переменном напряжении 660 В или постоянном 1000 В и переменном и постоянном 3,6 и 10 кВ.

Кабели изготовляют в оболочке из маслостойкой и нераспространяющей горения резины, ПВХ пластиката или свинца. При необходимости по условиям монтажа и эксплуатации кабели изготовляют бронированными (см. разд. 1). Силовые кабели в резиновой или ПВХ оболочке удовлетворяют требованиям климатического исполнения У и Т ГОСТ 15150-69. Они предназначены для эксплуатации при окружающей температуре от −40 до +50 °С, а кабели в свинцовой оболочке – от −50 до +50 °С. Длительно допустимая температура на жилах не должна превышать +65 или 90 °С в зависимости от марки кабеля.

Номенклатура силовых кабелей с резиновой изоляцией приведена в табл. 5.1, а сортамент – в табл. 5.2.

5.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Силовые кабели с резиновой изоляцией изготовляют с алюминиевыми или медными жилами (табл. 5.3–5.16). Они должны соот-

ветствовать ГОСТ 22483-77. Медные жилы сечением 1,0–16 мм² соответствуют классу 1; сечением 2,5–500 мм² – классу 2. Допускается жила сечением 16 мм² класса 2. В кабелях на постоянное напряжение 3 и 6 кВ допускается по требованию потребителей медная жила сечением 1,5–10 мм² класса 2 и сечением 25–35 мм² класса 3.

Алюминиевые жилы сечением 2,5–70 мм² соответствуют классу 1; сечением 95–500 мм² – классу 2. Допускается жила сечением 16–70 мм² класса 2. Для токопроводящих жил сечением до 35 мм² включительно применяют алюминиевую проволоку марки АПТ по ГОСТ 6132-79, а сечением 50 мм² и выше – марки АПТ или АТ. Допускается

Таблица 5.1. **Номенклатура силовых кабелей с резиновой изолицией по ГОСТ 433-73**

Марка (код ОКП) кабеля с жилами		Оболочка	Защитный покров
алюминиевыми	медиыми		
АВРБ (35 2232 2100)	ВРБ (35 2132 2100)	ПВХ	Типа Б
АВРБГ (35 2232 5100)	ВРБГ (35 2132 5100)	»	Типа БГ
АВРБн (35 2232 3100)	ВРБи (35 2132 3100)	»	Типа Би
АВРГ (35 2232 1100)	ВРГ (35 2132 1100)	»	Отсутствует
АВРТБ (35 2232 0600)	ВРТБ (35 2132 0600)	»	Типа Б
АВРТБГ (35 2232 0800)	ВРТБГ (35 2132 0800)	»	Типа БГ
АВРТБн (35 2232 0700)	ВРТБн (35 2132 0700)	»	Типа Бн

Продолжение табл. 5.1

Марка (код ОКП) кабеля с жилами		Оболочка	Защитный покров
алюминиевыми	медиыми		
АВРТГ (35 2232 0500)	ВРТГ (35 2132 0500)	»	Отсутствует
АНРБ (35 2234 2100)	НРБ (35 2137 2100)	Резиновая	Типа Б
АНРБГ (35 2234 5100)	НРБГ (35 2134 5100)	»	Типа БГ
АНРГ (35 2234 1100)	НРГ (35 2134 1100)	»	Отсутствует
АСРБ (35 2223 2100)	СРБ (35 2133 2100)	Свинцовая	Типа Б
АСРБГ (35 2233 5100)	СРБГ (35 2133 5100)	»	Типа БГ
АСРБ2лГ (35 3592 5100)	СРБ2лГ (35 3192 5700)	»	Типа Б2лГ
АСРГ (35 2233 1100)	СРГ (35 2133 1100)	»	Отсутствует

Таблица 5.2. **Сортамент силовых кабелей с резиновой изоляцией**

Марка	Число жил	Сечение жил, мм², при напряжении, кВ			
		переменном 0,66	постоянном		
			3	6	10
СРГ	1 2–4	1–240 1–185	1,5–500 –	2,5–500 –	240–400 –
АСРГ	1 2 и 3 3 и 4	4–300 4–240 2,5–240	4–500 – –	4–500 – –	240–400 – –
ВРГ, ВРТГ, НРГ	1–4	1–240			
АВРГ, АВРТГ, АНРГ	1 2–4	4–300 2,5–300	– –	– –	– –
АСРБ2лГ, СРБ2лГ	1	–	240 400, 500	–	–
АСРБГ, СРБГ	1	–	–	95, 240, 400, 500	–
ВРБ, ВРТБ, ВРБГ, ВРТБГ, ВРБн, ВРТБн, НРБ, НРБГ, СРБ, СРБГ	2–4	2,5–185	–	–	–
АВРБ, АВРТБ, АВРБГ, АВРТБГ, АВРБн, АВРТБн, АСРБ, АСРБГ, АНРБ, АНРБГ	2 и 3 3 и 4	4–240 2,5–240	–	–	–

Таблица 5.3. **Толщина изоляции и диаметр изолированных жил силовых кабелей с резиновой изоляцией на переменное напряжение 0,66 кВ (1 кВ – постоянного тока)**

S, мм²	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм	S, мм²	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм
1	1,0	3,13	35	1,4	10,33
1,5	1,0	3,37	50	1,6	12,25
2,5	1,0	3,76	70	1,6	13,85
4	1,0	4,24	95	1,8	16,15
6	1,0	4,73	120	1,8	17,67
10	1,2	5,95	150	2,0	19,68
16*	1,2	6,90	185	2,2	21,97
16**	1,2	7,50	240	2,4	24,96
25	1,4	9,19	300	2,6	27,79

* Однопроволочная жила.
** Семипроволочная жила

Таблица 5.4. **Толщина изоляции и диаметр изолированных жил силовых кабелей с резиновой изоляцией на постоянное напряжение 3,6 и 10 кВ**

S, мм²	3 кВ		6 кВ		10 кВ	
	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм
1,5	1,8	4,97	–	–	–	–
1,5	1,8	5,16	–	–	–	–
2,5	1,8	5,36	3,0	7,76	–	–
2,5	1,8	5,64	3,0	8,04	–	–
4	1,8	5,84	3,0	8,24	–	–
4	1,8	6,15	3,0	8,55	–	–
6	2,0	6,73	3,2	9,13	–	–
6	2,0	7,12	3,2	9,52	–	–
10	2,0	7,55	3,2	9,95	–	–
10	2,0	8,11	3,2	10,51	–	–
16	2,0	8,50	3,2	10,90	–	–
16	2,0	9,10	3,2	11,50	–	–
16	2,0	9,20	3,2	11,60	–	–
25	2,2	10,79	3,2	12,79	–	–
25	2,2	10,90	3,2	12,90	–	–
35	2,2	11,93	3,2	13,93	–	–
35	2,2	11,95	3,2	13,95	–	–
50	2,4	13,85	3,4	15,85	–	–
70	2,4	15,45	3,4	17,45	–	–
95	2,6	17,75	3,4	19,35	–	–
120	2,6	19,27	3,4	20,87	–	–
150	2,8	21,28	3,6	22,88	–	–
185	3,0	23,57	3,6	24,77	–	–
240	3,2	26,56	3,8	27,76	5,0	30,16
300	3,4	29,39	3,8	30,19	5,0	32,59
400	3,6	32,85	4,0	33,65	5,0	35,65
500	3,8	36,31	4,0	36,71	–	–

Примечание. Жилы сечением от 1,5 до 16 мм² однопроволочные и семипроволочные; сечением 25 и 35 мм² – семипроволочные и 19-проволочные.

Рис. 5.1. Кабель силовой трехжильный с резиновой изоляцией с заполнением пряжей в ПВХ оболочке бронированный

Рис. 5.2. Кабель силовой двухжильный с резиновой изоляцией в ПВХ оболочке на напряжение 660 В без защитного покрова марки ВРГ

применение круглых уплотненных медных или алюминиевых жил и наложение ПЭТФ пленки на токопроводящие жилы.

На токопроводящие жилы кабелей накладывают резиновую изоляцию типа РТИ-1 по ОСТ 16.0.505.015-79, а на жилы кабелей, стойких к воздействию повышенной температуры, – типа РТЭПИ-1. Изолированные жилы имеют различную сплошную расцветку или цифровые обозначения. Заземляющую или нулевую жилу изготовляют черного цвета или натурального цвета с обозначением 0 (нуль).

Конструктивные данные изолированных жил силовых кабелей с резиновой изоляцией на переменное напряжения 0,66 кВ (1 кВ – постоянного тока) приведены в табл. 5.3, а на напряжение 3,6 и 10 кВ постоянного тока – в табл. 5.4. Минимальный допуск толщины резиновой изоляции не превышает 10%.

Изолированные жилы скручивают в кабель. Допускается заполнение промежутков между жилами резиновыми жгутами, кабельной непропитанной пряжей или штапелированной стеклопряжей (рис. 5.1) и параллельная укладка жил сечением до 16 мм² включительно в двухжильных кабелях (рис. 5.2). Поверх скрученных или параллельно уложенных изолированных жил, а также одножильных кабелей допускается обмотка ПТФЭ лентой или прорезиненной тканью.

Для защиты изоляции жил от действия света, влаги, химически агрессивных сред, механических воздействий поверх скрученных жил накладывают оболочку из свинца, ПВХ пластиката или резины типа РШН-2 по ОСТ 16.0.505.015-79 на основе полихлоропренового каучука наирита (рис. 5.3–5.5). Свинцовая оболочка одиовременно является экраном кабеля. Оболочка кабеля СРГ

Рис. 5.3. Кабель силовой трехжильный с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке на напряжение 660 В без защитного покрова марки СРГ

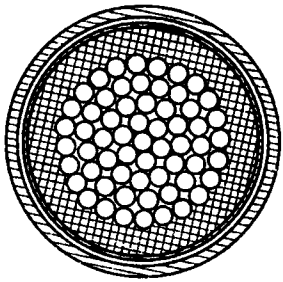


Рис. 5.4. Поперечный разрез силового кабеля одножильного с резиновой изоляцией в ПВХ оболочке на напряжение 660 В без защитного покрова марки ВРГ

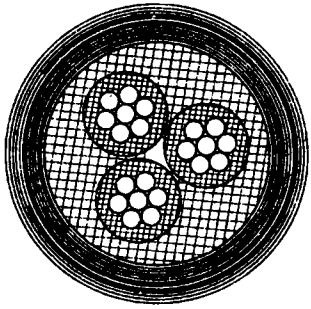


Рис. 5.5. Поперечный разрез силового трехжильного кабеля с резиновой изоляцией в резиновой оболочке на напряжение 660 В с защитным покровом марки НРБ

Таблица 5.5. **Внешний диаметр, мм, одножильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в ПВХ, резиновой и свинцовой оболочке на переменное напряжение 660 В**

S, мм²	ВРГ	АВРГ	ВРТГ	НРГ	АНРГ	СРГ	АСРГ
1	5,5	–	5,5	6,1	–	5,6	–
1,5	5,8	–	5,8	6,4	–	5,9	–
2,5	6,2	–	6,2	6,8	–	6,3	–
4	6,6	6,6	6,7	7,8	7,8	6,7	6,1
6	7,1	7,1	7,2	8,3	8,3	7,2	6,6
10	8,4	8,4	8,4	10,0	10,0	8,5	7,9
16	9,9	9,9	9,9	11,5	10,9	9,4	8,8
16*	–	10,5	10,5	–	11,6	10,0	9,4
25	12,2	11,4	12,3	13,2	12,4	11,7	10,3
25*	–	12,2	–	–	13,2	–	11,1
35	13,3	12,4	13,4	14,9	13,4	12,8	11,3
35*	–	13,3	–	–	14,9	–	12,2
50	15,3	15,2	15,1	16,9	16,8	14,8	14,1
50*	–	15,3	–	–	16,9	–	14,2
70	17,5	16,9	16,9	18,5	18,5	16,4	15,8
70*		16,9	–	–	18,5	–	15,8
95	20,2	20,2	–	20,8	20,8	18,7	18,7
120	21,7	21,7	–	22,3	22,3	20,2	20,2
150	24,1	24,1	–	25,3	25,3	22,4	22,4
185	26,4	26,4	–	27,6	27,6	24,7	24,7
240	29,4	29,4	–	31,6	31,6	27,9	27,9
300	–	32,2	–	–	34,4	–	30,9

* Многопроволочные жилы.

Таблица 5.6. **Масса, кг/км, одножильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в ПВХ, резиновой и свинцовой оболочке на переменное напряжение 660 В**

S, мм²	ВРГ	АВРГ	ВРТГ	НРГ	АНРГ	СРГ	АСРГ
1	41,4	–	40,4	58	–	195	–
1,5	48,4	–	47,4	65,8	–	210	–
2,5	60,9	–	60,1	80	–	230	–
4	78,7	54,3	77,9	108	84	269	218
6	101	64,6	101	132	96	307	244
10	153	91,9	151	201	140	399	309
16	218	120	225	–	171	494	366
16*	–	147	243	290	189	530	401

Продолжение табл. 5.6

S, мм²	ВРГ	АВРГ	ВРТГ	НРГ	АНРГ	СРГ	АСРГ
25	360	179	356	409	225	695	460
25*	–	202	–	–	252	–	507
35	463	218	460	542	268	835	530
35*	–	246	–	–	324	–	586
50	632	326	607	722	415	1035	723
50*	–	324	–	–	414	–	722
70	846	406	728	928	505	1312	832
70*	–	402	–	–	501	–	848
95	1154	562	–	1231	638	1673	1080
120	1395	656	–	1477	821	1958	1219
150	1730	812	–	1868	950	2416	1498
185	2136	983	–	2288	1238	2896	1743
240	2747	1233	–	3003	1489	3709	2195
300	–	1495	–	–	1774	–	2675

* Многопроволочные жилы.

содержит присадку сурьмы в количестве 0,4–0,8%, а кабелей, транспортируемых на расстояние более 5000 км, 0,5–0,8%. Толщина свинцовой оболочки приведена в табл. 1.20, а ПВХ и резиновой оболочек – в табл. 1.12.

В зависимости от условий монтажа и эксплуатации силовые кабели изготовляют бронированными с защитными покровами по ГОСТ 7006-72 (см. разд. 1). Длина кабелей не менее 125 м, допускают поставку маломерных отрезков кабеля длиной не менее 20 м в количестве не более 10% общей длины.

Внешний диаметр и масса силовых кабелей с резиновой изоляцией приведены в табл. 5.5–5.14.

Таблица 5.7. **Внешний диаметр, мм, одножильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке на напряжение 3,6 и 10 кВ**

S, мм²	Число проволок	3 кВ			6 кВ		10 кВ	
		СРГ	АСРГ	СРБ2лГ и АСРБ2лГ	СРГ	АСРГ	СРБГ и АСРБГ	СРГ и АСРГ
1,5	1	7,5	–	–	–	–	–	–
1,5	7	7,7	–	–	–	–	–	–
2,5	1	7,9	–	–	10,3	–	–	–
2,5	7	8,1	–	–	10,5	–	–	–
4	1	8,3	8,3	–	10,7	10,7	–	–
4	7	8,7	–	–	11,1	–	–	–
6	1	9,2	9,2	–	11,6	11,6	–	–
6	7	9,6	–	–	12,0	–	–	–
10	1	10,1	10,1	–	12,5	12,5	–	–
10	7	10,6	–	–	13,0	–	–	–
16	1	11,0	11,0	–	13,4	13,4	–	–
16	7	11,6	11,6	–	14,0	14,0	–	–
16	19	11,7	–	–	14,1	–	–	–
25	1	–	12,5	–	14,5	14,5	–	–
25	7	13,3	13,3	–	15,3	15,3	–	–
25	19	13,4	–	–	–	–	–	–
35	1	–	13,5	–	15,5	15,5	–	–
35	7	14,4	14,4	–	16,4	16,4	–	–
35	19	17,5	–	–	16,5	–	–	–
50	19	16,4	16,3	–	18,3	18,3	–	–
70	19	18,0	18,0	–	20,0	–	–	–
95	19	20,3	20,3	–	21,9	21,9	27,7	–
120	37	21,8	21,8	–	23,6	23,6	–	–
150	37	24,0	24,0	–	25,8	25,8	–	–
185	37	26,5	26,5	–	27,7	27,7	–	–
240	61	29,7	29,7	35,7	30,9	30,9	36,7	33,3
300	61	32,5	32,5	–	33,3	33,3	–	36,0
400	61	36,3	36,3	42,3	37,1	37,1	42,9	39,3
500	91	39,9	39,9	45,9	40,3	40,3	46,1	–

Таблица 5.8. **Масса, кг/км, одножильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке на напряжение 3,6 и 10 кВ**

S, мм²	Число проволок	3 кВ				6 кВ		10 кВ			
		СРГ	АСРГ	СРБ2лГ	АСРБ2лГ	СРГ	АСРГ	СРБГ	АСРБГ	СРГ	АСРГ
1,5	1	287	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,5	7	301	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,5	1	314	–	–	–	444	–	–	–	–	–
2,5	7	334	–	–	–	471	–	–	–	–	–
4	1	350	325	–	–	483	459	–	–	–	–
4	7	371	–	–	–	513	–	–	–	–	–
6	1	412	375	–	–	549	513	–	–	–	–
6	7	440	–	–	–	592	–	–	–	–	–
10	1	486	425	–	–	630	558	–	–	–	–
10	7	528	–	–	–	689	–	–	–	–	–
16	1	585	487	–	–	735	637	–	–	–	–
16	7	630	530	–	–	796	695	–	–	–	–
16	19	638	–	–	–	804	–	–	–	–	–
25	7	–	587	–	–	–	719	–	–	–	–
25	17	805	647	–	–	951	794	–	–	–	–
25	19	813	–	–	–	959	–	–	–	–	–
35	1	–	662	–	–	–	799	–	–	–	–
35	7	951	733	–	–	1099	886	–	–	–	–
35	19	1056	–	–	–	1103	–	–	–	–	–
50	7	1187	879	–	–	1352	1044	–	–	–	–
70	7	1442	1019	–	–	1616	1193	–	–	–	–

Продолжение табл. 5.8

S, мм²	Число проволок	3 кВ				6 кВ		10 кВ			
		СРГ	АСРГ	СРБ2лГ	АСРБ2лГ	СРГ	АСРГ	СРБГ	АСРБГ	СРГ	АСРГ
95	19	1815	1222	—	—	1965	1372	2537	1944	—	—
120	37	2107	1368	—	—	2354	1615	—	—	—	—
150	37	2581	1663	—	—	2851	1933	—	—	—	—
185	37	3172	2019	—	—	3314	2161	—	—	—	—
240	61	4016	2502	4834	3325	4174	2660	4938	3424	4500	2986
300	61	4794	2892	—	—	4904	3002	—	—	5452	3550
400	61	6058	3607	7042	4591	6182	3731	7081	4690	6648	4197
500	91	7392	4324	8463	5395	7459	4562	8429	5361	—	—

Таблица 5.9. Внешний диаметр и масса двухжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке на переменное напряжение 0,66 кВ

$n \times S$, мм²	D, мм			g, кг/км					
	СРГ, АСРГ	СРБ, АСРБ	СРБГ, АСРБГ	СРГ	АСРГ	СРБ	АСРБ	СРБГ	АСРБГ
2×1	8,8	—	—	341	—	—	—	—	—
2×1,5	9,2	—	—	371	—	—	—	—	—
2×2,5	10,0	19,4	15,0	424	—	793	—	632	—
2×4	11,0	20,4	16,0	494	444	887	837	717	667
2×6	12,0	21,4	17,0	574	499	991	916	813	738
2×10	14,4	24,6	20,2	768	641	1382	1255	1174	1047
2×16	16,3	26,5	22,1	969	711	1671	1438	1416	1273
2×25	20,9	31,1	26,7	1404	976	2219	1741	1952	1488
2×35	23,4	33,6	29,2	1790	1132	2681	2236	2391	1946
2×50	27,3	37,6	33,2	2402	1770	3419	2781	3090	2456
2×70	32,0	41,0	37,8	3157	2208	4316	3329	3945	2971
2×95	36,9	47,1	42,7	4213	3010	5323	4320	5107	3904
2×120	40,1	50,3	45,9	5040	3533	6449	4942	6004	4497
2×150	44,4	54,6	50,2	6107	4235	7647	5775	7164	5292
2×185	48,9	59,1	54,7	7254	4901	8933	6581	8408	6055
2×240	55,1	66,5	62,1	—	6039	—	8582	10981	7987
2×1 + 1×1	9,0	—	—	377	—	—	—	—	—
2×1,5 + 1×1	10,0	—	—	409	—	—	—	—	—
2×2,5 + 1×1,5	10,7	20,0	15,6	469	—	857	—	687	—
2×4 + 1×2,5	11,6	21,0	16,6	554	489	962	781	726	722
2×6 + 1×4	12,7	22,1	17,7	651	553	1086	988	901	803
2×10 + 1×6	14,6	24,8	20,4	842	686	1462	1306	1252	1096
2×16 + 1×10	17,7	27,5	23,5	1166	862	1882	1565	1643	1331
2×25 + 1×10	22,5	32,7	28,3	1648	1102	2313	2085	2230	1642
2×35 + 1×10	23,7	33,9	29,5	1982	1226	2844	2230	2550	1796
2×50 + 1×16	27,0	38,0	33,6	2693	1896	3721	2967	3390	2582
2×70 + 1×25	32,0	42,2	37,8	3449	2316	4608	3437	4237	3079
2×95 + 1×35	36,9	47,1	42,7	4592	2916	5902	4262	5486	3846
2×120 + 1×35	40,1	50,3	45,9	5414	3422	6823	4870	6378	4442
2×150 + 1×50	44,4	54,6	50,2	6627	4179	8167	5702	7624	6279
2×185 + 1×50	48,9	59,1	54,7	7775	4834	9452	6564	8937	6039
2×240 + 1×70	55,1	66,5	62,1	—	6012	—	8614	—	8015

Таблица 5.10. **Внешний диаметр и масса двухжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в ПВХ оболочке на переменное напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм					g, кг/км								
	ВРГ, АВРГ	ВРТГ	ВРБ, АВРБ	ВРБГ, АВРБГ	ВРБн, АВРБн	ВРГ	АВРГ	ВРТГ	ВРБ	АВРБ	ВРБГ	АВРБГ	ВРБн	АВРБн
2×1	9,3×6,1	9,3×6,1	–	–	–	103	–	82,6	–	–	–	–	–	–
2×1,5	9,7×6,4	9,8×6,4	–	–	–	107	–	96,8	–	–	–	–	–	–
2×2,5	10,5×6,8	10,6×6,8	–	–	–	134	127	123	–	–	–	–	–	–
2×4	11,5×7,2	11,5×7,3	–	–	–	173	145	160	–	–	–	–	–	–
2×6	12,5×7,7	12,5×7,8	–	–	–	221	178	206	–	–	–	–	–	–
2×10	14,9×9,0	–	–	–	–	331	242	–	–	–	–	–	–	–
2×16	16,8×9,9	–	–	–	–	446	327	–	–	–	–	–	–	–
2×1	9,3	9,3	–	–	–	116	–	109	–	–	–	–	–	–
2×1,5	9,7	9,8	–	–	–	131	–	127	–	–	–	–	–	–
2×2,5	10,5	10,6	19,0	14,0	19,0	164	103	161	495	–	335	–	456	456
2×4	11,5	11,5	19,9	15,5	19,9	214	123	205	556	561	369	339	511	467
2×6	12,5	12,5	20,9	16,5	20,9	278	145	262	631	617	452	378	587	513
2×10	14,9	15,0	24,2	19,8	24,2	406	205	324	945	901	735	609	894	768
2×16	16,8	16,8	26,1	21,7	26,1	433	263	454	1143	1042	915	715	1087	887
2×25	21,8	22,0	31,0	26,6	31,0	963	381	742	1602	1309	1327	917	1535	1114
2×35	24,5	24,6	33,7	29,3	33,7	1194	463	980	1934	1490	1634	–	1861	1264
2×50	28,3	28,1	37,6	33,2	37,6	1656	716	1286	2434	2046	2096	1053	2339	1719
2×70	32,7	31,1	41,9	37,5	41,1	2104	891	1741	3036	2410	2907	1786	2944	2016
2×95	37,7	–	47,0	42,6	47,0	2851	1222	–	3926	3108	3461	2253	3189	2575
2×120	40,7	–	50,0	45,6	50,0	3352	1422	–	4513	3505	4058	2549	4461	2892
2×150	42,5	–	54,0	50,0	54,4	4214	1751	–	5387	4132	4686	3013	5263	3390
2×185	49,7	–	59,0	54,6	59,0	5062	2113	–	6432	4824	–	3348	6100	3757
2×240	56,1	–	–	–	–	6560	2679	–	–	6568	–	4999	3390	5463
2×300	61,8	–	–	–	–	–	3251	–	–	–	–	–	–	–
2×1 + 1×1	9,1	–	–	–	–	116	–	–	–	–	–	–	–	–
2×1,5 + 1×1	10,3	–	–	–	–	131	–	–	–	–	–	–	–	–
2×2,5 + 1×1,5	11,1	–	19,5	15,1	19,5	164	127	–	535	–	370		493	–
2×4 + 1×2,5	12,1	–	20,6	16,2	20,6	214	148	–	615	596	439	374	572	507
2×6 + 1×4	13,2	–	22,4	18,0	22,4	278	176	–	826	791	633	535	779	681
2×10 + 1×6	15,1	–	24,3	19,9	24,3	406	242	–	1014	923	803	646	962	807
2×16 + 1×10	17,8	–	27,1	22,7	27,1	493	327	–	1298	1125	1060	797	1240	977
2×25 + 1×10	23,2	–	31,3	26,9	31,3	963	410	–	4787	1430	1509	1028	1719	1234
2×35 + 1×10	24,8	–	33,7	29,3	33,7	1194	546	–	2096	1536	1796	1139	2023	1352
2×50 + 1×16	28,7	–	37,9	33,5	37,9	1656	936	–	2721	2080	2379	1592	2635	1846
2×70 + 1×25	32,7	–	41,9	37,5	41,9	2104	1010	–	3527	2440	2949	1898	3235	2117
2×95 + 1×35	37,7	–	47,0	42,6	47,0	2851	1316	–	4263	3150	3835	2362	4151	2104
2×120 + 1×35	40,7	–	50,0	45,6	50,0	3352	1576	–	4867	3546	4432	2678	4775	3021
2×150 + 1×50	45,2	–	54,4	50,0	54,4	4214	1909	–	5906	4188	5409	3223	5584	3598
2×185 + 1×50	49,7	–	59,0	54,6	59,0	5062	2361	–	6954	4184	6413	3748	6822	4157
2×240 + 1×70	56,1	–	–	–	–	6660	3009	–	–	6643	–	5230	–	5694

Таблица 5.11. **Внешний диаметр и масса двухжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в резиновой (наиритовой) оболочке на переменное напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм²			g, кг/км					
	НРГ, АНРГ	НРБ, АНРБ	НРБГ, АНРБГ	НРГ	АНРГ	НРБ	АНРБ	НРБГ	АНРБГ
2×1	9,7×6,5	–	–	142	–	–	–	–	–
2×1,5	10,2×6,8	–	–	160	–	–	–	–	–
2×2,5	10,9×7,2	–	–	196	166	–	–	–	–
2×4	11,9×7,7	–	–	249	221	–	–	–	–
2×6	12,9×8,2	–	–	311	284	–	–	–	–
2×10	15,9×9,4	–	–	486	391	–	–	–	–
2×16	17,8×10,3	–	–	659	495	–	–	–	–
2×1	9,6	–	–	143	–	–	–	–	–
2×1,5	10,1	–	–	160	–	–	–	–	–
2×2,5	10,9	19,3	14,9	198	166	588	–	396	–
2×4	12,5	20,9	16,5	272	221	701	621	493	442
2×6	14,1	23,3	18,9	359	284	963	884	725	650
2×10	16,5	25,7	21,3	518	391	1197	1031	934	807
2×16	19,6	27,6	23,2	765	495	1437	1192	1154	950
2×25	23,0	32,2	27,8	1097	674	1976	1463	1648	1192
2×35	26,3	35,5	31,1	1459	815	2440	1663	2076	1374
2×50	31,1	40,3	35,9	2039	1316	3167	2367	2756	2013
2×70	34,9	43,5	39,1	2680	1746	3907	2926	3466	2552
2×95	39,5	48,7	44,3	3473	2247	4859	3585	4367	3141
2×120	42,5	51,7	47,3	4136	2608	5617	4036	5093	3565
2×150	48,6	57,8	53,4	5305	3406	6975	5019	6388	4489
2×185	53,1	63,5	59,1	6460	4077	8918	6467	8165	5882
2×240	60,1	–	–	8359	5227	–	7904	–	7253
2×300	65,9	–	–	–	6279	–	–	–	–
2×1,5 + 1×1	10,7	–	–	183	–	–	–	–	–
2×2,5 + 1×1,5	11,5	19,9	15,5	225	185	601	–	432	–
2×4 + 1×2,5	13,1	22,3	17,9	316	251	853	788	661	596
2×6 + 1×4	14,8	24,0	19,5	421	322	1010	911	802	703
2×10 + 1×6	16,1	25,9	21,5	535	398	1182	1045	955	818
2×16 + 1×10	19,8	28,6	24,2	837	546	1555	1274	1303	1022
2×25 + 1×10	25,4	34,6	30,2	1384	762	2294	1591	1985	1307
2×35 + 1×10	26,6	35,9	30,4	1582	835	2528	1688	2206	1386
2×50 + 1×16	31,5	40,7	36,3	2237	1316	3331	2367	2965	2013
2×70 + 1×25	34,9	44,1	39,7	2787	1720	3945	2900	3585	2306
2×95 + 1×35	39,5	48,7	44,3	3702	2254	5040	3591	4596	3148
2×120 + 1×35	42,5	51,7	47,3	4364	2611	5792	4039	5321	3568
2×150 + 1×50	48,6	57,8	53,4	5624	3410	7232	5023	6707	4793
2×185 + 1×50	53,1	63,5	59,1	6915	4072	9305	6462	8720	5817
2×240 + 1×70	60,1	–	–	8782	5223	–	7900	–	7245
2×300 + 1×70	69,8	–	–	–	6263	–	–	–	–

Таблица 5.12. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке на переменное напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм			g, кг/км			
	АСРГ, СРГ	АСРБ, СРБ	АСРБГ, СРБГ	СРГ	АСРГ	СРБ	АСРБ
3×2,5	10,6	20,0	15,6	479	433	867	817
3×4	11,6	21,0	16,6	569	494	977	902
3×6	12,7	22,1	17,7	670	559	1105	994
3×10	15,3	25,5	21,1	917	729	1558	1370
3×16	17,3	27,5	23,1	1182	880	1885	1583
3×25	22,5	32,7	26,4	1277	1133	2691	1939
3×35	24,9	35,1	28,7	2239	1411	3177	2288
3×50	29,4	35,2	35,1	3132	2187	4203	3262
3×70	34,2	40,0	38,7	3938	2820	5223	4007
3×95	39,6	49,8	44,8	5440	3696	6904	5090
3×120	42,9	53,1	48,1	6361	4170	7926	5663
3×150	47,4	57,6	52,6	7746	5013	9456	6647
3×185	52,5	63,9	58,9	9487	6043	1007	8478

Продолжение табл. 5.12

$n \times S$, мм²	D, мм			g, кг/км			
	АСРГ, СРГ	АСРБ, СРБ	АСРБГ, СРБГ	СРГ	АСРГ	СРБ	АСРБ
3×240	58,6	70,6	65,6	—	7457	—	10172
3×1 + 1×1	10,0	—	—	429	—	—	—
3×2,5 + 1×1,5	11,6	21,0	16,6	544	492	952	899
3×4 + 1×2,5	12,7	22,1	17,7	649	559	1084	994
3×6 + 1×4	13,9	24,1	19,7	771	636	1370	1235
3×10 + 1×6	16,2	26,4	22,0	1026	808	1696	1478
3×16 + 1×10	19,1	30,0	24,9	1376	1012	2224	1771
3×25 + 1×16	24,9	35,1	28,7	2135	1392	3073	2269
3×35 + 1×16	26,8	37,0	30,2	2608	1552	3607	2474
3×50 + 1×25	31,4	41,6	36,1	3527	2391	4665	3498
3×70 + 1×25	35,3	45,5	39,8	4377	2829	5636	4048
3×95 + 1×35	41,0	51,9	46,2	6001	4012	7438	5449
3×120 + 1×35	44,5	54,7	49,7	7107	4697	8650	6227
3×150 + 1×50	49,0	59,1	54,2	8508	5477	10166	7140
3×185 + 1×50	54,3	65,7	60,7	10205	6563	12796	9074
3×240 + 1×70	60,6	72,0	67,6	—	8118	—	10913

Таблица 5.13. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в ПВХ оболочке на переменное напряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм					g, кг/км								
	ВРГ, АВРГ	ВРТГ	ВРБ, АВРБ	ВРБГ, АВРГ	ВРБн, АВРБи	ВРГ	АВРГ	ВРТГ	ВРБ	АВРБ	ВРБГ	АВРБГ	ВРБн	АВРБи
3×1	9,7	9,8	—	—	—	116	—	125	—	—	—	—	—	—
3×1,5	10,3	10,3	—	—	—	137	—	150	—	—	—	—	—	—
3×2,5	11,1	11,2	19,5	15,1	19,5	174	128	194	545	501	380	336	505	461
3×4	12,1	12,2	20,6	16,2	20,6	231	155	254	629	555	453	379	566	512
3×6	13,3	13,3	22,4	18,0	22,4	298	166	330	845	734	652	541	798	687
3×10	15,8	15,9	25,0	20,6	25,0	458	268	505	1090	901	872	664	1036	848
3×16	17,8	17,9	27,1	22,7	27,1	655	349	714	1354	1055	1117	815	1297	996
3×25	23,2	23,4	32,4	28,0	32,4	1069	510	1189	1942	1332	1653	1059	1871	1265
3×35	26,0	26,2	35,3	30,9	35,3	1410	650	1560	2382	1559	2065	1261	2303	1485
3×50	30,1	29,9	39,4	35,0	39,4	1930	978	2069	3042	2096	2680	1742	2953	2010
3×70	35,3	33,8	44,5	40,1	44,5	2623	1228	2817	3872	2488	3404	2100	3708	2392
3×95	40,2	—	49,4	45,0	49,4	3529	1690	—	4091	3181	4541	2726	4882	3069
3×120	43,5	—	52,7	48,0	52,7	4171	1978	—	3852	3589	5370	3107	5731	3470
3×150	48,2	—	57,4	53,0	57,4	5285	2436	—	7322	4229	6795	3702	7193	4100
3×185	53,1	—	63,6	59,2	63,6	6539	2962	—	9120	5591	8535	5006	8976	5453
3×240	60,0	—	—	—	—	8470	3781	—	—	6755	—	6104	—	6696
3×300	67,0	—	—	—	—	—	4741	—	—	—	—	—	—	—
3×1 + 1×1	10,5	—	—	—	—	142	—	148	—	—	—	—	—	—
3×1,5 + 1×1	11,1	—	—	—	—	162	—	176	—	—	—	—	—	—
3×2,5 + 1×1,5	12,1	—	20,5	16,1	20,5	207	156	227	600	552	426	377	558	509
3×4 + 1×2,5	13,2	—	22,5	18,1	22,5	275	183	299	825	736	631	542	778	689
3×6 + 1×4	14,4	—	23,7	19,3	23,7	350	222	392	948	812	743	607	898	762
3×10 + 1×6	16,7	—	26,0	21,6	26,0	640	310	575	1204	972	977	745	1148	916
3×16 + 1×10	20,0	—	29,3	24,9	29,3	805	436	872	1516	1211	1317	952	1588	1146
3×25 + 1×10	26,0	—	35,2	26,9	33,3	1306	627	1258	2273	1539	1960	1241	2197	1465
3×35 + 1×10	27,7	—	36,9	30,4	34,8	1599	743	1714	2660	1715	2328	1468	2578	1639
3×50 + 1×16	32,1	—	41,4	35,9	40,3	2249	1063	2377	3444	2059	3070	1695	3351	1970
3×70 + 1×25	36,4	—	45,7	39,9	44,3	2936	1388	3095	4306	2731	3889	2338	4203	2632
3×95 + 1×35	41,6	—	50,8	46,4	50,8	4015	1857	—	5519	3469	5055	3005	5405	3355
3×120 + 1×35	45,3	—	54,6	50,2	54,6	4726	2185	—	6465	3957	5965	3457	6342	3834
3×150 + 1×50	49,8	—	59,1	64,7	59,1	5865	2701	—	1778	3974	7235	4112	7644	4527
3×185 + 1×50	55,3	—	65,8	61,4	65,8	7167	3277	—	9983	6148	9376	5541	9833	5998
3×240 + 1×70	62,0	—	—	68,1	72,5	9270	4179	—		7382	—	6712	—	7213
3×300 + 1×70	67,0	—	—	—	—	—	5060	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 5.14. **Внешний диаметр и масса трехжильных силовых кабелей с резиновой изоляцией в резиновой (иаиритовой) оболочке иа иеременное иаиряжение 0,66 кВ**

$n \times S$, мм²	D, мм			g, кг/км					
	НРГ, АНРГ	НРБ, АНРБ	НРБГ, АНРБГ	НРГ	АНРГ	НРБ	АНРБ	НРБГ	АНРБГ
3×1	10,1	–	–	160	–	–	–	–	–
3×1,5	10,7	–	–	187	–	–	–	–	–
3×2,5	11,5	19,9	15,3	231	186	607	562	438	393
3×4	13,1	22,3	17,9	328	262	865	789	673	997
3×6	14,8	24,0	19,6	436	324	1025	913	817	705
3×10	17,4	26,6	22,2	640	450	1307	1117	1074	884
3×16	19,4	28,6	24,2	855	549	1613	1277	1231	1025
3×25	25,4	34,6	30,2	1450	760	2360	1589	2051	1305
3×35	27,8	37,0	32,6	1804	993	2788	1916	2455	1602
3×50	32,9	42,1	37,7	2528	1575	3661	2710	3285	1329
3×70	37,1	46,3	41,9	3307	1982	4572	3232	4151	2818
3×95	42,0	51,2	46,8	4390	2553	5805	3968	5336	3499
3×120	45,3	54,5	50,1	5268	2974	6784	4490	6285	3991
3×150	51,6	62,0	57,6	6706	3857	9034	6186	8464	5615
3×185	56,5	66,9	62,5	8215	4640	10745	7169	10127	6592
3×240	64,0	–	–	10658	5961	–	8799	–	8109
3×300	–	–	–	–	7150	–	–	–	–
3×1 + 1×1	10,9	–	–	166	–	–	–	–	–
3×1,5 + 1×1	11,5	–	–	214	–	–	–	–	–
3×2,5 + 1×1,5	12,5	20,9	16,5	266	213	666	613	487	436
3×4 + 1×2,5	14,8	24,0	19,6	406	314	995	899	781	695
3×6 + 1×4	16,0	25,2	20,8	508	371	1124	993	913	776
3×10 + 1×6	18,3	27,5	23,1	695	467	1389	1160	1148	920
3×16 + 1×10	21,9	30,4	26,6	1052	643	1717	1421	1525	1156
3×25 + 1×10	27,8	37,0	32,6	1695	959	2677	1875	2344	1568
3×35 + 1×10	29,5	38,7	34,3	2015	1083	3049	2051	2702	1723
3×50 + 1×16	34,9	44,1	39,7	2842	1631	4040	2795	3640	2406
3×70 + 1×25	38,2	47,4	43,0	3535	2012	4832	3272	4402	2795
3×95 + 1×35	43,4	52,6	48,2	4713	2652	6168	4107	5688	3627
3×120 + 1×35	48,7	57,9	53,5	5851	3336	7448	4953	6936	4421
3×150 + 1×50	53,2	63,6	59,2	7152	3990	9545	6383	8960	5758
3×185 + 1×50	59,3	69,7	65,8	8846	4955	11489	7598	10647	6956
3×240 + 1×70	66,0	–	–	11275	6151	–	9072	–	8363
3×300 + 1×70	–	–	–	–	6931	–	–	–	–

5.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЕЙ

Сопротивление токопроводящих жил постояиному току приведено в разд. 1. Сопротивление изоляции кабелей при температуре 20 °С не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км.

Изолированные жилы иа рабочее переменное напряжение 0,66 кВ до скрутки в кабель после шестичасового пребывания в воде испытывают в течение 5 мин переменным напряжением 2,5 кВ. Жилы кабелей на постоянное напряжение испытывают:

Рабочее напряжение, кВ	3	6	10
Испытательное переменное напряжение, кВ	4	7	10

Изолированные жилы с изоляцией толщиной до 2,0 мм испытывают иа АСИ:

Толщина изоляции, мм	1	1,2	1,4	1,6–1,8	2,0
Испытательное переменное напряжение, кВ	6	7	8	9	10

В готовом виде кабели на переменное напряжеиие 0,66 кВ испытывают между жилами и между каждой жилой и свинцовой оболочкой (кабели в свиицовой оболочке) перемеиным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин, а кабели постоянного тока – переменным или постоянным напряжением:

Кабели на постоянное напряжение, кВ	Испытательное переменное напряжение, кВ	Испытательное постоянное напряжение, кВ
3	4	6
6	7	12
10	10	20

Одножильные кабели АВРГ, ВРГ, АНРГ, НРГ, АВРТГ, ВРТГ испытывают только до наложения оболочки. Сопротивление изоляции подушки готовых кабелей АСРБ2лГ и СРБ2лГ – не меиее $1 \cdot 10^6$ Ом·км.

Таблица 5.15. **Рекомендации по применению силовых кабелей с резиновой изоляцией в зависимости от характера окружающей среды и видов прокладки**

Вид прокладки	Область применения	Рекомендуемые марки кабелей
В земле (траншеях)	Кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям	АСРБ, СРБ, АВРБ, ВРБ, АНРБ, НРБ
	То же устойчив к распространению горения, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям	АВРБн, ВРБн
Внутри помещений, в каналах, туннелях	Кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям	АСРБГ, СРБГ, АВРБГ, ВРБГ, АНРБГ, НРБГ
	При отсутствии механических воздействий на кабель	АНРГ, НРГ
	В агрессивной среде (кислоты, щелочи), но при отсутствии механических воздействий на кабель	АВРГ, ВРГ
	В Метрополитене при отсутствии значительных растягивающих усилий	АСРБ2лГ, СРБТ2лГ

Кабели АВРТГ, ВРТГ, АВРТБ, ВРТБ, АВРТБГ, ВРТБГ, ВРТБн и АВРТБн устойчивы к длительному воздействию температуры на жиле 90 °С, а кабели остальных марок 65 °С.

Однократный максимально допустимый нагрев жил кабелей АВРТГ, ВРТГ, АВРТБ, ВРТБ, АВРТБГ, ВРТБГ, АВРТБн и ВРТБн при токах короткого замыкания длительностью не более 1 с ие должен превышать 250 °С, кабелей остальных марок 150 °С. Допускается трехкратный нагрев жил при токах короткого замыкания, не превышающий 150 °С.

5.4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ И ПРОКЛАДКЕ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Выбор кабелей должны производить в соответствии с условиями их прокладки и эксплуатации. По горячим поверхностям в котельиых и машинных залах рекомендуется прокладывать кабели в свинцовой оболочке. Во взрывоопасиых помещениях или других местах могут примеияться силовые кабели с резиновой изоляцией, бронированные, но без наружного покрова из кабельной пряжи.

При напряжении сети не выше 250 В и в аккумуляторных помещениях допускается применение кабелей с резиновой изоляцией, в свинцовой, ПВХ или резиновой оболочке, без брони и защитного покрова.

В местах, где имеется возможность повреждения оболочки кабеля грызунами, следует прокладывать кабели с ленточной броней, с наружным покровом или без покрова в зависимости от других условий прокладки и эксплуатации.

В табл. 5.15 приведены рекомендуемые кабели в зависимости от характера окружающей среды и условий прокладки. Перед прокладкой или монтажом кабели должны быть подвергнуты тщательиому внешнему осмотру, особенно кабели в свинцовой оболочке. Целость свиицовой оболочки проверяют путем приложения избыточного давления инертного газа. При утечке газа необходимо найти отверстия в оболочке и запаять, а также измерить сопротивление изоляции. Вскрывать запаянные концы кабелей под дождем не допускается.

Прокладка и изгибание кабелей в свинцовой оболочке без предварительного нагрева допустимы при температуре не ниже −20 °С, кабелей в ПВХ и резиновой оболочке – не ниже −15 °С, а кабелей, имеющих защитные покровы – при температуре не ниже −7 °С. Допустимые радиусы изгиба кабелей при монтаже бронироваиных кабелей 15 D, а небронированных – 10 D.

Прокладка небронированных силовых кабелей в помещениях для распределительных устройств по стенам, перекрытиям и т. п. должна производиться на высоте не менее 2,5 м. Кабели в ПВХ и резиновой оболочках, небронированные в местах выхода наружу необходимо защищать от непосредственного воздействия солнечных лучей и повреждения грызунами. Ввиду подверженности изоляционных резин старению под действием солнечных лучей во избежание образования трещин на изоляции ие допускается оставлять выведенные и разделениые концы кабелей в незащищенном виде.

КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ ДЛЯ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК И ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ

6.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели для горных разработок и землеройных работ предназначены для присоединения к источникам электрической энергии различных передвижных машин и механизмов, применяемых на строительстве и при добыче руд, золота, угля, торфа и других ископаемых, а провода и шнуры – для выполнения горных взрывных работ и для вспомогательных целей.

Номенклатура кабелей, проводов и шнуров для горных разработок и землеройных работ приведена в табл. 6.1, а их сортамент – в табл. 6.2.

6.2. КАБЕЛИ ДЛЯ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ И ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Кабели марок КГЭ (рис. 6.1), КГЭТ (повышенной нагревостойкости) предназначены для питания экскаваторов и других передвижных и наводных машин и механизмов (отвалообразователи, добычные машины и др.) в электрических сетях с изолированной нейтралью переменного напряжения до 6 кВ частоты 50 Гц, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном замыкании на землю. Они работают при температуре окружающей среды от $-40 \div -60$ °С до $+50$ °С. Ка-

Таблица 6.1. **Номенклатура кабелей, проводов и шнуров для горных разработок и землеройных работ**

Марка	Наименование и назначение	ГОСТ, ТУ
	Кабели для землеройных работ	
КГЭ	Гибкий с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке, с экранами из электропроводящей резины. Для экскаваторов и других передвижных и наводных механизмов, в сетях, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном коротком замыкании на землю, при температуре от −40 до +50 °С и относительной влажности 98% при 25 °С	ГОСТ 9388-82
КГЭТ	То же на повышенные токовые нагрузки	То же
КШВГТ-10	Гибкий, высоковольтный для стационарной и подвижной прокладки и присоединения подвижных механизмов к электрическим сетям при переменном напряжении 10 кВ частоты 50 Гц	ТУ 16.705.101-79
КШВГЭ	Гибкий высоковольтный для роторных экскаваторов при переменном напряжении 35 кВ частоты 50 Гц	ТУ 16.505.522-73
	Шахтные кабели, провода и шнуры	
АШП	Шнур с ПХ или резиновой изоляцией, в маслостойкой ПВХ оболочке для шахтных головных аккумуляторных светильников, не распространяющий горение	ТУ 16.505.605-74
АШС	Шнур шестижильный на напряжение до 12 В для подключения фары шахтного головного светильника с датчиком для определения концентрации метана к электронному блоку и аккумуляторной батарее	ТУ 16.705.139-80
ВП	Провод с ПЭ изоляцией для промышленных взрывных работ	ГОСТ 6285-74
КГВЭУШ	Кабель шахтный с изоляцией и в оболочке из ПВХ пластиката гибкий для систем электроснабжения с опережающим отключением повышенной прочности	ТУ 16.505.826-75
ГРШЭП	Кабель шахтный гибкий, экранированный для питания комбайнов на пластах крутого падения	ТУ 16.505.833-75
КГЭШУ	Кабель силовой гибкий, экранированный для присоединения передвижных машин и механизмов к сети на номинальное переменное напряжение 1140 В на основных и 220 В частоты 50 Гц на вспомогательных жилах	ТУ 16.705.294-83
КОГВЭШ	Кабель особо гибкий, шахтный, с ПВХ изоляцией, экранированный для присоединения шахтного бурильного электроинструмента к сети переменного напряжения 660 В частоты 50 Гц	ГОСТ 10695-80
КГЭШ	Гибкий, шахтный, с резиновой изоляцией, в оболочке, экранированный для эксплуатации в забоях и очистных лавах при переменном напряжении 1,14 кВ	ГОСТ 10694-78
КГЭШТ	То же с изоляцией из резины повышенной нагревостойкости	То же
ЭВТ	Кабель силовой шахтный для передачи электрической энергии в установках на переменное напряжение до 6 кВ частоты 50 Гц для периодической переноски	ТУ 16.505.934-76

Таблица 6.2. **Сортамент кабелей и шнуров для горных разработок и землеройных работ**

Марка	U, кВ	S, мм², основных жил	Число жил		
			основных	заземления	вспомогательных
Кабели для землеройных работ					
КГЭ, КГЭТ	6,0	10–150	3	1	1
КШВГТ-10	10,0	25–150	3	3	–
КШВГЭ	35	10–25	3	3	–
Шахтные провода, кабели и шнуры					
АШП	0,012	1,0	2	–	–
АШС	0,012	0,35; 1,0	6	–	–
ВП	0,66	0,5; 0,8	1	–	–
КГВЭУШ	0,66 и 0,38	6–50	6	1	5
КГЭШ, КГЭШТ	1,14 и 0,22	4–95	3	1	3
ГРШЭП	0,66 и 0,22	10–70	3	1	5
КГЭШУ	1,14 и 0,22	50–95	3	1	9 и 6
КОГВЭШ	0,66	1,5–6	3	1	1
ЭВТ	6,0	16–35	3	1	–
	1,14	16–120	3	1	4

бели выпускаются в исполнениях У, Т и ХЛ по ГОСТ 15150-69. Основные жилы всех марок кабелей рассчитаны на переменное напряжение 6 кВ, а вспомогательные – на 380 В. Кабели экранируют путем наложения внутреннего и внешнего слоев электропроводящей резины на основные жилы, электропроводящей оболочки на жилу заземления и поясного экрана.

Кабели каждой марки имеют три основные, одну заземляющую и одну вспомогательную жилы. В табл. 6.3 приведены основные конструктивные данные кабелей КГЭ и КГЭТ. Номинальная толщина изоляции вспомогательной жилы сечением 6 мм² – 2,0 мм; 10 мм² – 2,5 мм. Допустимые отклонения от номинальной толщины: изоляции –10%, резиновых экранов –30%, оболочки –20%.

Строительная длина кабелей – не менее 200 м. Допускается поставка в пределах партии не более 10% кабелей длиной не менее 50 м.

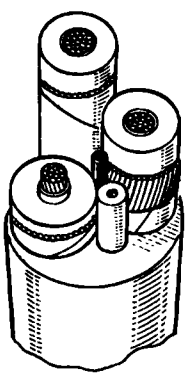


Рис. 6.1. Экскаваторный кабель на напряжение 6 кВ марки КГЭ

Токопроводящие жилы сечением 10 мм² изготовляют по ГОСТ 22483-77 класса 5 и сечением 6, 16–150 мм² – класса 4. Скрутка всех повивов производится в одну сторону. Направление верхнего повива скрутки левое. Токопроводящие жилы кабеля КГЭТ изготовляют из медных луженых проволок.

При изготовлении кабелей основную токопроводящую жилу изолируют резиной, причем на жилу и поверх изоляции накладывают внутренний и внешний резиновые экраны (толщины изоляции и экранов указаны в табл. 6.3). На жилу заземления накладывают оболочку из электропроводящей резины, а на вспомогательную жилу – изоляционную резину светлого тона. Допускается применение заземляющей жилы без резиновой оболочки. Изоляция основных жил должна плотно прилегать к электропроводящим экранам.

Все жилы кабеля скручивают и поверх накладывают общий экран из электропроводящей резины и резиновую оболочку.

Экранированные основные жилы испытывают переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин или постоянным напряжением 25 кВ в течение 10 мин в воздухе или в воде. Изолированную вспомогательную жилу испытывают переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). В кабеле жилы испытывают переменным напряжением частоты 50 Гц: основные – 15 кВ в течение 5 мин; вспомогательная – по категории ЭИ-1 ГОСТ 23286-78.

Таблица 6.3. **Основные конструктивные данные экскаваторных кабелей марок КГЭ, КГЭТ**

S, мм²			Толщина, мм					*D*, мм, кабеля	*g*, кг/км
осиовиых жил	жил заземления	вспомогательных жил	изоляции основной жилы	внутреннего и наружного экранов	электропроводящей оболочки жил заземления	пояс-ного экрана	обо-лочки		
10	6,0	6,0	4,0	0,4	1,2	1,5	3,5	41,2	2170
16	6,0	6,0	4,0	0,4	1,2	1,5	3,5	43,8	2522
25	10,0	6,0	4,0	0,4	1,2	1,5	3,5	46,4	3014
35	10,0	6,0	4,0	0,4	1,2	1,5	3,5	50,2	3641
50	16,0	10,0	4,0	0,4	1,2	1,5	3,5	53,9	4309
70	16,0	10,0	4,0	0,6	1,2	2,0	4,5	63,3	5835
95	25,0	10,0	4,0	0,6	1,2	2,0	4,5	66,5	6998
120	35,0	10,0	4,0	0,6	1,2	2,0	4,5	72,0	8267
150	50,0	10,0	4,0	0,6	1,2	2,0	4,5	77,6	9802

Электрическое сопротивление изоляции основных жил при температуре 20 °С: $200 \cdot 10^6$ Ом·км кабеля КГЭТ и $50 \cdot 10^6$ Ом × × км – КГЭ. Электрическое сопротивление экранов из электропроводящей резины при температуре 20 °С – не более 300 Ом на 1 км.

Кабели стойки к знакопеременным изгибам вокруг роликов на угол $\pm\pi$ рад с растягивающим усилием 196 Н. Кабели с резиновым экраном сечением от 10 до 50 мм² на ролик диаметром 400 мм выдерживают 40000 изгибов, а сечением от 70 до 150 мм² на ролик диаметром 600 мм – 30000 изгибов. Число обрывов проволок в каждой жиле не должно превышать 30%.

Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей КГЭ и КГЭТ – не более 75 °С, кабеля КГЭ-ХЛ – не более 80 °С и кабеля КГЭТ – не более 85 °С. Максимально допустимая температура окружающей среды при эксплуатации +50 °С. Минимально допустимая температура окружающей среды кабеля КГЭ-ХЛ – 60 °С, остальных кабелей – 40 °С. Изоляция основных жил кабелей озоностойка в течение 3 ч при концентрации озона 0,015% (по объему). Кабель КГЭТ стоек к поражению плесневыми грибами.

Кабель марки КШВГТ-10 (рис. 6.2) предназначен для стационарной и подвижной прокладки и присоединения подвижных механизмов к электрическим сетям переменного напряжения 10 кВ частоты 50 Гц при окружающей температуре от −50 до +85 °С.

Кабель КШВГТ-10 изготовляют с тремя основными жилами сечением от 25 до 150 мм² и тремя заземляющими жилами сечением от 6 до 25 мм² в зависимости от сечения основных жил. Токопроводящие жилы соответствуют классам гибкости, указанным в табл. 6.4. Основные жилы изолируют резиной любого цвета (кроме черного), располагая

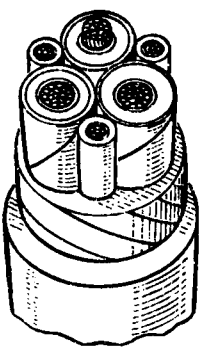


Рис. 6.2. Экскаваторный кабель на напряжение 10 кВ

ее между внутренним и наружиым экраном из электропроводящей резины. Допускается экран по изоляции в виде обмотки электропроводящей прорезииенной тканью. На жилы заземления накладывают оболочку из электропроводящей резины черного цвета.

Основные и заземляющие жилы скручивают в кабель вокруг сердечника из электропроводящей резины и скрепляют их обмоткой из прорезиненной ткани с зазором не менее 10 мм. Поверх скрученных жил накладывают виутреннюю оболочку из электропроводящей резины и наружную оболочку из шланговой резины с промежуточиой обмоткой лентой из прорезииеиной ткани. Толщины оболочек и другие конструктивные данные указаны в табл. 6.4.

Изолированные жилы после трехчасового пребывания в воде испытывают переменным напряжением 20 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин. Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях не менее $100 \cdot 10^6$ Ом · км при отиосительной влажности воздуха 98% и температуре 35 °С – $75 \cdot 10^6$ Ом · км. Удельиое объемное сопротивление электропроводящей резины для экранов до растяжения – не более 10^2 Ом · м. Удельиое объемное сопротивле-

ние электропроводящей резины для внутренней оболочки, оболочки жил заземления и сердечника – не более 10^5 Ом·м. Кабели выдерживают 50 циклов знакопеременных изгибов на угол $\pi/2$ рад по радиусу не менее 6 *D* кабеля; 250 циклов перемоток на барабан с диаметром шейки не менее 15 *D*. Они устойчивы при воздействии: вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц с ускорением до 392 м/с^2; многократных ударов с ускорением до 1470 м/с^2; одиночных ударов с ускорением до 9800 м/с^2; линейных нагрузок с ускорением 4900 м/с^2.

6.3. ШАХТНЫЕ КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ

По существующей схеме электроснабжения угольных шахт электроэнергия от подземного шахтного трансформатора передается по шахтному силовому кабелю периодической переноски и шахтному гибкому кабелю с резиновой изоляцией к шахтным передвижным машинам и механизмам.

Кабели эксплуатируют при окружающей температуре от –40 до +50 °С, относительной влажности 98% при температуре +35 °С.

Кабель силовой шахтный для периодической переноски марки ЭВТ (рис. 6.3, 6.4) изготовляют на номинальные напряжения 1,14 и 6,0 кВ с числом жил и диапазоном сечений, приведенными в табл. 6.2.

Токопроводящие жилы соответствуют классу 1 или 2 по ГОСТ 22483-77. Толщина изоляции из ПВХ пластиката марки И-40-14 кабелей на напряжение 1,14 кВ сечением жил 16 – 95 мм^2 – 2,2 мм, 120 мм^2 – 2,4 мм, кабелей на напряжение 6,0 кВ – 3,5 мм.

Толщина изоляции вспомогательных жил 1,0 мм. Предельно допустимое отклонение от номинальных толщин изоляции основных жил –6% и вспомогательных жил – 10%. Изолированные основные и вспомогательные жилы различаются расцветкой или нумерацией. На основные жилы кабелей на напряжение 6,0 кВ поверх изоляции накладывают слой электропроводящего ПВХ

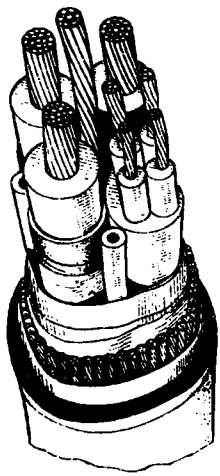


Рис. 6.3. Кабель шахтный для периодической переноски марки ЭВТ

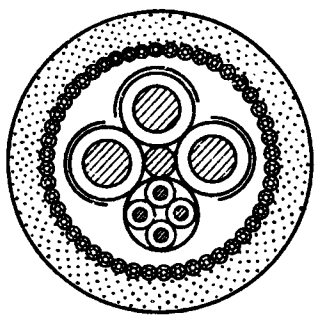


Рис. 6.4. Схема шахтного кабеля марки ЭВТ

Таблица 6.4. **Конструктивные данные кабеля марки КШВГТ-10**

$n \times S$, мм^2		Классы токопроводящих жил по ГОСТ 22483-77		*D*, мм	*g*, кг/км	Толщина, мм					
						изоляции основных жил	экранов основных жил		оболочки жил заземления	оболочки кабеля	
основных	заземления	основных	заземления				внутреннего	наружного		внутренней	наружной
3×25	3×6	4	5	66,5	5679	6,0	0,8	1,0	2,0	3,0	5,0
3×35	3×6	5	5	71,6	6637	6,0	0,8	1,0	2,0	3,0	5,0
3×50	3×10	5	5	74,0	7461	6,0	0,8	1,0	2,0	3,0	5,0
3×70	3×10	5	5	78,7	8635	6,0	0,8	1,0	2,0	3,0	6,0
3×95	3×16	5	5	85,6	10674	6,0	1,2	1,0	2,0	3,0	6,0
3×120	3×16	4	5	91,0	12092	6,0	1,2	1,0	2,0	3,0	6,0
3×150	3×25	4	4	96,7	13825	6,0	1,2	1,0	2,0	3,0	6,0

пластиката (или обматывают лентой ткани, покрытой с двух сторон электропроводящей резиной) и медной ленты. Экран жил кабелей на напряжение 1,14 кВ состоит из медной ленты толщиной не менее 0,08 мм. На четыре скрученные изолированные вспомогательные жилы накладывают ПВХ оболочку толщиной 1,0 мм.

Экранированные основные и предварительно скрученные и покрытые оболочкой вспомогательные жилы скручивают вокруг заземляющей жилы. При скрутке жил промежутки между жилами заполняют жгутами из ПВХ пластиката. Поверх скрученных жил накладывается общий экран из двух медных лент толщиной не менее 0,08 мм. Нижнюю ленту накладывают с зазором 5–8 мм, а верхнюю ленту с перекрытием не менее 3,0 мм. Поверх общего экрана накладывают поясную изоляцию из лент ПВХ пластиката толщиной не менее 1,2 мм, бронепокров в виде обмотки тросиком, скрученным из семи оцинкованных стальных проволок диаметром 0,5–0,8 мм; одну ленту ПВХ пластиката, ПЭТФ пленки или прорезиненной ткани, наложенной с перекрытием 20–40%, и ПВХ оболочку.

Внешний диаметр D и масса кабелей g приведены в табл. 6.5. Допустимые отклонения внешнего диаметра – 10%. Кабели поставляют длинами не менее 200 м, допускается сдача длинами 50 м в количестве 10% партии.

Электрическое сопротивление изоляции при температуре 20°С жил кабелей на напряжение 6 кВ – не менее $50 \cdot 10^6$ Ом · км; на напряжение 1,14 и вспомогательных жил – не менее $10 \cdot 10^6$ Ом · км.

Основные изолированные жилы кабелей после 24 ч пребывания в воде при температуре (60±3)°С испытывают в течение 30 мин: переменным напряжением 12 кВ кабели на напряжение 6 кВ и переменным напряжением 1,14 кВ кабели на напряжение 8 кВ.

В готовом виде кабели на напряжение 6 кВ испытывают в течение 5 мин переменным напряжением 12 кВ; кабели на напряжение 1,14 кВ испытывают напряжением 4 кВ, а вспомогательные жилы испытывают переменным напряжением 2 кВ.

После прокладки основные жилы кабеля на напряжение 6 кВ могут быть испытаны постоянным напряжением 36 кВ, а кабели на напряжение 1,14 кВ – напряжением 8 кВ в течение 10 мин. Кабели выдерживают 400 двойных изгибов на радиус, равный 10 D, при одновременном приложении напряжения, равного номинальному.

Гибкие кабели марок КГЭШ, КГЭШТ

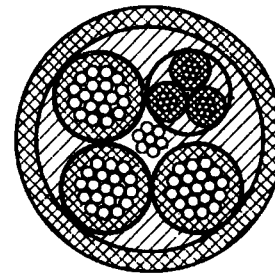


Рис. 6.5. Схема шахтного гибкого кабеля марки КГЭШ

Таблица 6.5. **Внешний диаметр и масса кабелей марки ЭВТ**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км
На напряжение 1,14 кВ		
3×35 + 1×10 + 4×4	43,2	4050
3×50 + 1×10 + 4×4	45,6	4750
3×70 + 1×10 + 4×4	48,6	5620
3×95 + 1×10 + 4×4	51,2	6550
3×120 + 1×10 + 4×4	56,0	7690
На напряжение 6 кВ		
3×16 + 1×10	43,6	3740
3×25 + 1×10	46.3	4300
3×35 + 1×10	49.6	4850
3×16 + 1×10 + 4×4	47,1	4400
3×25 + 1×10 + 4×4	48,4	4800
3×35 + 1×10 + 4×4	51,1	5480

(рис. 6.5) предназначены для питания угледобывающих машин и механизмов, работающих в забоях и очистных лавах, при переменном напряжении 1,14 кВ (вспомогательные жилы при напряжении до 220 В) с длительно допустимой температурой нагрева жил до 75°С. Кабель КГЭШТ имеет повышенную нагревостойкость.

Кабели изготовляют с тремя основными и одной заземляющей (четырехжильный) или с тремя основными, одной заземляющей и тремя вспомогательными жилами (семижильный). Основные жилы сечением от 4 до 95 мм².

Токопроводящие жилы сечением 1,5 и 10 мм² соответствуют классу 5; сечением 2,5–6 мм², 16–95 мм² классу 4 по ГОСТ 22483-77. Скрутка проволок в стренгу и стренг в жилу производится в одну сторону в правом направлении. Основные и вспомогательные жилы изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной, приведенной в табл. 6.6. В табл. 6.6 указан также диаметр

проволоки. Допустимое предельное отклоиение от номинальной толщины изоляции −10%. Поверх изоляции основных жил накладывают экран из электроцроводящей резины толщиной 0,5 мм (минимальная 0,3 мм). Заземляющая жила также может быть изолирована электропроводящей резиной толщиной 0,8 мм. Основные и вспомогательные жилы отличаются друг от друга цветом изоляции.

Изолированные вспомогательные жилы сечением 1,5 и 2,5 мм² скручиваются между собой в левом направлении и с шагом не более 10 *D*, а сечением 4 мм² – с шагом не более 6 *D*.

Три экранированные основные и заземляющую жилу скручивают в четырехжильные кабели, а в семижильные кабели скручивают три основные и группу предварительно скрученных между собой вспомогательных жил вокруг заземляющей жилы с шагом не более 10 *D*, обматывают синтетической пленкой и накладывают оболочку из резины типа **РШН-1** толщиной, приведенной в табл. 6.6. Предварительно допустимое отклонение от номинальной толщины оболочки −15%.

Таблица 6.6. **Диаметр проволоки и толщина изоляции жил и оболочки кабелей марок КГЭШ, КГЭШТ**

S, мм²	Диаметр проволоки, мм	Толщина, мм			
		изоляции жил		оболочки кабелей	
		основных	вспомогательных	4-жильных	7-жильных
1,5	0,26	–	1,2	–	
2,5	0,32	–	1,2	–	
4	0,32	1,6	–	3,5	
6	0,32	1,8	–	4,0	4,0
10	0,37	1,8	–	4,0	4,5
16	0,49	2,0	–	4,5	4,5
25	0,49	2,0	–	4,5	4,5
35	0,49	2,0	–	4,5	5,0
50	0,49	2,0	–	4,5	5,0
70	0,58	2,0	–	5,0	5,0
95	0,58	2,2	–	5,0	5,0

Жилы в кабелях отличаются цветом изоляции: основные между собой, вспомогательные между собой.

Внешний диаметр и масса кабелей марок КГЭШ, КГЭШТ приведены в табл. 6.7. Предельно допустимое отклонение от номинальных значений внешних диаметров +10%. Кабели поставляют длинами не менее 200 м. Допускается поставка маломерных отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 20% партии, в том числе не более 5% длиной до 100 м.

В готовом виде кабели испытывают переменным нацряжением 3,5 кВ, приложенным между основными жилами, и напряжением 1,5 кВ между вспомогательными жилами в течение 5 мин.

Электрическое сопротивление экранов готового кабеля не более 2500 Ом при температуре 20 °С.

Кабели должны выдерживать изгибы с осевым кручением, число которых указано в табл. 6.8.

Гибкий шахтный экранированный кабель марки ГРШЭП (рис. 6.6) предназначен для питания комбайнов на крутопадающих пластах при температуре окружающей среды от −30 до +50 °С и относительиой влажности воздуха до 98% при температуре 20 °С. Кабель имеет три основные жилы сечением от 10 до 70 мм², одну заземляющую и пять вспомогательных.

Токопроводящие жилы соответствуют классу 4 по ГОСТ 22483-77. Основные жилы скручивают в правом направлении, а заземляющие – в левом. Основные и вспомога-

Таблица 6.7. **Внешний диаметр и масса кабелей марок КГЭШ, КГЭШТ**

Четырехжильные				Семижильные			
n × *S*, мм²	*D*, мм	*g*, кг/км		*n* × *S*, мм²	*D*, мм	*g*, кг/км	
		КГЭШ	КГЭШТ			КГЭШ	КГЭШТ
3 × 4 + 1 × 2,5	22,8	750	726	3 × 4 + 1 × 2,5 + 3 × 1,5	28,2	1133	1096
3 × 6 + 1 × 4	26,5	1099	996	3 × 6 + 1 × 4 + 3 × 2,5	31,0	1423	1374
3 × 10 + 1 × 6	29,2	1301	1261	3 × 10 + 1 × 6 + 3 × 2,5	34,0	1753	1698
3 × 16 + 1 × 10	33,7	1820	1764	3 × 16 + 1 × 10 + 3 × 4	37,7	2252	2181
3 × 25 + 1 × 10	36,4	2259	2194	3 × 25 + 1 × 10 + 3 × 4	40,2	2695	2614
3 × 35 + 1 × 10	39,2	2741	2664	3 × 35 + 1 × 10 + 3 × 4	44,5	3369	3271
3 × 50 + 1 × 10	43,0	3420	3331	3 × 50 + 1 × 10 + 3 × 4	48,1	4076	3972
3 × 70 + 1 × 10	48,3	4427	4324	3 × 70 + 1 × 10 + 3 × 4	52,1	4988	4870
3 × 95 + 1 × 10	52,9	5503	5389	3 × 95 + 1 × 10 + 3 × 4	56,3	6056	5927

Примечание. Разница в массе кабелей КГЭШ и КГЭШТ объясняется примеиением разных изоляционных резин, отличающихся плотностью.

тельные жилы изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной согласно табл. 6.9. Поверх изоляции основных жил накладывают экран из электропроводящей резины толщиной 0,5 мм. Допускается наложение на жилы заземления электропроводящей резины. Вспомогательные жилы отличаются друг от друга цветом или маркировкой. Изолированные вспомогательные жилы скручивают в группу в левом направлении с шагом не более 6 D и обматывают прорезиненной тканевой лентой с перекрытием не менее 10%. Изолированные и экранированные основные жилы и группу вспомогательных жил скручивают вокруг заземляющей жилы с шагом не более 10 D в правом направлении с заполнением промежутков между жилами усиливающими жгутами из лавсановых нитей. Поверх скрученных жил накладывают двухслойную резиновую оболочку, упрочненную между слоями нитями из волокнистых материалов. Толщина оболочки приведена в табл. 6.8.

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 6.9. Предельно допустимые отклонения толщины изоляции −10%; толщины оболочки −20%. Предельное отклонение наружного диаметра +10%.

Кабели поставляют длинами не менее 150 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 20% партии.

В готовом виде кабели испытывают между основными жилами переменным напряжением 2,5 кВ, а между вспомогательными жилами напряжением 2 кВ.

Электрическое сопротивление экранов готового кабеля не более 2500 Ом при температуре 20 °С.

Кабели выдерживают не менее 2000 циклов знакопеременного изгиба на угол $\pm\pi/2$ рад вокруг роликов радиусом 5 D. Кабели с основными жилами сечением 10 и 16 мм² имеют разрывную прочность не менее 19 620 Н, а сечением жил от 25 до 70 мм² — не менее 29 430 Н.

Гибкий шахтный кабель марки КГВЭУШ (рис. 6.7) предназначен для систем электроснабжения с опережающим отключением, для присоединения угольных комбайнов и других передвижных машин к сети переменного напряжения (660 В для основных и 380 В для вспомогательных жил). Кабели изготовляют с шестью основными жилами сечением от 6 до 50 мм², одной заземляющей и пятью вспомогательными (табл. 6.9).

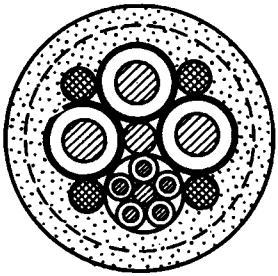


Рис. 6.6. Схема гибкого шахтного кабеля для работы на крутопадающих пластах марки ГРШЭП

Таблица 6.8. **Число циклов изгиба кабелей марок КГЭШ и КГЭШТ**

Четырехжильные кабели			Семижильные кабели		
S, мм²	Число циклов изгиба	Угол осевого закручивания, $\pm\pi$ рад	S, мм²	Число циклов изгиба	Угол осевого закручивания, $\pm\pi$ рад
4,0	4000	7	4,0	4000	6
6,0	4000	6	6,0 и 10	4000	5
10 и 16	4000	5	16 и 25	4000	4
25 и 35	4000	4	35	4000	3
50	3000	4	50 и 95	3000	3
70 и 95	3000	3	—	—	—

Таблица 6.9. **Конструктивные данные кабеля марки ГРШЭП**

$n \times S$, мм²			Толщина, мм			D, мм	g, кг/км
основных	заземления	вспомогательных	изоляции жил		оболочки кабеля		
			основных	вспомогательных			
3×10	1×6	5×2,5	2,0	1,2	4,5	38,0	2264
3×16	1×10	5×2,5	2,2	1,2	4,5	40,8	2704
3×25	1×10	5×4	2,2	1,5	5,5	47,5	3722
3×35	1×10	5×4	2,2	1,5	5,5	49,0	4138
3×50	1×10	5×4	2×2	1,5	6,0	51,8	4835
3×70	1×10	5×4	2,2	1,5	6,0	55,1	5701

Таблица 6.10. **Конструктивные данные и масса кабелей КГВЭУШ**

$n \times S$, мм²	Толщина, мм			D, мм	g, кг/км	
	изоляции жил		наружной оболочки		с металлокордом	со стальным канатом
	основных	вспомогательных				
6×6 + 1×6 + 5×1,5	2,8	0,8	3,0	42,0	2526	2688
6×25 + 1×10 + 5×2,5	2,3	1,0	4,0	51,0	4180	4941
6×35 + 1×10 + 5×2,5	1,8	1,0	4,0	54,1	5597	5758
6×50 + 1×10 + 5×2,5	1,4	1,0	4,0	54,5	6703	6864

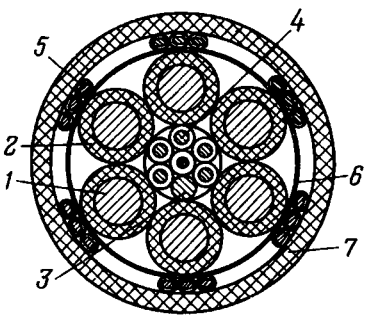


Рис. 6.7. Схема гибкого шахтного кабеля для системы электроснабжения с опережающим отключением марки КГВЭУШ:
1 – основная жила; *2* – изоляция основной жилы; *3* – заземляющая жила; *4* – вспомогательная жила; *5* – упрочняющий жгут; *6* – синтетическая пленка; *7* – оболочка

Токопроводящие жилы сечением 2,5; 6; 10 мм² скручивают по конструкции класса 5, остальные – класса 4 (ГОСТ 22483-77) в одну сторону, в левом направлении. На основные и вспомогательные жилы накладывают изоляцию из ПВХ пластиката марки И-40-13 толщиной, приведенной в табл. 6.10. Допустимое предельное отклонение от номинальной толщины изоляции – 10%.

Изолированные основные и вспомогательные жилы имеют отличительную расцветку (кроме черного цвета). Поверх изоляции основных и вспомогательных жил накладывают графитополимерный экран. Допускается изготовление вспомогательных жил без экрана. Пять изолированных вспомогательных жил и неизолированную заземляющую жилу скручивают вокруг круглого сердечника из лавсановых нитей, покрытого ПВХ пластикатом. Шесть экранированных основных жил сечением от 6 до 50 мм² скручивают аокруг группы вспомогательных жил и обматывают лентой из синтетического материала. Поверх обмотки лентами накладывают повив из 18 упрочняющих жгутов из металлокорда или стального каната, покрытых ПВХ пластикатом. Допускается изготовление кабелей сечением 6 мм² без упрочняющих жгутов. Поверх повива упрочняющих жгутов накладывают оболочку из ПВХ пластиката согласно табл. 6.10. Допустимое отклонение от номинальных толщин оболочки – 10%.

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 6.10 с допуском 10%. Кабели сечением 25–50 мм² поставляют длинами не менее 200 м, а сечением 6 мм² – не менее 100 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 150 м в количестве не более 60% сечением 25–50 мм² и длиной не менее 50 м для всех сечений в количестве не более 10% партии.

Электрическое сопротивление изоляции жил при температуре 20 °С не менее $5 \cdot 10^6$ Ом·км. Электрическое сопротивление экранов кабеля при температуре 20 °С – не более 150 Ом. Основные жилы кабеля испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 10 мин и вспомогательные жилы – напряжением 2 кВ.

Кабель устойчив к изгибу на угол $\pi/2$ рад и выдерживает 800 циклов изгиба вокруг ролика диаметром 400 мм. Количество обрывов проволок в жилах не превышает 30%.

Кабели силовые гибкие экранированные на напряжение 1140 В упрочненные марки КГЭШУ предназначены для питания шахтных передвижных машин и механизмов в сетях переменного напряжения 1140 В (основные жилы) и 220 В (вспомогательные жилы) частоты 50 Гц при температуре окружающей среды от –30 до +50 °С.

Кабели изготовляют с тремя осиовными жилами сечением 50–95 мм² с резиновой изоляцией, одной заземляющей и шестью и девятью вспомогательными жилами. Токопроводящие жилы сечением 2,5 и 10 мм² соответствуют классу 5, а сечением 50–

95 мм² – классу 4 по ГОСТ 22483-77. Скрутку заземляющей жилы производят вокруг сердечника из резины или синтетических нитей.

На осиовные и вспомогательные жилы накладывают резиновую изоляцию и экран из электропроводящей резины: толщиной 2,0 мм – на основные жилы сечением 50 и 70 мм²; 2,2 мм – на основные жилы сечением 95 мм² и 1,0 мм – на вспомогательные жилы. Допускается наложение общего экрана на скрученную группу вспомогательных жил. При этом толщина изоляции вспомогательных жил равна 1,2 мм. Поверх общей скрутки основных и вспомогательных жил допускается обмотка синтетической пленкой. Предельное отклонение от номинальной толщины изоляции ±10%. Номинальная толщина экранов основных и вспомогательных жил 0,5 мм (минимальная 0,2 мм), номинальная тощина общего экрана 1,0 мм (минимальная 0,5 мм). Верхнее предельное отклонение −25%.

Вспомогательные жилы скручивают в группы из двух, трех и шести жил. Шесть вспомогательных жил скручивают вокруг круглого сердечника из синтетических нитей. Экранированные основные жилы и группы вспомогательных жил скручивают вокруг заземляющей жилы. Основные жилы, двух- и трехжильиые группы вспомогательных жил отличаются цветом изоляции, а в шестижильной группе счетные пары жил отличаются как между собой, так и от всех остальных цветом изоляции.

Поверх скрученных жил кабеля накладывают синтетическую пленку и резиновые оболочки: внутреннюю – из резины типа РШН-2 толщиной 2,0 мм и внешнюю – из резины типа РШН-1 толщиной 3,0 мм. Предельно допустимое отклонение ±20%. Допускается наложение однослойной оболочки толщиной 5,0 мм. Номинальные внешний диаметр и масса кабеля приведены в табл. 6.11.

Таблица 6.11. **Внешний диаметр и масса кабелей марки КГЭШУ**

Число и номинальное сечение жил, мм²			*D*, мм	*g*, кг/км
основных	заземления	вспомогательных		
3 × 50	1 × 10	6 × 2,5	48,6	4186
3 × 70	1 × 10	6 × 2,5	51,8	5071
3 × 95	1 × 10	6 × 2,5	56,9	6096
3 × 50	1 × 10	9 × 2,5	50,2	4525
3 × 70	1 × 10	9 × 2,5	53,3	5364
3 × 95	1 × 10	9 × 2,5	56,9	6212

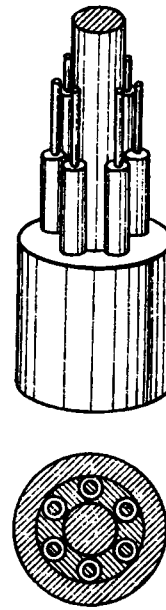


Рис. 6.8. Схема гибкого шахтного кабеля для бурильного электроинструмента марки КОГВЭШ

Основные жилы кабеля испытывают переменным напряжением 3,5 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин, вспомогательные 2,0 кВ. Кабели устойчивы к изгибу с осевым кручением, выдерживают не менее 2000 циклов при угле закручивания ±3π рад. Оболочка кабелей не распространяет горение.

Кабели шахтные гибкие с резиновой изоляцией марки КОГВЭШ (рис. 6.9) предназначены для присоединения бурильного инструмента в шахтах к сети переменного напряжения 660 В с изолированной нейтралью. Температура окружающей среды от −30 до +50 °С, а длительно допустимая температура на жилах 75 °С.

Токопроводящие жилы кабелей изготовляют класса 5 по ГОСТ 22483-77 скрученными в одну сторону. На основные и вспомогательные жилы кабеля КОГВЭШ накладывают изоляцию из ПВХ пластиката толщиной 1,2 мм. Допускаемое предельное отклонение от толщины изоляции ±10%. Поверх изоляции основных и вспомогательных жил накладывают графитополимерный экран. Жилы кабелей скручивают вокруг

Таблица 6.12. **Внешний диаметр и масса кабелей КОГВЭШ**

$n \times S$, мм	D, мм	g, кг/км
5×1,5	16,6	321
5×2,5	17,5	456
5×4,0	20.8	582
5×6,0	22,8	743

сердечника с шагом не более 3,5 D. Сердечник в кабеле КОГВЭШ – из ПВХ пластиката на основе синтетического волокна. Скрученные жилы обматывают синтетической пленкой.

Изолированные основные и вспомогательные жилы имеют отличительную расцветку. На кабели КОГВЭШ сечением 1,5 и 2,5 мм^2 накладывают оболочку из ПВХ пластиката толщиной 2,0 мм, а сечением 4 и 6 мм^2 – толщиной 2,5 мм. Допустимое предельное отклонение от номинальной толщины оболочки ±15%.

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 6.12. Кабели поставляют длинами не менее 150 м. Допускается поставка длинами не менее 20 м в количестве не более 20% партии, в том числе не менее 5% длиной до 30 м.

В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин.

Электрическое сопротивление изоляции жил при температуре +20 °С не менее $5 \cdot 10^6$ Ом·км. Электрическое сопротивление экранов при температуре +20 °С не более 300 Ом.

Кабели с жилами сечением 1,5 мм^2 выдерживают не менее 35 000 циклов изгибов с осевым кручением; сечением 2,5 мм^2 – не менее 28 000 циклов и сечением 4 и 6 мм^2 – не менее 22 000 циклов.

Шнур для шахтных головных аккумуляторных светильников марки АШП двухжильный предназначен для присоединения фары светильника к аккумуляторной батарее на напряжение 12 В.

На токопроводящую жилу сечением 1 мм^2 из медных проволок, скрученных по конструкции класса 6 (ГОСТ 22483-77), накладывают изоляцию из резины типа РТИ-1 по ОСТ 16.0.505.015-79 толщиной 0,6 мм с допускаемым отклонением $-0{,}3 \div +0{,}2$ мм. Две изолированные жилы, отличающиеся по цвету, скручивают в левом направлении вокруг упрочняющего сердечника с шагом не более 1,5 D. Поверх скрученных жил накладывают оболочку из маслостойкой, не распространяющей горение резины толщиной 1,4 мм. Допустимое отклонение от номинальной толщины оболочки −20%.

Внешний диаметр шнура 9,5 мм, масса 129 кг/км. Предельно допустимое отклонение от номинального диаметра шнура ±0,5 мм. Шнур поставляют длиной не менее 42 м; допускается поставка длинами, кратными 1,5 м, в количестве не более 20% партии.

Изолированные жилы шнура испытывают переменным напряжением 2 кВ на АСИ. В готовом виде шнур испытывают напряжением 1,0 кВ в течение 2 мин.

Шнур выдерживает не менее 1500 кручений с изгибом во всех плоскостях при растягивающей нагрузке (31,4±0,038) Н и радиусе изгиба не более 10 мм. Среднее число обрывов проволок в двух жилах не должно превышать 30%. Разрывная прочность сердечника шнура должна быть не менее 490,5 Н, шнур должен быть стойким к воздействию смазочных масел, щелочных электролитов и не должен распространять горение при выносе из пламени горелки.

Шнур гибкий шестижильный марки АШС служит для подключения фары шахтного головного светильника, в который вмонтирован датчик определения концентрации метана, к электронному блоку и аккумуляторной батарее при напряжении 12 В в условиях окружающей среды от −40 до +40 °С и относительной влажности до 100% при температуре 20 °С.

Шнур содержит шесть жил, в том числе три жилы сечением 1,0 мм^2 и три сечением 0,35 мм^2 с тощиной изоляции из ПВХ пластиката (0,5±0,1) мм. Конструкция токопроводящей жилы – класса 5. В шнуре размещена одна счетная пара, жилы которой по цвету изоляции отличаются между собой и от остальных жил. Изолированные жилы скручивают в правом направлении вокруг упрочняющего сердечника с шагом не более 5 D. На скрученные жилы накладывают оболочку из ПВХ пластиката толщиной 1,4 мм. Внешний диаметр шнура 9,7 мм, масса 123 кг/км.

Изолированные жилы испытывают переменным напряжением 1 кВ на АСИ. Готовые шнуры испытывают переменным напряжением 1 кВ частоты 50 Гц в течение 2 мин.

Шнур устойчив к изгибу с кручением при растягивающей нагрузке 31,4 Н, он выдерживает до обрыва жил или короткого замыкания между жилами не менее 1000 циклов при радиусе изгиба не менее 15 мм.

6.4. ПРОВОДА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Провода маркн ВП (для выводов электровоспламенителей и магистральных линий к ним) предназначены для взрывных работ прн открытых горных разработках н в шахтах при температуре от −60 до +50 °С, для кратковременной эксплуатации при напряжеини до 380 В н мгновениой — при переменном напряженнн до 500 В или постоянном до 1,2 кВ.

Провода изготовляют одножильнымн и двухжильнымн. Жилы проводов изготовляют из одной отожженной медной проволокн днаметром 0,5 или 0,8 мм, их изолируют ПЭ разлнчных цветов толщнной 0,35 н 0,6 мм соответственно. Предельно допустимое отклоненне от номинальной толщины изоляции провода с жнлой диаметром (0,5 ± 0,10) мм, а провода с жилой диаметром 0,8 мм ±0,15 мм. В двухжильном проводе две изолированные жилы диаметром 0,8 мм разных цветов скручивают с шагом не более 20 *D*.

Внешний диаметр одножнльных проводов днаметром жилы 0,5 мм — 1,4 мм; 0,8 мм — 2,3 мм, а двухжильного провода — 4,6 мм. Масса проводов соответственно 2,65; 7,0 и 14,3 кг/км. Допуск на внешнй диаметр +10 %. Провода с жилой диаметром 0,5 мм поставляют длннамн по 1000 м с жилой 0,8 мм н двухжильные — по 400 м. Допускается сдача маломерных отрезков длиной не менее 100 м в количестве не более 10 % партни.

Электрнческое сопротивление токопроводящих жил днаметром 0,5 мм постоянному току прн температуре 20 °С на длине 1 км не более 93,0 Ом н провода с жилой днаметром 0,8 мм — не более 37,0 Ом.

Провод с жилой днаметром 0,5 мм нспытывают переменным напряженнем 3 кВ, а провод с жилой 0,8 мм — 5 кВ частоты 50 Гц на АСИ. После 3 ч пребывания в воде прн температуре +25 °С провод с жилой диаметром 0,5 мм испытывают переменным напряженнем 1 кВ, а провод с жилой днаметром 0,8 мм — напряжением 2 кВ.

На изоляцин провода с жилой диаметром 0,5 мм при закручивании не должно быть трещин. Усадка изоляцнн этого провода не превышает 3 % с каждого конца прн свободном отрезаиии провода от бухты.

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

КАБЕЛИ ДЛЯ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛОВ

7.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабелн для нефтяных промыслов предназначены для питания электродвигателей погружных нефтенасосов, применяемых для откачки нефтн, и нефтебуров, нспользуемых прн бурении нефтяных скважин. Номенклатура кабелей для нефтяных промыслов прнводится в табл. 7.1, а сортамент — в табл. 7.2.

7.2. КАБЕЛИ ДЛЯ ПОГРУЖНЫХ НЕФТЕНАСОСОВ

Кабелн для пнтания электродвигателей погружных нефтенасосов выпускают с ПЭ изоляцнней, в ПЭ оболочке, со скрученнымн (рнс. 7.1 н 7.2) нлн параллельно уложенными жилами (плоскне) с броней из стальной ленты (рнс. 7.3 и 7.4). Этн кабелн не обладают грузонесущей способностью, поэтому во избежание обрывов при спуске в скважину их крепят хомутамн к иасосно-компрессорной трубе. В табл. 7.3 прнводятся конструктивные данные кабелей.

Токопроводящне жилы кабелей нзготовляют из медных проволок, а их конструкция соответствует классу 1 по ГОСТ 22983-78. Для номннального сечення 50 мм^2 допускается семипроволочная жнла (проволока диаметром 3,02 мм). Многопроволочные жилы предварительно герметизируют продольно. Допускается изготовленне токопроводящих жил сечением 25—50 мм^2 без предварнтельной герметизапнн при условнн скрутки их в соответствнн с конструкциямн, указаниыми в табл. 7.4.

Токопроводящне жилы кабелей изолнруют ПЭ высокой плотности. Поверх каждой изолированной жилы накладывают оболочку из ПЭ высокой плотности. Поверх скрученных изолнрованных жил кабелей КПБК и жил кабелей КПБП, уложенных параллельно, накладывают подушку из лент прорезиненной тканн и броню из стальной

Таблица 7.1. **Номенклатура кабелей для нефтепромыслов**

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
	Кабели для погружных нефтенасосов		
КПБК (354211 0100)	С медными жилами, с ПЭ изоляцией, в ПЭ оболочке, броиированный со скрученными жилами (круглый)	Питание электродвигателей нефтяных насосов переменным напряжением 3300 В (сечением 6 мм² – 2500 В) в условиях воздействия пластовой жидкости с газовым фактором не более 0,18 м³/кг при давлении не более 20 мПа и температуре не более 90 °С, а также на воздухе при температуре от −60 до +50 °С	ТУ 16.505.129-82
КПБП (354211 080)	То же с параллельно уложеннымн жилами (плоский)	То же	То же
	Кабели для токопровода к электробурам		
КТШЭ* (354545 1100 – 354545 1105)	С мелными жилами, резиновой изоляции, в оболочке (круглый)	Питаиие электродвигателя электробура переменным напряжением до 3000 В*	ТУ 16.505.381-77
КГТШЭ (354545 1200 – 354545 1202)	То же газостойкий	То же	То же
КТШЭ-П* (354545 1000 – 354545 1004)	То же, что КТШЭ с параллельно уложениыми жилами (плоский)	» »	» »

* Кабели КТШЭ (сечением 3×50 мм²) и КТШЭ-П (сечением 2×35 мм²) предназначеиы для эксплуатации при напряжении до 2000 В.

Таблица 7.2. **Сортамент кабелей для нефтепромыслов**

Марка	*S*, мм²		
	Одножильные	Двухжильиые	Трехжильиые
	Кабели для погружных нефтенасосов		
КПБК	–	–	6; 10; 16; 25; 35; 50
КПБП	–	–	6; 10; 16; 25; 35; 50
	Кабели для токопровода к электробурам		
КТШЭ	25; 35; 50	–	35; 50
КГТШЭ	50	–	–
КТШЭ-П	–	35; 50	25; 35

Рис. 7.1. Кабель КПБК

Рис. 7.2. Кабель КПБП

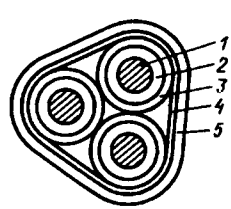


Рис. 7.3. Схема кабеля КПБК:
1 – токопроводящая жила; *2* – изоляция; *3* – оболочка; *4* – ткань; 5 – бронепокров

Рис. 7.4. Схема кабеля КПБП:
1 – токопроводящая жила; *2* – изоляция; *3* – оболочка; *4* – ткань; *5* – броненокров

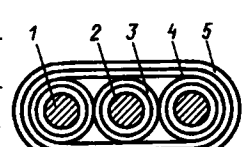


Таблица 7.3. **Конструктивные данные кабелей для погружных нефтенасосов**

Марка кабеля	$n \times S$, мм²	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	Максимальный внешний размер, мм	Масса, кг/км	Строительная длина, м
КПБК	3×6	1,1	1,5	25,0	712	1100
	3×10	1,5	1,5	29,0	898	1100, 1250, 1400, 1500, 1800
	3×16	1,5	1,5	32,0	1125	1100, 1250, 1400, 1500, 1800
	3×25	1,5	1,5	35,6	1564	1000, 1350
	3×35	1,5	1,5	38,3	1913	900
	3×50	1,5	1,5	44,0	2425	500
КПБП	3×6	1,1	1,4	10,2×27,5	469	Не менее 300
	3×10	1,5	1,5	13,6×33,8	950	1100; 1250, 1400, 1500, 1800
	3×16	1,5	1,5	15,0×37,4	1177	1100, 1250, 1400, 1500, 1800
	3×25	1,5	1,5	15,4×43,0	1615	1100, 1350
	3×35	1,5	1,5	18,0×48,2	2098	900
	3×50	1,5	1,5	19,7×52,3	2641	500

Примечание. Допустимое предельное отклонение от номинальной толщины изоляции и оболочки ±20 %, от строительных длин ±3 %.

Таблица 7.4. **Конструктивные данные токопроводящих жил сечением 25–50 мм² без предварительной герметизации**

S, мм²	$n \times d$, мм	Диаметр жилы, мм
25	1×2,76 + 6×2,01 или 1×2,52 + 6×2,07	6,78
35	1×2,85 + 6×2,44	7,73
50	1×3,57 + 6×2,85	9,27

Таблица 7.5. **Испытательное напряжение кабелей КПБК и КПБП**

$n \times S$, мм²	Испытательное напряжение, кВ	
	при приемке у изготовителя	на период хранения и эксплуатации у потребителя
3×6	7	6
3×10	10	9
3×16	10,5	9
3×25	10,5	9
3×35	10,5	9
3×50	10,5	9

оцинкованной ленты толщиной не менее 0,3 мм, шириной не более 20 мм (кабель КПБП 3 × 6 мм²), для остальных сечений размерамн 0,5 × 20 мм, а кабелей КПБК всех сечений размером 0,5 × 10 мм. Броню профилируют и накладывают на кабели КПБК в замок с S-образным профилем (рис. 7.5), а на кабели КПБП – с положительным перекрытием лент брони, имеющих ступенчатый профиль (рис. 7.6).

Допускается поставка кабелей в количестве до 25 % партии строительными длинами, состоящими из двух отрезков, намотанных на один барабан. Суммарная длина отрезков, намотанных на один барабан, должна соответствовать длинам, указанным в табл. 7.3.

Допускается поставка кабелей сечением 10–25 мм² длиной не менее 500 мм, сечением 35–50 мм² – не менее 300 м в количестве не более 3 % объема поставки кабелей потребителю. Допускается сдача кабелей марки КПБП номинальным сечением 3 × 6 мм² длинами 60 м и кратно.

Изолированные жилы после 1±0,1 ч пребывания в воде при температуре (20±10) °С

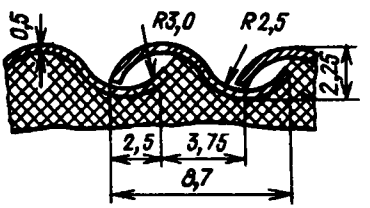


Рис. 7.5. Профиль бронепокрова кабеля КПБК

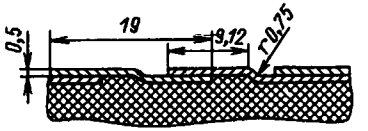


Рис. 7.6. Профиль бронепокрова плоского кабеля КПБП

испытывают переменным напряжением частоты 50 Гц: 6 кВ – кабелей сечением 3 × 6 мм² и 9 кВ – кабелей остальных сечений. Электрическое сопротивление изоляции жилы,

измеренное после $(1 \pm 0{,}1)$ ч пребывания в воде при температуре (20 ± 10) °С, должно быть не менее $300 \cdot 10^6$ Ом·км. В готовом виде кабели марок КПБК и КПБП испытывают переменным напряжением частоты 50 Гц в течение $(5 + 0{,}5)$ мин в соответствии с данными табл. 7.5.

Раздавливающее усилие кабелей марок КПБК и КПБП не менее 156,8 кН.

7.3. КАБЕЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОБУРЕНИЯ

Кабели серии КТШЭ (табл. 7.6) с резиновой изоляцией в резиновой оболочке одно-, двух- и трехжильные сечением от 25 до 50 мм² (рис. 7.7, 7.8) предназначены для передачи электроэнергии при переменном напряжении до 3 кВ к электродвигателю электробура при гидростатическом давлении до 122,5 МПа и температуре окружающей жидкостн не более 100 °С в условиях вибраций, динамических нагрузок и частых спусков в скважины.

Токопроводящие жилы кабелей изготовляют по конструкции класса 2 – сечением 25 и 50 мм² и класса 3 – сечением 35 мм² по ГОСТ 22483-88 и изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной, указанной в табл. 7.6. Содержание каучука в резине кабелей марки КТШТЭ не менее 35%, а наложение изоляции и оболочки должно производиться одновременно.

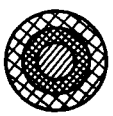


Рис. 7.7. Схема одножильного кабеля КГТШЭ

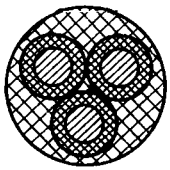


Рис. 7.8. Схема трехжильного кабеля КТШЭ

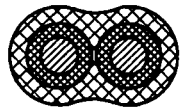


Рис. 7.9. Схема двухжильного плоского кабеля КТШЭ-П

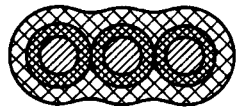


Рис. 7.10. Схема трехжнльного плоского кабеля КТШЭ-П

Поверх изоляции в кабелях КТШЭ сечением 1 × 25 мм², КТШЭ 1 × 35 мм², КТШЭ 1 × 50 мм², поверх скрученных изолированных жил кабелей КТШЭ 3 × 35 мм², КТШЭ 3 × 50 мм² и поверх параллельно уложенных изолированных жил кабелей КТШЭ-П 2 × 35 мм², КТШЭ-П 2 × 50 мм² (рнс. 7.9), КТШЭ-П 3 × 25 мм², КТШЭ 3 × 35 мм² (рис. 7.10) накладывают оболочку из нефтестойкой резины типа РШН-2.

Поверх изоляции кабеля КГТШЭ 1 × 50 мм² накладывают изоляцию из резины РШН-1.

На поверхности оболочки кабеля КГТШЭ 1 × 150 мм² по всей длине кабеля имеются три продольные риски.

Строительная длина кабелей всех марок и размеров – кратная 12,5 м.

Изолированные жилы кабелей марки КТШЭ после 6 ч пребывания в воде испытывают напряжением 7 кВ в течение 5 мин. Допускается испытание жил на АСИ напряжением 16 кВ. Сопротивление изоляции жил после 6 ч пребывания в воде при (20 ± 10) °С не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км. В готовом виде кабели после 6 ч пребывания в воде испы-

Таблица 7.6. **Конструктивные данные кабелей для электробуров**

Марка кабеля	$n \times S$, мм²	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	Максимальный внешний размер кабеля, мм	g, кг/км
КТШЭ	1 × 25	2,2	3,0	18,0	490
	1 × 35	2,2	3,5	20,1	641
	1 × 50	2,5	3,5	22,2	956
	3 × 35	2,2	3,0	34,2	2117
КГТШЭ	1 × 50	2,8	3,5	22,2	961
КТШЭ-П	2 × 35	2,2	3,4	21,1 × 35,4	1535
	2 × 50	3,5	3,5	24,2 × 41,4	2091
	3 × 25	2,2	2,4	16,8 × 40,8	1328
	3 × 35	2,2	2,4	17,9 × 44,1	1710

Примечание. Предельное отклонение от номинальной толщины изоляции −10%, толщины оболочки − 20% [для КТШ и КГШТЭ (1 × 50 мм²) − 10%].

тывают напряжением 7 кВ в течение 5 мин.

Кабели выдерживают испытание на изгиб на 180° при −30 °С.

Кабельные секции токоподвода, опускаемые вместе с электробуром в скважину, соединенные последовательно, составляют сплошную цепь. Кабельная секция представляет собой отрезок кабеля марки КТШЭ длиной 12−13 м, армированного с одного конца контактным стержнем, с другого – контактной муфтой со смонтированными на них стальными опорами. Армированные концы запрессовывают резиной, при соединении секций муфта и стержень плотно сочленяются и создают надежный контакт. В муфте, стержне и месте сращивания между токопроводящими шинами в готовых секциях, а также по отношению к внешней поверхности секций обеспечивается в любом месте наличие слоя резины толщиной: на стержне – не менее 2 мм, в муфте – не менее 4 мм, в месте сращивания – не менее 5 мм.

Секции выпускают типов КСТ1, КСТ1-Т, КСТ1-ТГ, КСТ11, КСТ9 по ТУ 16.538.179-78. При опускании токоподвода в скважину кабельные секции встраиваются в отрезки бурильных труб, которые присоединяют друг к другу.

Готовые секции (кабель, муфта, стержень) испытывают переменным напряжением 7 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции между жилами кабеля и между каждой жилой и корпусом (водой) не менее $2000 \cdot 10^6$ Ом.

РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

КАБЕЛИ И ПРОВОДА С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ГИБКИЕ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

8.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели с резиновой изоляцией гибкие общего назначения, выпускаемые по ГОСТ 13497-77, предназначены для присоединения различных передвижных механизмов при переменном напряжении до 660 В частотой 50 Гц. Кабели предназначены для работы в различных атмосферных условиях при длительно допустимой температуре жил не более 65 °С. Перечень марок кабелей и проводов приведен в табл. 8.1, а сортамент – в табл. 8.2.

К маркам кабелей КГ, КГН, КПГ, КПГС, КПГСН и КПГУ, выпускаемых для использования в районах с тропическим климатом по ГОСТ 15150-69, добавляется индекс Т, а к маркам кабелей КГ, КПГ, КПГС и КПГУ, предназначенных для районов с холодным климатом, по тому же ГОСТ – индекс ХЛ.

В табл. 8.3 приведен состав номинальных сечений жил заземления и управления в зависимости от основных жил гибких кабелей общего назначения. Для поставок на экспорт допускаются другие сечения жил заземления.

8.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Токопроводящие жилы состоят из медных проволок в соответствии с ГОСТ 22483-77 по конструкциям, приведенным в табл. 8.4, но допускается применение жил с большим числом проволок. Токопроводящие жилы изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,6 мм с допустимым отклонением −10 %.

Основные изолированные жилы имеют отличительную расцветку или другие виды отличия. По согласованию с потребителем кабели могут изготовляться без расцветки или других видов отличия жил. Жила заземления, кроме жилы заземления кабеля КПГУ, имеет зелено-желтый цвет. Для поставки на экспорт расцветка жил соответствует табл. 8.5.

Изолированные основные жилы вместе с жилами заземления и жилами управления скручивают в правом направлении. Изолированные жилы кабелей КПГ, КПГН: трехжильных сечением 35 мм² и более, четырехжильных сечением 4 мм² и более, пятижильных всех сечений, а также кабелей КПГС и КПГСН сечением до 6 мм² включительно скручивают вокруг круглого резинового сердечника, а кабелей КПГС и КПГСН сечением 10 мм² и более – вокруг профилированного резинового сердечника. Изолированные жилы кабеля КПГУ (кроме кабеля с двухслойной оболочкой) скручивают с заполнением из кабельной пряжи или штапелированной стеклопряжи и обматывают лентой прорезиненной ткани или синтетической

Таблица 8.1. **Номенклатура гибких кабелей и проводов с резиновой изоляцией и оболочкой общего назначения**

Марка (код ОКП)	Кабель	Преимущественная область применения
КГ (354441 0100)	С медными жилами, с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	При изгибах с радиусом не менее 8 *D* и температуре от −40 до +50 °С
КГН (354441 0200)	То же в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	То же в условиях попадания на оболочку дезинфицирующих и агрессивных веществ, применяемых в сельском хозяйстве, а также масла при температуре от −30 +50 °С
КПГ (354441 0300)	То же, что КГ, но повышенной гибкости	При изгибах с радиусом не менее 5 *D* и температуре от −50 до +50 °С
КПГН (354441 1600)	То же, что КГН, но повышенной гибкости	То же в условиях попадания на оболочку дезинфицирующих и агрессивных веществ, применяемых в сельском хозяйстве, а также масла при температуре от −30 до +50 °С
КПГС (354145 0700)	То же, что КПГ, но с профилированным резиновым сердечником	При изгибах с радиусом не менее 5 *D* при воздействии на кабель ударных и раздавливающих нагрузок и температуре от −50 до +50 °С.
КПГСН (354145 0800)	То же в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	То же при попадании на оболочку дезинфицирующих и агрессивных веществ, применяемых в сельском хозяйстве, а также масла при температуре от −30 до + 50 °С
КПГУ (354412 2700)	То же, что КПГ, но с жилами повышенной гибкости и резиновым заполнением между ними	При изгибах с радиусом на менее 10 *D* и температуре от −50 до +50 °С
ПРС (355514 6000)	Провод гибкий со скрученными жилами, с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	Для присоединения машин и приборов к электрическим сетям перемеиного напряжения 220/380 В частоты до 400 Гц при температуре от −40 до 65 °С
ПРСУ (355354 6000)	То же в резиновой утолщенной оболочке	То же

Таблица 8.2. **Сортамент гибких кабелей и проводов с резиновой изоляцией общего назиачеии**

Марка	Число жил			*S*, мм²
	основных	заземления	управления	
КГ и КГН	1	–	–	2,5–120
	2; 3	–	–	0,75–120
	2; 3	1	–	0,75–120
КПГ	2	–	–	0,75–70
	2; 3	1	–	0,75–70
КПГН	3	1	–	1,5–10
	3	1	1	1,5–10
КПГС, КПГСН	3	1	–	2,5–120
	3	1	1	2,5–6
КПГС, КПГСН	3	1	2	4–50
КПГУ	3	–	–	95–150
	3	1	–	95–150
ПРС	2; 3	–	–	0,5 и 1,5
ПРСУ	2	–	–	0,5

Таблица 8.3. **Сечения жил заземлеиия и уираалеиия в зависимости от сечеиия осиовиых жил гибких кабелей с резиновой изолиией общего назиачеиия, мм²**

Основные жилы	Жилы заземлеиия	Жилы управления
0,75	0,75	–
1,0	1,0	–
1,5	1,0	1,5
2,5	1,5	1,5
4,0	2,5	2,5
6,0	4,0	4,0
10,0	6,0	6,0
16,0	6,0	6,0
25	10	10
35	10	10
50	16	10
70	25	–
95	35	–
120	35	–
150	50	–

Примечание. В кабелях КПГ и КПГН жилы заземления и вспомогательные жилы имеют сечения, равные сечениям основиых жил, а в кабеле КПГУ при сечении основной жилы 95 мм² сечение жилы заземлеиия должно быть 25 мм²

пленки. В четырехжильных кабелях допускается скручивать жилы вокруг резинового профилированного сердечника.

Шаги скрутки изолированных жил не превышают значений, указанных в табл. 8.6. Скрученные изолированные жилы кабелей КГН, КПГН, КПГСН обматывают лентой синтетической пленки и накладывают резиновую оболочку типа РШН-1; кабелей КПГ, КПГС, КПГУ – типа РШ-1. Допускается

отклонение от номинальной толщины до −20 %. Изолированные жилы проводов ПРС и ПРСУ скручивают и накладывают на них резиновую оболочку из резины типа РШТ-2 или РШТМ-2 по ОСТ 16.0.505.015-79. Значения внешних диаметров кабелей приведены в табл. 8.7.

Внешний диаметр двухжильного провода ПРСУ сечением 0,5 мм² – 7,3 мм; трехжильного провода ПРС сечением 0,5 мм² – 6,6 мм;

Таблица 8.4. Конструктивные данные токопроводящих жил гибких кабелей с резиновой изоляцией общего назначения

S, мм²	Конструкции жил кабелей	
	КГ, КГН	КПГ, КПГН, КПГС, КПГСН, КПГУ
0,75	19 × 0,23	24 × 0,20 или 19 × 0,23
1,0	19 × 0,26	32 × 0,20 или 19 × 0,26
1,5	19 × 0,32	28 × 0,26 или 19 × 0,32
2,5	49 × 0,26	49 × 0,26
4,0	49 × 0,32	49 × 0,32
6,0	49 × 0,40	84 × 0,30
10	49 × 0,50	91 × 0,37
16	56 × 0,60	84 × 0,49
25	84 × 0,60	126 × 0,50
35	133 × 0,58	189 × 0,49
50	133 × 0,68	266 × 0,49
70	189 × 0,68	266 × 0,58
95	266 × 0,67	361 × 0,58
120	266 × 0,77	266 × 0,77
150	–	405 × 0,68

Таблица 8.5. Расцветка жил гибких кабелей с резиновой изоляцией общего назначения, поставляемых на экспорт (кабели с жилой заземления)

Число жил	Цвет жил
3	Зелено-желтый, голубой, коричневый
4	Зелено-желтый, голубой, черный, коричневый
5	Зелено-желтый, голубой, черный, коричневый, черный
6	Зелено-желтый, голубой, черный, коричневый, черный, черный

Примечание. Зелено-желтый цвет изоляции применяют только для жилы заземления.

Таблица 8.6. Шаг скрутки изолированных жил гибких кабелей с резиновой изоляцией общего назначения не более

Марка	S, мм²	Шаг скрутки
КГ, КГН	0,75 – 50	16 D
	70 – 120	14 D
КПГ, КПГН, КПГС, КПГСН	0,75 – 50	12 D
КПГ, КПГС, КПГСН	70 – 120	10 D
КПГУ	95 – 150	14 D

Таблица 8.7. Внешний диаметр, мм, гибких кабелей общего назначения

S, мм²	КГ, КГН					КПГ, КПГН				КПГС, КПГСН			КПГУ		
	Одна основная жила	Две основные жилы	Две основные жилы и жила заземления	Три основные жилы	Три основные жилы и жила заземления	Две основные жилы	Две основные жилы и жила заземления	Три основные жилы и жила заземления	Три основные жилы, жила заземления и вспомогательная	Три основные жилы и жила заземления	Три основные жилы, жила заземления и вспомогательная	Три основные жилы, жила заземления и две вспомогательные	Три основные жилы	Три основные жилы и жила заземления	Две основные жилы
0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6,3
0,75	–	10,3	10,8	10,8	11,6	10,4	10,9	11,8	–	–	–	–	–	–	–
1,0	–	10,6	11,1	11,1	12,0	10,7	11,2	12,1	–	–	–	–	–	–	–
1,5	–	11,2	11,8	11,8	12,7	11,8	12,4	13,4	15,5	–	–	–	–	–	8,2
2,5	7,3	12,7	13,4	13,4	15,5	12,7	13,4	15,5	16,8	18,1	19,7	–	–	–	–
4,0	7,9	13,8	15,5	15,5	16,8	13,8	15,5	16,8	18,2	19,2	21,8	22,8	–	–	–
6,0	8,6	16,2	17,1	17,1	18,5	16,5	17,4	18,9	21,5	21,9	23,5	24,5	–	–	–
10	10,9	18,8	19,9	19,9	22,7	19,6	21,7	23,6	25,8	25,0	–	31,6	–	–	–
16	12,3	22,7	22,7	24,0	24,6	23,0	24,3	27,5	–	29,4	–	36,0	–	–	–
25	15,3	27,6	27,6	29,1	29,9	27,6	29,2	31,9	–	35,0	–	38,6	–	–	–
35	16,5	30,0	30,0	31,8	34,7	30,7	34,7	37,7	–	37,1	–	42,7	–	–	–
50	19,0	37,0	37,0	40,1	41,3	37,0	40,1	43,8	–	44,8	–	47,0	–	–	–
70	21,8	41,5	41,5	43,9	45,2	42,0	44,4	48,6	–	48,8	–	–	–	–	–
95	24,4	46,8	46,8	49,5	51,0	–	–	–	–	53,0	–	–	45,5	52,2	–
120	27,6	51,2	51,2	54,3	55,9	–	–	–	–	58,0	–	–	52,8	59,2	–
150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60,6	66,6	–

сечением 1,5 мм² – 8,6 мм; четырехжильного провода ПРС сечением 1,5 мм² – 9,4 мм.

Строительная длина кабелей – не менее 125 м. Допускается не более 20% отрезков кабелей длиной не менее 20 м. Для проводов ПРС и ПРСУ – не менее 100 м. Допускается сдача длинами не менее 10 м в количестве не более 10% партии.

8.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Изолированные жилы кабелей всех марок испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин после 6 ч пребывания в воде или на АСИ переменным напряжением частоты 50 Гц при нахождении изоляции под полным испытательным напряжением не менее 0,06 с при толщине изоляции 1,0 мм – 10 кВ; 1,2 – 11 кВ; 1,4 мм – 14 кВ; 1,6 мм – 16 кВ. В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин. Одножильные кабели испытывают после 6 ч пребывания в воде. Допускается испытание одножильных кабелей с толщиной изоляции 1,0 мм на проход переменным напряжением частоты $50-10^6$ Гц – 12,5 кВ, с толщиной 1,2 мм – 14 кВ, с толщиной 1,4 мм – 17 кВ, с толщиной 1,6 мм – 20 кВ и толщиной 1,8 мм – 22,5 кВ.

Изолированные жилы проводов ПРС и ПРСУ испытывают на АСИ переменным напряжением 2 кВ, в готовом виде испытывают без погружения в воду переменным напряжением 2 кВ. Двухжильные провода после выдержки в воде в течение 1 мин испытывают переменным напряжением 4 кВ, а трехжильные и четырехжильные после 15 мин – напряжением 2 кВ. Электрическое сопротивление изоляции не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км.

Провода механически прочны и устойчивы к вибрационным нагрузкам, выдерживают 30000 циклов испытания на изгиб под токовой нагрузкой.

РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГИБКИЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

9.1. НОМЕНКЛАТУРА

Помимо кабелей общего назначения, изготовляют специализированные кабели и провода, номенклатура которых приводится в табл. 9.1.

9.2. ГИБКИЕ КАБЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Кабель высоковольтный ВР-25-2 для электропоездов предназначен для подвода переменного напряжения до 25 кВ частоты

Таблица 9.1. **Номенклатура гибких специализированных кабелей и проводов**

Марка (код ОКП)	Наименование и назначение	ГОСТ, ТУ
	Кабели высокого напряжения	
ВР-25-2 (3548458201)	С медной жилой, с изоляцией из изностойкой резины, экранированный в оплетке из медных луженых проволок на переменное напряжение 25 кВ частоты 50 Гц	ТУ 16.505.743-75
КВГРЭ (3581176001)	Гибкий с медными жилами, с изоляцией и в оболочке из резины, экранированный для работы при температуре от –60 до +85 °С	ТУ 16.505.594-74
3КВР-75 (3548430100)	Трехжильный с двумя медными жилами низкого напряжения и медной жилой высокого напряжения, с резиновой изоляцией, с экраном и в ПВХ оболочке, для рентгеновских установок на напряжение 75 кВ, работающих в закрытых помещениях	ТУ 16.505.449-81
3КВР-150 (3548430200)	То же на напряжение 150 кВ	То же
3КВЭЛ (3548530300)	С медными жилами трехжильный, с изоляцией из фторопласта, вторая и последующие жилы в виде оплеток, разделенных изоляцией в экране и ПВХ оболочке для электронно-лучевых приборов на постоянное напряжение 110, 165 и 220 кВ	ТУ 16.505.709-75
4КВЭЛ (3548530400)	То же четырехжильный	То же

Продолжение табл. 9.1

Марка (код ОКП)	Наименование и назначение	ГОСТ, ТУ
	Провода для радиоустановок	
РПШ (354309 0001)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке для монтажа электроустановок при температуре не ниже −40 °С	ГОСТ 5783-79
РПШМ (354309 1300)	То же в резиновой холодостойкой оболочке для монтажа при температуре не ниже −50 °С	То же
РПШЭ (354309 0002)	То же, что РПШ экранированный	» »
РПШЭМ (354309 1400)	То же в дополнительной резиновой оболочке	» »
	Кабели аэродромные	
КВОРН-3 (354849 7000)	С жилами из медных луженых проволок, с резиновой изоляцией в оболочке из маслобензостойкой резины на переменное напряжение 3 кВ для соединения первичных обмоток трансформаторов, питающих аэродромные огни, в общую последовательную цепь и присоединения к регуляторам яркости. Работают в стационарных условиях при температуре от −60 до +50 °С	ТУ 16.505.600-77
КВОРН-6 (354849 7100)	То же на напряжение 6 кВ	То же
НРШМ-Т (354849 7200)	То же на напряжение 250 В	» »
КРЗ (354845 2300)	То же, но с жилами из медных проволок на напряжение 380 В для соединения аэродромных огней	ТУ 16-505.662-74
	Кабели для электросварки	
КПЭС (354645 0600)	Полый с медными осиовной токопроводящей жилой и жилами дистанционного управления с полой стальной спиралью-каналом, в общей изоляционно-защитной резиновой оболочке для автоматической и полуавтоматической дуговой сварки и под флюсом при температуре от −10 до +40 °С	ТУ 16.505.842-81
КОГ1 (354645 0100)	Гибкий с медными жилами, с резиновой изоляцией для соединения при дуговой сварке электрододержателей, автоматических и полуавтоматических сварочных установок с источником номинального переменного напряжения до 220 В частоты 50 Гц или постоянного напряжения при температуре от −50 до +50 °С в монтажных условиях (на открытых площадках, стапелях и т. п.)	ГОСТ 6731-77
КОГ2 (354645 0300)	То же, но для дуговой сварки в стационарных условиях (в сварочном цехе, на участке и т. д.) и для дистанционного регулирования процесса сварки	То же
	Кабели различных назначений	
АКРПТ (354441 1400)	С алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке для присоединения передвижных машин и механизмов к электрическим сетям на переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц или постоянное напряжение до 1000 В при температуре от −40 до +50 °С	ТУ 16.705.078-79
АКРПТН (354441 1500)	То же, в резиновой маслобензостойкой оболочке, не распространяющей горение, при температуре от −30 до +40 °С	То же
ГКРЛ (354849 8602)	Гибкий с медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке с лавсановым сердечником для эксплуатации в составе автономного объекта в морской воде под гидростатическим давлением до 981 кПа при температуре от −2 до +35 °С и в воздушной среде от −50 до +65 °С при переменном напряжении до 380 В частоты 50 Гц или при постоянном напряжении до 700 В	ТУ 16.505.188-77
ГРЭ (354145 1200)	Гибкий с медными жилами, с резиновой изоляцией, экранированный для присоединения самоходных вагонов с электрическим приводом к сети переменного напряжения 660 В частоты 50 Гц на основных жилах и 220 В на вспомогательной жиле	ТУ 16.505.593-74
КВГВ (354845 9200)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, с экранами по жилам, в общем экране, в резиновой оболочке для присоединения передвижных механизмов к сети с изолированной нейтралью	ТУ 16.705.078-79

Продолжение табл. 9.1

Марка (код ОКП)	Наименование и назначение	ГОСТ, ТУ
КГП (35 2130 0100)	Гибкий плоский с медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке для присоединения осветительных установок и передвижных механизмов к электрическим сетям (прожекторный) на номинальное переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц при температуре от −50 до +50 °С	ГОСТ 6106-80
КСР (35 4845 0600)	С медными жилами, спиральный, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке для питания осветительных приборов телецентров при переменном напряжении до 380 В частоты 50 Гц	ТУ 16.505.603-74
КПГУ (35 4441 2700)	С медными жилами повышенной гибкости, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке для питания передвижных механизмов (портальных кранов)	ГОСТ 13497-77
ШПЭП-УХЛ (35 5514 2000)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке на переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц или постоянное напряжение 1000 В для питания передвижных электропил при температуре от −40 до +50 °С	ТУ 16-505.417-82

50 Гц от пантографа к трансформатору электропоезда. Кабель работает в условиях фиксированного монтажа в металлорукаве при окружающей температуре от −50 до +40 °С и относительной влажности до 98 % при температуре до +35 °С и вертикальных колебаниях с частотой до 6 Гц при амплитуде до 10 мм и частотой 1 Гц при амплитуде до 35 мм.

Кабель состоит из одной жилы сечением 25 мм², скручеиной из медных проволок коиструкции класса 4, и изоляции из последовательно чередующихся слоев электропроводящей и изоляционной озоностойкой резины общей толщиной 18,5 мм. Допустимое отклонение от иоминальной толщины 2 мм.

Изоляцию обматывают лентой электропроводящей двухсторонней прорезиненной ткани и оплетают медной проволокой, луженой припоем марки ПОС-61 диаметром 0,20−0,30 мм, плотностью не менее 80 %. Внешиий диаметр кабеля не более 48 мм, масса 2750 кг/км. Кабель поставляют длиной 15 м или краткой ей.

Готовый кабель испытывают переменным напряжением 85 кВ в течение 5 мин.

Кабель гибкий высоковольтный КВГРЭ предназначен для монтажа подвижных электротехиических и радиоэлектронных устройств и передачи постоянного напряжения 40 кВ при токовой нагрузке 5 А. Допускается передача импульса тока 100 А длительностью 10 мкс ие чаще чем 1 раз в 1 ч. Температурный диапазон эксплуатации кабеля от −60 до +85 °С.

Кабель имеет одну жилу сечением 2,5 мм², состоящую из 323 медных проволок диаметром 0,1 мм с резиновой изоляцией типа РТИ-1 толщиной 4,0 мм (минимальная − 3,75 мм), оплетенной семипроволочиыми стренгами, скручеиными из луженых медных проволок диаметром 0,12 мм, плотностью не менее 80 %. На экран накладывают оболочку из маслобензостойкой резины толщиной 1,5 мм с допуском −20 %. Внешний диаметр кабеля 16,0 мм, масса 337 кг/км. Кабель поставляют длинами не менее 15 м. В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 20 кВ в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции 100×10^6 Ом·км при относительной влажности окружающего воздуха 98 % и температуре 40 °С. Кабель устойчив к вибрационным нагрузкам и выдерживает до 10000 изгибов на угол ±180°.

Кабели высоковольтные 3КВР-150 и 3КВР-75 для рентгеновских устаиоаок (рис. 9.1) предназначены для подвода тока накала и тока высокого напряжения к одно- или двухфокусным рентгеновским трубкам. Рентгеновские кабели работают в закрытых помещениях при температуре окружающей среды от −20 до +40 °С и относительной влажности воздуха 98 % при температуре +35 °С.

Минимально допустимый радиус изгиба кабеля 3КВР-75 при эксплуатации при температуре выше 0 °С − 120 мм, а кабеля 3КВР-150 − 150 мм; при температуре ниже 0 °С − соответственно 240 и 300 мм.

Преимущественным видом напряжения для кабеля марки 3КВР-75 является пульсирующее, а для кабеля марки 3КВР-150 − постоянное. В табл. 9.2 приведены номинальные рабочие напряжения, токи нагрузки и напряжение между жилами накала.

Конструктивно обе марки рентгеновских кабелей одинаковы, отличаются только толщиной изоляции жилы высокого напряжения. Предельное отклонение от номинального рабочего напряжения допускается +3 %. Номинальные сечения жил накала 1,5 мм²;

Таблица 9.2. **Электрические параметры рентгеновских кабелей марок 3КВР-75 и 3КВР-150**

Марка	Подробное наименование	Рабочее напряжение между жилой высокого напряжения и заземляющим экраном, кВ			Напряжение между жилами тока накала, В	Ток нагрузки, А
		постоянное напряжение с коэффициентом пульсации 10%	пульсирующее напряжение с частотой пульсации между амплитудой и нулем 50 Гц	переменное напряжение частоты 50 Гц амплитудное		
3КВР-75	Кабель трехжильный с двумя медными жилами тока накала, с медной жилой высокого напряжения, с резиновой изоляцией, с заземляющим экраном, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката	100	75	50	До 250	До 6
3КВР-150	То же	150	110	75	До 250	До 6

Таблица 9.3. **Конструктивные данные рентгеновских кабелей марок 3КВР-75 и 3КВР-150**

Марка	Толщина, мм			Внешний диаметр кабеля, мм	Масса кабеля, кг/км
	изоляции жил тока накала	высоковольтной изоляции	наружный оболочки		
3КВР-75	0,6	6,1	1,0	24	624
3КВР-150	0,6	8,6	1,0	30	939

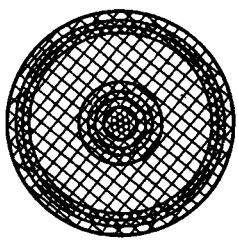


Рис. 9.1. Схема рентгеновского кабеля

высокого напряжения 1,5 мм^2 (две секции сеченнем 0,75 мм^2 каждая). Номинальная толщина изоляции жил накала и основные конструктивные данные указаны в табл. 9.3. Предельное отклонение от толщины изоляции -10%, оболочки $\pm 20\%$. Кабели поставляют длинами: 3КВР-75 – $7 \pm 0{,}5$ м, а 3КВР-150 – $10 \pm 0{,}5$ м или кратными им.

Изолированные жилы накала испытывают на АСИ переменным напряжением 2 кВ. Высоковольтная изоляция кабелей в готовом виде в течение 15 мин проходит один из видов испытаний, указанных в табл. 9.4. Изоляцию жил накала кабелей в готовом виде испытывают переменным напряжением 500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Кабели высоковольтные 3КВЭЛ и 4КВЭЛ для электронно-лучевых приборов предназначены для питания электронных микроскопов, электронографов и других электронно-лучевых приборов при температуре от -20 до $+60$ °С.

Кабели изготовляют трехжильными (3КВЭЛ) и четырехжильными (4КВЭЛ) на

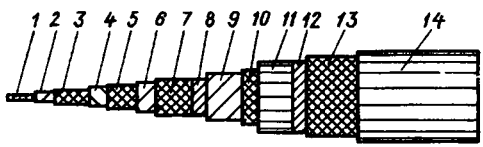


Рис. 9.2. Схема кабелей марок 3КВЭЛ и 4КВЭЛ:

1 – жила 1; *2*, *4*, *6*, *9* – изоляция из фторопласта Ф-4; *3* – жила 2; *5* – жила 3; *7* – жила 4; *8* – слой из проводящей пленки фторопласта Ф-4; *10* – оплетка из лавсановых нитей; *11* – внешняя изоляция из резины; *12* – обмотка из проводящей двухсторонней тканевой ленты; *13* – экран; *14* – оболочка из ПВХ пластиката; в кабеле 3КВЭЛ указанные элементы отсутствуют

постоянное напряжение 60, 110, 165 и 220 кВ при пульсации напряжения не более 10% (рис. 9.2). Между жилами *1* и *2* – не более 50 В переменного напряжения; между жилами *2* и *3* – не более 2 кВ переменного или постоянного напряжения; между жилами *3* и *4* – не более 10 кВ амплитудных. Ток накала – не более 20 А.

Первая жила сечением 1,5 мм^2 из медных проволок конструкции 19 × 0,32 мм, изолиро-

Таблица 9.4. **Испытательное напряжение рентгеновских кабелей**

Марка	Испытательное напряжение, кВ		
	постоянное	пульсирующее с частотой пульсации между амплитудой и нулем 50 Гц	переменное частоты 50 Гц амплитудное
3КВР-75	120	90	60
3КВР-150	180	130	90

Таблица 9.5. **Внешний диаметр и масса кабелей марок 3КВЭЛ и 4КВЭЛ**

Напряжение (постоянное), кВ	D, мм		g, кг/км	
	3КВЭЛ	4КВЭЛ	3КВЭЛ	4КВЭЛ
60	16,1	17,5	444	476
110	19,1	20,5	569	600
165	23,7	25,1	839	871
220	29,1	30,5	1197	1229

Таблица 9.6. **Варианты электрических испытаний кабелей марок 3КВЭЛ и 4КВЭЛ**

Схема испытания	Испытательное напряжение, кВ, и продолжительность испытания, мин					
	постоянное с пульсацией не более 5%		пульсирующее частоты 50 Гц		переменное частоты 50 Гц	
	кВ	мин	кВ	мин	кВ	мин
Между центральной жилой и первой оплеткой	–	–	–	–	1,0	1
Между первой и второй оплетками (кабель 3КВЭЛ)	–	–	–	–	5,0	1
Между второй и третьей обмотками	–	–	20	1	5,0	1
Между второй или третьей обмоткой и внешним экраном кабеля напряжением, кВ:						
60	70	30	50	30	30	10
110	130	20	90	30	55	10
165	190	30	135	30	80	10
220	260	30	180	30	110	10

ванная фторопластом Ф-4, расположена в центре кабеля, последующие (*2*, *3*, *4*) жилы накладывают концентрически оплеткой медными проволоками на изоляцию предыдущей жилы. Конструкция кабеля завершается наружной оболочкой (рис. 9.4). В табл. 9.5 приведены внешние диаметр и масса кабелей 3КВЭЛ и 4КВЭЛ. Кабели поставляются длинами не менее 10 м. Электрическое сопротивление постоянному току соединенных последовательно жил *1* и *2* не более 0,041 Ом/м, а сопротивление жил *3* и *4* – не более 0,015 Ом/м.

Электрическое сопротивление изоляции между жилами *3* и *4* – не менее 10^5 Ом·м. Электрическая емкость между жилами *1* и *2*, *2* и *3* не превышает 500 пФ/м; между жилами *3* и *4* – 510 пФ/м, а между жилой *4* и экраном – 150 пФ/м.

В готовом виде кабели проходят одно из испытаний напряжением, указанным в табл. 9.6. Кабель на напряжение 220 кВ допускается испытывать переменным напряжением 85 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин. Допускается трехкратное испытание кабеля в составе аппаратуры заказчика постоянным напряжением, равным $1{,}5U_{ном}$, в течение 1 мин.

9.3. ПРОВОДА ДЛЯ РАДИОУСТАНОВОК

Провода для радиоустановок марок РПШ, РПШМ, РПШЭ и РПШЭМ предназначены для работы при переменных напряжениях 380, 660 и 3000 В при температуре окружающей среды от –40 до +60 °С – РПШ и РПШЭ и от –50 до +60 °С – РПШМ и РПШЭМ и относительной влажности до 98% при температуре +35 °С. Монтаж проводов может производиться без предварительного прогрева при температуре до –15 °С.

Провода изготовляют сечением от 0,35 до 10 мм^2 с числом жил до 14. В табл. 9.7 приведен сортамент проводов (рис. 9.3). Допускается изготовление проводов с жилами разных сечений и на разные напряжения с числом жил не более 7, но число жил разных сечений может быть не более 3.

Токопроводящие жилы проводов сечением 0,35 и 0,5 мм² изготовляют из медных проволок конструкций класса 5, остальных сечений – классов 4 или 5. Изоляция из резины типа РТИ-1 в соответствии с данными табл. 9.8. Допустимые отклонения от номинальной толщины – 10 %. Изолированные жилы скручивают с шагом не более 14 *D*, причем допускается скрутка с сердечником и заполнением из резины, ПВХ пластиката или волокнистых материалов, затем обматывают лентой из ПЭТФ пленки. При многоповивной скрутке внутренние повивы скручивают с шагом не более 25 *D*, а внешние – не более 14 *D*.

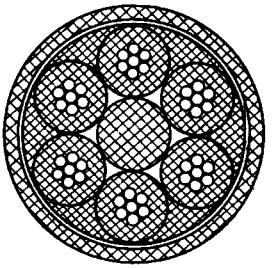


Рис. 9.3. Схема кабеля РПШ для радиоустановок

Поверх скрученных жил проводов РПШ и РПШЭ накладывают оболочку из резины. Толщина оболочки кабеля с диаметром под оболочкой до 10 мм – 1,5 мм, диаметром свыше 10 мм – 2,0 мм. Предельно допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции – 10 %, оболочки – 20 %.

На провода марок РПШМ и РПШЭМ накладывают оболочку повышенной хладостойкости с опознавательной продольной выпуклой риской. На провода марок РПШЭ и РПШЭМ поверх оболочки накладывают экранирующую оплетку оцинкованными или луженными стальными проволоками диаметром 0,3 мм плотностью не менее 70 %. Такой покров одновременно защищает провода от механических воздействий. По желанию заказчика экран может быть выполнен из луженых медных проволок.

Таблица 9.7. **Сортамент проводов для радиоустановок**

Марка	Число жил	*S*, мм², при $U_{ном}$, В		
		380	660	3000
РПШ, РПШМ	2–8, 10, 12, 14	0,35–2,5	0,75–2,5	1,5–2,5
РПШЭ и РПШЭМ	2 и 3	4 и 6	4–10	4–10

Таблица 9.8. **Толщина изоляции проводов для радиоустановок**

S, мм²	Толщина изоляции, мм, при $U_{ном}$, В		
	380	660	3000
0,35 и 0,5	0,6	–	–
0,75–6	0,8	1,0	1,8
10	–	1,2	2,0

Таблица 9.9. **Внешний диаметр проводов для радиоустановок**

Марка	*U*, В	Число жил										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
					S = 0,35 мм²							
РПШ, РПШМ	380	5,0	6,9	7,2	7,7	8,3	8,9	8,9	9,4	10,8	11,1	11,6
РПШЭ, РПШЭМ		6,2	8,1	8,4	8,9	9,5	10,1	10,1	10,6	12,0	12,3	12,8
					S = 0,5 мм²							
РПШ, РПШМ	380	5,2	7,3	7,6	8,2	8,8	9,4	9,4	10,1	11,6	11,9	12,4
РПШЭ, РПШЭМ		6,3	8,5	8,8	9,4	10,0	10,6	10,6	11,3	12,8	13,1	13,6
					S = 0,75 мм²							
РПШ, РПШМ	380	5,8	8,6	9,0	9,7	10,6	11,4	11,4	12,2	15,2	15,6	16,3
ПРШЭ, РПШЭМ		7,0	9,8	10,2	10,9	11,8	12,6	12,6	13,4	16,4	16,8	17,5
РПШ, РПШМ	660	6,2	9,4	9,9	10,7	11,6	12,6	12,6	14,6	16,8	17,3	18,1
РПШЭ, РПШЭМ		7,4	10,6	11,1	11,9	12,8	13,8	13,8	15,6	18,0	18,5	19,3

Продолжение табл. 9.9

Марка	U, В	Число жил										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
					$S = 1{,}0$ мм²							
РПШ, РПШМ	380	6,0	8,9	9,3	10,1	10,9	11,8	11,8	12,7	15,8	16,2	17,0
РПШЭ, РПШЭМ		7,2	10,1	10,5	11,3	12,1	13,0	13,0	13,9	17,0	17,4	18,2
РПШ, РПШМ	660	6,4	9,7	10,2	11,0	12,0	13,0	13,0	15,0	17,4	17,9	18,7
РПШЭ, РПШЭМ		7,6	10,9	11,4	12,2	13,2	14,2	14,2	16,2	18,6	19,1	19,9
					$S = 1{,}5$ мм²							
РПШ, РПШМ	380	6,3	9,5	10,0	10,9	11,8	12,8	12,8	14,8	17,1	17,6	18,4
РПШЭ, РПШЭМ		7,5	10,7	11,2	12,1	13,0	14,0	14,0	16,0	18,3	18,8	19,6
РПШ, РПШМ	660	6,7	10,3	10,9	11,9	12,9	15,0	15,0	16,1	18,7	19,2	20,2
РПШЭ, РПШЭМ		7,9	11,5	12,1	13,0	14,1	16,2	16,2	17,3	19,9	20,4	21,4
РПШ, РПШМ	3000	8,3	14,5	15,3	16,7	18,2	19,8	19,8	21,4	25,1	25,9	27,2
РПШЭ, РПШЭМ		9,5	15,7	16,5	17,9	19,4	21,0	21,0	22,6	26,3	27,1	28,4
					$S = 2{,}5$ мм²							
РПШ, РПШМ	380	7,0	10,9	11,5	12,5	14,0	15,8	15,8	17,0	19,8	20,4	21,6
РПШЭ, РПШЭМ		8,2	12,1	12,7	13,7	15,8	17,0	17,0	18,2	21,0	21,4	22,6
РПШ, РПШМ	660	7,4	11,7	12,3	14,5	15,7	17,0	17,0	18,3	21,4	22,0	23,1
РПШЭ, РПШЭМ		8,6	12,9	13,5	15,7	16,9	18,2	18,2	19,5	22,6	23,2	24,2
РПШ, РПШМ	3000	9,0	15,9	16,8	18,3	20,0	21,8	21,8	23,6	27,8	28,7	30,2
РПШЭ, РПШЭМ		10,2	17,1	18,0	19,5	21,2	23,0	23,0	24,8	29,0	29,9	31,4
					$S = 4{,}0$ мм²							
РПШ, РПШМ	380	–	12,0	12,6	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	13,2	13,8	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШМ	660	–	12,8	14,5	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	14,0	15,7	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШМ	3000	–	17,0	17,9	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	18,2	19,1	–	–	–	–	–	–	–	–
					$S = 6{,}0$ мм²							
РПШ, РПШМ	380	–	15,2	16,0	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШЭМ		–	16,4	17,2	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШМ	660	–	16,0	16,9	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	17,2	18,1	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШМ	3000	–	19,2	20,3	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	20,4	21,5	–	–	–	–	–	–	–	–
					$S = 10{,}0$ мм²							
РПШ, РПШМ	660	–	18,6	19,7	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	19,8	20,9	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШ, РПШМ	3000	–	21,8	23,1	–	–	–	–	–	–	–	–
РПШЭ, РПШЭМ		–	23,0	24,3	–	–	–	–	–	–	–	–

Внешние диаметр и масса проводов для радиоустановок приведены в табл. 9.9, 9.10, 9.10а. Допустимое отклонение от расчетного внешнего диаметра +10%. Провода поставляют длинами не менее 50 м.

Изолированные жилы испытывают на

Таблица 9.10. **Масса проводов, кг/км, с жилами сечением 0,35—2,5 мм² для радиоустановок**

Марка	U, В	Число жил										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
						$S = 0{,}35$ мм²						
РПШ	380	29	60	69	80	93	108	114	122	148	167	188
РПШМ		28	58	66	77	90	105	111	119	144	163	183
РПШЭ		73	113	122	138	160	176	182	190	226	253	274
РПШЭМ		72	111	119	135	157	173	179	187	222	249	269
						$S = 0{,}5$ мм²						
РПШ	380	33	69	80	94	111	127	134	145	177	201	226
РПШМ		32	67	77	91	107	123	131	141	173	196	222
РПШЭ		80	123	134	161	178	196	203	221	263	288	314
РПШЭМ		79	121	130	158	174	192	199	217	259	283	310
						$S = 0{,}75$ мм²						
РПШ	380	43	98	114	135	162	187	200	214	296	339	380
РПШМ		42	94	110	131	158	182	195	209	288	331	372
РПШЭ		92	165	182	207	239	272	286	301	406	450	496
РПШЭМ		91	161	178	203	235	267	281	296	398	442	488
РПШ	660	50	116	136	161	192	225	239	286	350	397	448
РПШМ		48	112	132	157	187	219	233	279	342	388	439
РПШЭ		99	185	212	239	279	316	330	394	468	522	576
РПШЭМ		97	181	208	235	274	310	324	387	460	513	567
						$S = 1{,}0$ мм²						
РПШ	380	48	108	127	152	180	209	226	242	330	378	426
РПШМ		46	104	123	148	176	204	221	238	325	370	418
РПШЭ		97	176	195	227	259	296	312	334	441	494	544
РПШЭМ		95	172	191	223	255	291	307	330	436	488	536
РПШ	660	54	127	149	177	213	249	266	317	389	442	499
РПШМ		52	123	145	173	208	243	260	310	380	433	490
РПШЭ		104	198	226	262	300	345	362	426	514	569	629
РПШЭМ		102	194	222	258	295	339	356	419	505	560	620
						$S = 1{,}5$ мм²						
РПШ	380	55	128	153	186	221	258	279	332	408	466	527
РПШМ		54	123	149	181	216	253	274	325	399	458	517
РПШЭ		105	197	229	264	308	400	371	441	532	592	656
РПШЭМ		104	192	225	259	303	395	366	434	523	584	646
РПШ	660	62	148	178	213	257	333	355	388	481	535	637
РПШМ		60	143	173	207	251	324	346	380	473	525	597
РПШЭ		112	225	256	299	349	442	464	500	611	674	751
РПШЭМ		110	220	251	293	343	433	455	492	603	664	741
РПШ	3000	94	275	324	388	465	545	585	631	788	826	998
РПШМ		92	265	314	377	454	533	573	620	775	863	984
РПШЭ		161	383	434	506	593	687	727	780	969	1073	1203
РПШЭМ		159	373	424	495	582	675	715	769	956	1060	1189
						$S = 2{,}5$ мм²						
РПШ	380	73	176	214	260	340	396	431	469	581	660	751
РПШМ		71	171	208	254	332	388	423	461	571	649	740
РПШЭ		125	255	300	351	448	507	542	587	723	804	900
РПШЭМ		123	250	294	345	440	499	434	579	713	793	889
РПШ	660	81	199	239	323	384	448	485	527	656	739	842
РПШМ		79	193	233	315	375	438	475	518	645	728	830
РПШЭ		134	285	327	431	495	566	603	655	805	902	1011
РПШЭМ		132	279	321	423	486	556	593	646	794	891	999

Продолжение табл. 9.10

Марка	U, В	Число жил										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
РПШ	3000	117	341	406	486	582	682	739	797	996	1121	1283
РПШМ		114	329	394	474	569	667	724	785	982	1106	1267
РПШЭ		184	453	524	614	725	833	890	968	1190	1323	1504
РПШЭМ		181	441	512	602	712	818	875	956	1176	1308	1488

Таблица 9.10а. Масса проводов с жилами сечением 4 – 10 мм² для радиоустановок

Марка	U, В	Число жил		
		1	2	3
$S = 4{,}0$ мм²				
РПШ	380	224	274	–
РПШМ		217	267	–
РПШЭ		311	365	–
РПШЭН		304	358	–
РПШ	660	249	334	–
РПШМ		242	325	–
РПШЭ		341	442	–
РПШЭМ		334	433	–
РПШ	3000	403	481	–
РПШМ		390	468	–
РПШЭ		521	608	–
РПШЭМ		508	595	–
$S = 6{,}0$ мм²				
РПШ	380	347	423	–
РПШМ		336	412	–
РПШЭ		456	535	–
РПШЭМ		445	524	–
РПШ	660	380	461	–
РПШМ		367	449	–
РПШЭ		492	579	–
РПШЭМ		479	567	–
РПШ	3000	524	630	–
РПШМ		507	615	–
РПШЭ		663	774	–
РПШЭМ		646	759	–
$S = 10{,}0$ мм²				
РПШ	660	–	536	660
РПШМ		–	520	645
РПШЭ		–	666	801
РПШЭМ		–	650	786
РПШ	3000	–	668	815
РПШМ		–	647	796
РПШЭ		–	819	974
РПШЭМ		–	798	955

АСИ напряжением, указанным в табл. 9.11. В готовом виде провода на напряжение 380 В испытывают переменным напряжением 2,0 кВ в течение 5 мин; провода на напряжение 660 В – напряжением 2,5 кВ, а на напряжение 3 кВ – напряжением 7 кВ. Электрическое сопротивление изоляции проводов – не менее $75 \cdot 10^6$ Ом·км.

Таблица 9.11. Испытательное напряжение на АСИ проводов для радиоустановок

Рабочее напряжение, В	Испытательное напряжение, В, при толщине изоляции, мм					
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,8	2,0
380	2000	4000	–	–	–	–
660	–	–	6000	7000	–	–
3000	–	–	–	–	14 000	16 000

9.4. АЭРОДРОМНЫЕ КАБЕЛИ

Кабели КВОРН и НРШМ-Т армированные и неармированные для аэродромных огней, предназначены для применения в системах электросветосигнального оборудования аэродромов в стационарных условиях при температуре от –60 до +50 °С в различных грунтах на высоте над уровнем моря до 3000 м.

Кабели серии **КВОРН** применяют для соединения первичных обмоток изолирующих трансформаторов, питающих аэродромные огни, в общую последовательную цепь и для присоединения к регуляторам яркости, а кабели **НРШМ-Т** – для подключения аэродромных огней или светосигнальных знаков. Кабели **КВОРН-3** и **КВОРН-6** на переменные напряжения 3 и 6 кВ являются базовыми (со свободными концами), варианты армирования которых придают им те или иные монтажные функции. Таким же базовым является и кабель **НРШМ-Т** на напряжение 0,25 кВ.

Кабели армируют в трех вариантах исполнения. Им присваиваются дополнительные индексы: **ВР** – армированные с одного конца вилкой, с другого – розеткой; **В** – то же с одного конца вилкой; **Р** – то же с одного конца розеткой (табл. 9.12).

Токопроводящие жилы сечением 6 и 10 мм² скручивают из медных луженых проволок конструкции класса 4 и сечения 2,5 мм² класса 5. Жилы изолируют резиной типа **РТИ-1** или **РТЭПИ-1** по ОСТ 16.0.505.015-79.

Таблица 9.12. **Сортамент армированных кабелей для аэродромных огней**

Марка	Наименование
КВОРН-ВР-3	Кабели КВОРН-3, армированные на одном конце вилкой, на другом – розеткой
КВОРН-В-3	То же, армированные на одном конце вилкой, другой конец свободный
КВОРН-Р-3	То же, армированные на одном конце розеткой, другой конец свободный
КВОРН-ВР-6	Кабели КВОРН-6, армированные на одном конце вилкой, на другом – розеткой
КВОРН-В-6	То же, армированные на одном конце вилкой, другой конец свободный
КВОРН-Р-6	То же, армированные на одном конце розеткой, другой конец свободный
НРШМ-Т-ВР	НРШМ-Т, армированные на одном конце вилкой, на другом – розеткой
НРШМ-Т-В	То же, армированные на одном конце вилкой, другой конец свободный
НРШМ-Т-Р	То же, армированные на одном конце розеткой, другой конец свободный

Толщина изоляции кабелей: КВОРН на напряжение 3 кВ – 3,0 мм; на напряжение 6 кВ – 4,8 мм, а кабеля НРШМ-Т – 1,2 мм. В кабелях серии КВОРН допускается обмотка изоляции прорезиненной тканевой лентой или ПЭТФ лентой. На кабели КВОРН на напряжение 6 кВ накладывают оболочку из маслобензостойкой резины типа РШН-2 толщиной 2,8 мм, на напряжение 3 кВ – 2,0 мм и на кабель НРШМ-Т толщиной 2,0 мм (предельно допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции -10%, а оболочки -20%). Внешние диаметр и масса кабелей приведены в табл. 9.13. Предельное отклонение допускается $-10 \div +5\%$ для кабеля КВОРН и $\pm 10\%$ – для НРШМ-Т. Кабели поставляют длинами от 0,5 до 140 м в зависимости от исполнения. За длину армированного кабеля принимается расстояние от плоской части торца вилки или розетки до конца кабеля или до плоской части торца розетки или вилки. По согласованию с заказчиком допускается сдача кабелей любыми длинами.

Конструкции и размеры вилок и розеток армированных кабелей соответствуют чертежам, утвержденным в установленном порядке (рис. 9.4–9.7). Вилки и розетки имеют защитные резиновые колпачки. Контакты розеток и вилок присоединяют к токопроводящим жилам кабелей методом бескислотной пайки оловянно-свинцовым припоем, они должны иметь электролитическое никелевое покрытие по ГОСТ 9.073-77. Концы кабелей с присоединенными контактами опрессовывают резиной. В местах сращивания концевых муфт допускается увеличение диаметра кабеля на 15% номинального.

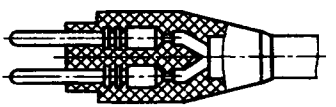


Рис. 9.4. Вилка двухполюсная на 250 В кабеля НРШМТ

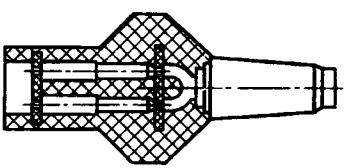


Рис. 9.5. Розетка двухполюсная на 250 В кабеля НРШМТ

Рис. 9.6. Вилка высоковольтная кабелей КВОРН-6 и КВОРН-3

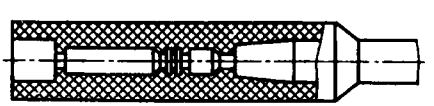


Рис. 9.7. Розетка высоковольтиая кабелей КВОРН-6 и КВОРН-3

Таблица 9.13. **Внешний диаметр и масса кабелей КВОРН-3, КВОРН-6 и НРШМ-Т**

Марка	n	S, мм^2	$U_{ном}$, В	D, мм	g, кг/км
КВОРН-3	1	6	3000	14,0	290
		10		14,9	340
КВОРН-6	1	6	6000	19,2	580
		10		20,1	640
НРШМ-Т	2	2,5	250	14,6	324

Изолированные жилы испытывают на АСИ переменным напряжением 16 кВ – кабели КВОРН-3 и КВОРН-6 и 5,0 кВ – кабели НРШМ-Т. При одновременном наложении изоляции и оболочки испытание кабелей осуществляется переменным напряжением только в готовом виде после 6 ч пребывания в воде. Испытывают переменным напряжением: 15 кВ в течение 5 мин – кабель КВОРН-6; 9 кВ в течение 5 мин – кабель КВОРН-3; 2 кВ в течение 10 мин – кабель НРШМ-Т.

Электрическое сопротивление изоляции, измеряемое в готовом виде в нормальных климатических условиях, не менее $1000 \cdot 10^6$ Ом·км у кабеля КВОРН-6 и не менее $750 \cdot 10^6$ Ом·км у кабеля КВОРН-3.

Армированные кабели КВОРН и НРШМ-Т на напряжение 6, 3 и 0,25 кВ в сочлененном виде испытывают переменным напряжением соответственно: 12 кВ в течение 5 мин; 9 кВ в течение 5 мин и 2 кВ в течение 10 мин.

Низковольтный аэродромный кабель с резиновой изоляцией КРЗ предназначен для последовательного соединения аэродромных огней, для освещения площадок посадки самолетов. Кабель применяется в низковольтных цепях аэродромных огней углубленного типа переменного напряжения до 660 В при температуре от −50 до +50 °С и относительной влажности до (98±2) % при температуре +40 °С.

Кабель изготовляют одножильным сечением 4 мм^2. Токопроводящую жилу скручивают из медных проволок конструкции класса 4 и изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,6 мм, а на нее накладывают оболочку из резины типа РШН-1 толщиной 0,8 мм. Внешний диаметр кабеля 5,5 мм, масса 67 кг/км. Кабели поставляют длинами не меиее 125 м. Допускается поставка отрезков длинами не менее 20 м в количестве не более 10 % сдаваемой партии.

Изолированные жилы испытывают напряжением 2 кВ на аппарате сухого испытания. Электрическое сопротивление изоляции после 6 ч пребывания в воде не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км. В готовом виде кабель испытывают напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин.

9.5. КАБЕЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСВАРКИ

Кабели КОГ1 и КОГ2 для электрической дуговой сварки (рис. 9.8 и 9.9) предназначены для соединения электрододержателей автоматических и полуавтоматических сварочных установок с источником тока (переменное напряжение до 220 В частоты 50 Гц или постоянное напряжение).

Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей до 65 °С. Число, сечение, а также толщина изоляции жил кабелей указаны в табл. 9.14. Предельно допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции – 10 %.

Конструкции жил сечением 0,75, 50–150 мм^2 соответствуют классу 6 ГОСТ 22483-77, сечением 16–35 мм^2 – классу 5 с проволокой диаметром не более 0,31 мм. Скрутка элементов в кабель производится в одну сторону.

Изолированные вспомогательные жилы кабеля КОГ2 скручивают вместе со стренгами наружного повива основной жилы. Поверх токопроводящей жилы кабеля КОГ1 накладывают обмотку лентой ПЭТФ пленки, резиновую изоляцию (РТИ-2) и резиновую оболочку (РШ-1), между которыми допускается слой синтетической пленки. Толщина оболочки по категории Обр-2 ГОСТ 23286-78.

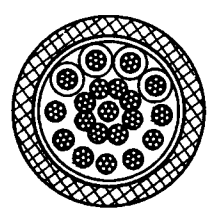


Рис. 9.8. Схема кабеля КОГ2 с четырьмя жилами управления для дуговой электросварки

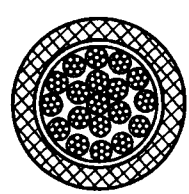


Рис. 9.9. Схема одножильного кабеля КОГ2 для дуговой электросварки

Таблица 9.14. **Номенклатура и толщина резиновой изоляции кабелей для дуговой электросварки**

Марка	Жила	Число жил	Номинальное сечение, мм²	Толщина изоляции, мм
КОГ1	Основная	1	16	0,8
			25 и 35	0,8
			50 и 70	1,0
			95 и 120	1,2
			150	1,4
КОГ2	»	1	16, 25, 35	0,8
			50 и 70	1,0
	»	1	95 и 120	1,2
			150	1,4
	Вспомогательная	2; 4	0,75	0,6

Таблица 9.15. **Толщина резиновой изоляции и оболочки кабелей для дуговой сварки**

S, мм²	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм, кабелей	
		КОГ1	КОГ2
16	0,8	1,2	1,6
25	0,8	1,2	1,6
35	0,8	1,2	1,6
50	1,0	1,4	2,0
70	1,0	1,6	2,0
95	1,2	1,8	2,4
120	1,2	2,0	2,4
150	1,4	2,0	2,8

Примечание. Толщина изоляции вспомогательных жил сечением 0,75 мм² – 0,6 мм.

Токопроводящую жилу кабеля КОГ2 обматывают лентой ПЭТФ пленки, а поверх накладывают резиновую изоляцию, обладающую защитными свойствами. Толщины изоляции и оболочки кабелей приведены в табл. 9.15, а внешние диаметр и масса кабелей в табл. 9.16. Кабели поставляют длинами не менее 100 м. Допускается поставка отрезками длиной не менее 20 м в количестве не более 10% сдаваемой партии.

Изолированные жилы испытывают на АСИ переменным напряжением по категории ЭИ-2 ГОСТ 23286-78. При совмещении резиновой изоляции и оболочки кабель испытывают в готовом виде.

Готовые кабели всех марок испытывают

Таблица 9.16. **Внешний диаметр и масса кабелей КОГ1 и КОГ2**

S, мм²	Марка кабеля					
	КОГ1		КОГ2 одножильный		КОГ2 со вспомогательными жилами	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/м
16	11,5	224	10,1	219	–	–
25	13,3	317	11,9	312	14,8	376
35	15,7	429	13,7	423	15,5	491
50	18,2	623	16,2	621	18,0	674
70	19,8	852	17,8	835	19,7	883
95	21,9	1136	–	–	22,4	1184
120	25,4	1434	–	–	23,5	1427
150	27,5	1759	–	–	26,3	1726

Таблица 9.17. **Количество циклов знакопеременных изгибов кабелей КОГ1 и КОГ2**

Кабель	S, мм²	Количество циклов знакопеременных изгибов для кабелей
Одножильный	16 – 35	12000
	50 – 150	10000
Одножильный со вспомогательными жилами	25 – 35	10000
	50 – 150	6000

Таблица 9.18. **Конструкция основной токопроводящей жилы кабеля КПЭС**

S, мм²	Диаметр проволоки, мм	Число проволок в жиле	Число проволок в стренге	Система скрутки стренги	Число стренг
25	0,26	448	112	16(1+6)	4
35	0,26	672	112	16(1+6)	6
50	0,30	700	140	20(1+6)	5
70	0,30	980	140	20(1+6)	7

переменным напряжением частоты 50 Гц по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Кабели выдерживают количество циклов, указанных в табл. 9.17, знакопеременных изгибов на угол π рад при радиусе изгиба 50 мм и растягивающем усилии 98 Н.

Полый электросварочный кабель КПЭС предназначен для подачи гибких электродов в зону сварки и для подвода сварочного переменного напряжения 42 или постоянного 48 В при температуре от –10 до +40 °С.

Кабели изготовляют с основными жи-

Таблица 9.19. **Конструктивные данные направляющего канала, внешние диаметры и масса кабеля КПЭС**

Жила				Диаметр канала, мм				Диаметр стальной проволоки для навивки спирали канала, мм	D, мм	g, кг/км
основная		управления		внутренний	наружный	Предельное отклонение				
Число	Сечение, мм^2	Число	Сечение, мм^2			«−»	«+»			
1	25	3	1,0	5,0	7,8	0,20	0,55	1,4	20,5	654
	35			6,0	8,8				21,5	806
	50			6,0	8,8				22,5	948
	70			7,5	10,3				24,0	1195
	35			7,5	10,3				20,0	787
	70			3,2	7,2		0,45	2,0	21,0	1119

Рис. 9.10. Кабель для дуговой электросварки КОГ2

лами сечением от 25 до 70 мм^2 и с жилами управления. В центре кабеля расположен направляющий канал, имеющий внутреннее отверстие диаметром от 3,2 до 7,5 мм в зависимости от сечения основной жилы.

Направляющий канал представляет собой полую спираль из стальной пружинной проволоки, навитой с зазором не более 0,25 мм. Спираль обмотана с перекрытием лентой из прорезиненной ткани. Основные токопроводящие жилы скручивают согласно табл. 9.18. Жила управления сечением 1 мм^2 состоит из 14 медных проволок диаметром 0,3 мм. Ее изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,6 мм. Поверх изоляции накладывают оплетку капроновыми и лавсановыми нитями либо обмотку ПЭТФ пленкой.

Неизолированные стренги основной жилы и изолированные жилы управления скручивают вокруг обмотанного канала таким образом, чтобы три жилы управления были расположены в повиве рядом. Поверх скрученных жил накладывают обмотку суровой или прорезиненной тканью с перекрытием и наружную оболочку из резины типа РТИШ по ОСТ 16.0.505.015-79 толщиной по категории Обр-2 по ГОСТ 23286-78. Конструктивные данные направляющего канала, внешние диаметр и масса кабелей приведены в табл 9.19. Строительная длина кабеля (3,4±0,1) м.

Изолированные жилы управления испытывают на АСИ переменным напряжением по категории ЭИ-2. В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин между основной жилой и жилами управления.

9.6. КАБЕЛИ И ПРОВОДА РАЗЛИЧНЫХ НАЗНАЧЕНИЙ

Гибкий кабель ГКРЛ, работающий при растягивающей нагрузке (рис. 9.11), предназначен для работы при переменном напряжении 380 и постоянном напряжении 700 В в условиях морской воды под гидростатическим давлением до 981 кПа при температуре от −2 до +30 °С и в воздушной среде при температуре от −50 до +65 °С.

Кабель ГКРЛ изготовляют 9- и 12-жильным сечением 0,5 мм^2. Токопроводящую жилу применяют класса 5, которую изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,8 мм. Двенадцать изолированных жил скручивают вокруг сердечника, диаметр которого приведен в табл. 9.20. Сердечник оплетен лавсановыми нитями с шагом не более 6 D. Две смежные жилы отличаются друг от друга и остальных жил по цвету. На скрученные жилы, обмотанные лентой ПЭТФ пленки, накладывают резиновую оболочку (типа РШ-1) толщиной согласно табл. 9.20. Предельно допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции −10%, оболочки

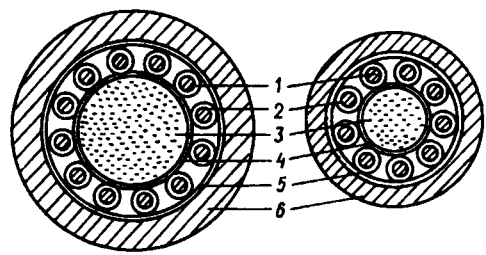


Рис. 9.11. Схемы кабелей ГКРЛ сечением 12 × 0,5 мм^2 (*а*) и 9 × 0,5 мм^2 (*б*):

1 — токопроводящая жила; *2* — изоляция; *3* — сердечник из лавсановых нитей; *4* — оплетка сердечника; *5* — обмотка из пленки ПЭТФ; *6* — оболочка кабеля

Таблица 9.20. **Конструктивные данные кабели ГКРЛ**

n	S, мм²	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	Диаметр лавсанового сердечника, мм	D, мм	g, кг/км, не более	Строительная длина кабеля, м
9	0,5	0,8	2,0	5,3	14,4	274	75 ± 5
12			3,0	8,8	19,9	481	100 ± 3

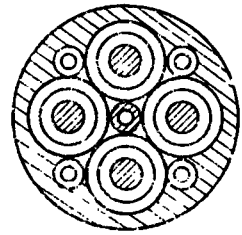


Рис. 9.12. Схема кабеля ГРЭ

Таблица 9.21. **Конструктивные данные кабеля ГРЭ**

$n \times S$ жил, мм²			Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	D, мм	g, кг/км
основных	заземления	вспомогательных				
3 × 10	1 × 6	1 × 10	2,0	3,5	30,9	1415
3 × 16	1 × 10	1 × 16	2,2	3,5	34,7	1870
3 × 25	1 × 10	1 × 25	2,2	4,0	38,7	2444

-20%. Внешний диаметр и масса кабелей указаны в табл. 9.20 с допуском $+5\%$. Кабели поставляют длинами, приведенными в табл. 9.20.

В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 2 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции при температуре 20 °С не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км, а после пребывания в морской воде при температуре 35 °С – $50 \cdot 10^6$ Ом·км. Электрическая емкость каждой жилы по отношению к остальным, соединенным вместе, не более 200 пФ/м.

Кабель ГКРЛ выдерживает не менее десяти перемоток на цилиндр диаметром 200 мм при температуре -50 °С под воздействием растягивающей нагрузки 300 Н.

Гибкий кабель ГРЭ (рис. 9.12) предназначен для присоединения самоходных вагонов с электрическим приводом к сети переменного напряжения 660 В частоты 50 Гц (основные жилы) и не более 220 В (вспомогательные жилы). Кабель состоит из трех основных, одной заземляющей и одной вспомогательной жил сечением согласно табл. 9.21.

Токопроводящие жилы кабеля скручивают из медных проволок по конструкции класса 4 в одну сторону, жилы заземления по конструкции класса 4 или 5. Скрутка стренг в жилу производится вокруг лавсанового упрочняющего сердечника с шагом не более $10\,D$. На основные и вспомогательную жилы сечением 10 мм² накладывают изоляцию из резины типа РТИ-1 толщиной 2,0 мм, а сечением 16 и 25 мм² – 2,2 мм с допуском -10%. На упрочняющие жгуты накладывают слой резины типа РШН-1 толщиной 0,8 мм. Поверх изоляции основных и вспомогательных жил накладывают экран из электропроводящей резины толщиной 0,5 мм (минимальная 0,3 мм).

Три экранированные основные и одну вспомогательную жилы скручивают вокруг заземляющей жилы в правом направлении с шагом не более $8\,D$. При скрутке кабеля между жилами укладывают заполнение из четырех упрочняющих жгутов. Поверх скрученных основных жил 3 × 10 и 3 × 16 мм² накладывают оболочку из резины типа РШН-1 толщиной 3,5 мм, а на кабели сечением 3 × 25 мм² – 4,0 мм. Предельно допустимое отклонение -20%.

Внешний диаметр и масса кабеля приведены в табл. 9.21. Допустимое отклонение от номинального диаметра $+10\%$. Кабель поставляют длинами (220 ± 20) м или кратными этой длине. Допускается поставка маломерных отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 10% партии.

Экранированные основные и вспомогательные жилы испытывают постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 мин. Кабель в готовом виде испытывают переменным напряжением 2,5 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин. Электрическое сопротивление экранов готового кабеля – не более 3000 Ом. Кабели выдерживают не менее 15000 циклов перегибов вокруг системы роликов диаметром 200 мм при растягивающей нагрузке 735 Н. Разрывная прочность сердечника и каждого упрочняющего жгута – не менее 1230 Н.

Кабель повышенной гибкости с резиновой изоляцией в резиновой оболочке КПГУ предназначен для питания передвижных портальных кранов при переменном напряжении до 0,66 кВ частоты до 400 Гц или постоянном напряжении до 1 кВ при температуре от -50 до $+50$ °С.

Кабель КПГУ изготовляют трехжильным сечением от 95 до 150 мм² или

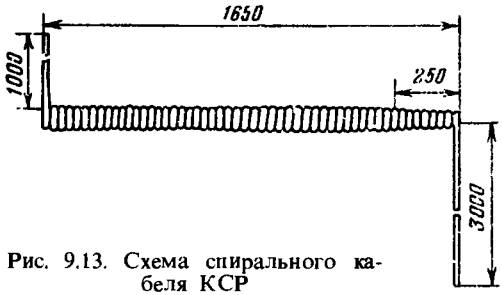


Рис. 9.13. Схема спирального кабеля КСР

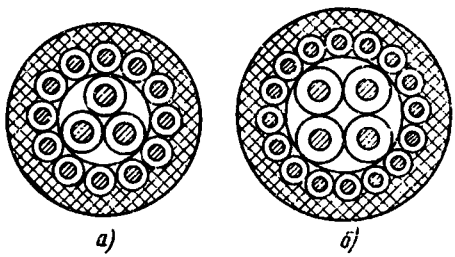


Рис. 9.14. Схемы спиральных кабелей КСР сечением $3 \times 4 + 12 \times 0{,}75$ мм^2 (*а*) и $4 \times 6 + 16 \times 0{,}75$ мм^2 (*б*)

трехжильным с четвертой заземляющей жилой сечением: 25 мм^2 при основных жилах 95 мм^2; 35 мм^2 при основных жилах 120 мм^2 и 50 мм^2 при основных жилах 150 мм^2. Длительно допустимая температура нагрева жил до +65 °С. Минимальный допустимый радиус изгиба в процессе эксплуатации 10 *D*.

Токопроводящие жилы из медных проволок скручивают по конструкции согласно табл. 9.22. На жилу сечением 95 и 120 мм^2 накладывают резиновую изоляцию типа РТИ-1 толщиной 1,8 мм, а сечением 150 мм^2 толщиной 2,0 мм и обматывают лентой прорезиненной ткани. Резиновая изоляция жил заземления сечением 25 мм^2 имеет толщину 5,0 мм; сечением 35 мм^2 – 5,5 мм и сечением 50 мм^2 – 6,5 мм.

Три или четыре изолированные жилы скручивают с заполнением кабельной пряжей с шагом не более 14 *D* в правом направлении и обматывают лентой прорезиненной ткани. Основные жилы имеют отличительную расцветку или другие виды отличия. Для заземляющей жилы допускается черный цвет. При скрутке четырехжильных кабелей допускается применение в центре профилированного резинового сердечника. На скрученные жилы кабеля сечением 95 мм^2 накладывают резиновую оболочку типа РШ-1 толщиной 4,0 мм, а на жилы кабелей остальных сечений – толщиной 4,5 мм. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции –10%, от толщины оболочки –20%. Внешние диаметр и масса кабеля указаны в табл. 9.23. Кабели поставляют длинами не менее 125 м. Допускается поставка длинами не менее 20 м в количестве не более 20% поставляемой партии.

Таблица 9.22. **Внешний диаметр и масса кабеля КПГУ и конструкции основных и заземляющих жил**

$n \times S$, мм^2	*D*, мм	*g*, кг/км	Сечение жил, мм^2	Число проволок	Диаметр проволок, мм
3 × 95	45,5	4742	25	126	0,50
3 × 120	52,8	5652	35	189	0,49
3 × 150	60,6	6815	50	266	0,49
3 × 95 + + 1 × 25	52,2	5614	95	361	0,58
3 × 120 + + 1 × 35	59,2	6938	120	266	0,77
3 × 150 + + 1 × 50	66,6	8149	150	405	0,68

Изолированные жилы испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин или на АСИ по категории ЭИ-2. Готовые кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Кабель устойчив к 6000 циклам знакопеременных изгибов вокруг роликов диаметром 400 мм на угол $\pi/2$ рад при растягивающей нагрузке 49 Н.

Спиральный гибкий кабель КСР (рис. 9.13, 9.14) предназначен для питания осветительных приборов студий телецентров при переменном напряжении до 380 В частоты 50 Гц при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности до 70% при температуре +25 °С. Длительно допустимая температура нагрева жил до 65 °С.

Кабель КСР с резиновой изоляцией и оболочкой изготовляют в виде спирали, допускающей растягивание и сжатие его по мере опускания и подъема висящих светильников. Кабели имеют 15 или 20 жил (основных и управления) сечением от 0,75 до 6 мм^2 (табл. 9.23). Их изготовляют из медных проволок в соответствии с ГОСТ 22483-77: сечением 0,75 мм^2 класса 2; сечением 6 мм^2 класса 3; сечением 4 мм^2 класса 4. Жилы изолируют резиной типа РТИ-2 толщиной 1,0 мм. Поверх скрученных трех или четырех изолированных жил сечением 4 или 6 мм^2 накладывают повив из 12 или 16 жил управле-

Таблица 9.23. **Конструктивные данные, внешний диаметр и масса спирального кабеля КСР**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км	Внутренний диаметр спирали, мм, не более	Внешний диаметр спирали, мм, не более	Длина спирали в сжатом состоянии, мм	Длина спирали в растянутом состоянии, мм, не более	Шаг растяжения спирали, мм, не более
3 × 4 + 12 × 0,75	22,1	9,46	71	120	$880 \pm \frac{50}{100}$	6000	150
4 × 6 + 16 × 0,75	24,7	8,16	71	125	$650 \pm \frac{50}{100}$	6000	150
4 × 6 + 16 × 0,75	24,7	10,9	71	125	$850 \pm \frac{50}{100}$	6000	150
4 × 6 + 16 × 0,75	24,7	14,7	71	125	$1150 \pm \frac{50}{120}$	8000	150
4 × 6 + 16 × 0,75	24,7	18,6	71	125	$1450 \pm \frac{50}{120}$	8000	150
4 × 6 + 16 × 0,75	24,7	21,2	71	125	$1650 \pm \frac{50}{120}$	10 000	150

Таблица 9.24. **Внешние размеры и масса плоских гибких кабелей КГП**

Без заземляющей жилы			С заземляющей жилой		
$n \times S$, мм²	Размеры	g, кг/км	$n \times S$, мм²	Размеры	g, кг/км
2 × 4,0	8,9 × 13,8	217	2 × 4,0 + 1 × 2,5	8,9 × 18,1	238
2 × 6,0	10,0 × 16,0	292	2 × 6,0 + 1 × 4,0	10,0 × 20,9	356
2 × 10	12,3 × 19,6	448	2 × 10 + 1 × 6,0	12,9 × 26,2	628
2 × 16	13,5 × 22,0	609	2 × 16 + 1 × 6,0	14,1 × 28,6	786
2 × 25	15,8 × 25,9	894	2 × 25 + 1 × 10	15,8 × 33,2	1140
2 × 35	17,5 × 29,3	1170	2 × 35 + 1 × 10	17,9 × 37,0	1430
2 × 50	19,6 × 33,6	1565	2 × 50 + 1 × 16	20,0 × 42,5	1971
2 × 70	22,2 × 38,4	2046	2 × 70 + 1 × 25	23,2 × 49,6	2670
2 × 95	24,1 × 42,2	2685	2 × 95 + 1 × 35	25,1 × 55,0	3482
2 × 120	27,6 × 48,2	3323	2 × 120 × 1 × 35	27,6 × 60,0	4014

ния сечением 0,75 мм²; обматывают лавсановой нитью с шагом 47–50 мм и накладывают внешнюю оболочку из резины типа РШТ-2 толщиной 3,0 мм. Допустимые отклонения от номинальных значений: толщины изоляции –10%, оболочки –20%. Допускается местное уточнение оболочки с внутренней стороны спирали и на прямых концах со стороны навивки до 1,6 мм.

Спираль кабеля формируют длинами согласно табл. 9.24 с прямыми окончаниями длиной с конусной стороны 1,8 + 0,2 м и с противоположной стороны 0,6 + 0,1 м.

Основные конструктивные данные и масса кабеля приведены в табл. 9.23.

Изолированные жилы и кабель в готовом виде испытывают переменным напряжением частоты 50 Гц по категории ЭИ-1 или ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78).

Рис. 9.15. Прожекторный кабель КГП

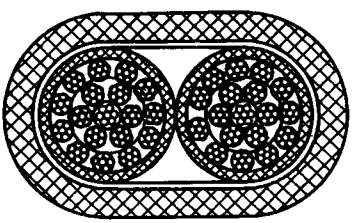


Рис. 9.16. Схема прожекторного кабеля КГП без заземляющей жилы

Кабели выдерживают без обрыва жил и трещин оболочки не менее 10000 растяжений и сжатий частотой 4 цикла в минуту.

Плоский кабель КГП (рис. 9.15–9.17) предназначен для присоединения прожекторных и других передвижных электроустановок к сети переменного напряжения до 660 В частоты 400 Гц. При эксплуатации кабелей не допускается осевое кручение, раздавливание и растягивающие нагрузки. Допустимая окружающая температура при эксплуатации от –40 до +50 °С. Минимальный радиус изгиба – не менее 12 D по малой оси.

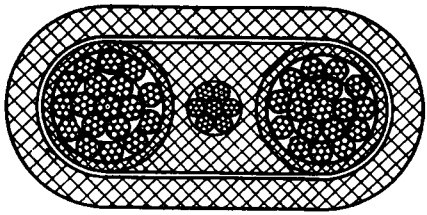


Рис. 9.17. Схема прожекторного кабеля КГП с заземляющей жилой

Кабели изготовляют двухжильными сечением от 4 до 120 мм² с заземляющей или без заземляющей жилы (табл. 9.24). Соотношение основных и заземляющих жил по табл. 9.25.

Токопроводящие жилы сечением 4–16 мм² изготовляют из медных проволок по ГОСТ 22483-77 класса 5 и сечением 25–120 мм² класса 4 с односторонней левой скруткой проволок в стренгу и стренг в жилу, которые изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной согласно табл. 1 ГОСТ 23286-78 (категория Ир-2). Допускается применение неизолированной жилы заземления или наложение на нее изоляции профилированной формы. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции – 10%. Поверх параллельно уложенных жил накладывают оболочку из резины типа РШ-2:

Размер большой стороны оболочки, мм	До 10	10–12	12–20
Толщина оболочки, мм	1,7	2,0	2,5
Размер большой стороиы оболочки, мм	20–30	30–40	Свыше 40
Толщиина оболочки, мм	2,8	3,0	3,5

Допускается наложение поверх изолированных жил слоя синтетической пленки, а также замена изоляции и оболочки одним слоем изоляционной резины, обладающей защитными свойствами. Толщина оболочки в этом случае должна быть равна сумме толщин изоляции и оболочки, а расстояние между токопроводящими жилами – не менее двух толщин изоляции. Предельный допуск на толщину оболочки –20%.

Номинальные внешние размеры и масса кабелей приведены в табл. 9.24. Кабели поставляют длинами не меиее 250 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 20 м в количестве не более 20% партии, в том числе не менее 15% длиной до 150 м.

Таблица 9.25. **Конструктивные данные жил кабеля КВГВ**

$n \times S$, мм²	Коиструкция жил			
	Диаметр проволоки, мм	Число проволок в жиле	Число стреиг	Расчетиый диаметр, мм
3 × 150	0,68	405	15	19,66
1 × 50	0,49	266	19	10,80
7 × 2,5	0,26	49	7	2,34

Параметры кабелей КГП. Изолированные основные жилы кабелей испытывают переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Готовые кабели испытывают переменным напряжением в соответствии с категорией ЭИ-1. Кабели, изготовленные с одновременным наложением изоляции и оболочки или в оболочке из изоляционной резины, обладающей защитными свойствами, испытывают на АСИ переменным напряжением частоты 50 – 10^6 Гц: 10 кВ – при толщине изоляции 1,0 мм, 12 кВ – при толщине 1,2 мм, 14 кВ – при толщине 1,4 мм и 16 кВ – при толщине 1,6 и 1,8 мм. Кабели устойчивы к знакопеременным изгибам на угол $\pm\pi/2$ рад вокруг роликов радиусом, равным восьми размерам кабеля по малой оси, с растягивающим усилием 98,1 Н. Кабели сечением основных жил 4–10 мм² выдерживают 6000 циклов изгиба; сечением 16–50 мм² – 4000 циклов; сечением 70–120 мм² – 3000 циклов.

Кабели устойчивы к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот от 5 до 5000 Гц с ускорением до 392 м/с²; многократным ударам с ускорением до 1370 м/с² при длительности удара 10 мс; одиночным ударам с ускорением до 9810 м/с² при длительности удара до 2 мс и смене температур от –50 до +50 °С.

Кабель силовой гибкий со вспомогательными жилами КВГВ предназначен для присоединения передвижных механизмов к электрической сети с изолированной нейтралью при номинальном переменном напряжении: основных цепей – 10 кВ частоты 50 Гц и токовой нагрузке до 500 А током однофазного замыкания на землю не более 10 А; вспомогательных цепей – 380 В частоты 50 Гц и при токовой нагрузке до 10 А.

Кабель имеет три основные жилы сечением 150 мм², одну жилу заземления сечением 50 мм² и семь вспомогательных – сечением 2,5 мм² каждая. Конструкции перечисленных жил приводятся в табл. 9.25. Между внутренним и внешним электропро-

водящими резиновыми экранами основных жил толщиной 0,6 мм каждый укладывают изоляцию из резины типа РТИ толщиной 6,0 мм. На жилу заземления накладывают резиновую электропроводящую оболочку толщиной 1,2 мм. Вспомогательные жилы изолируют резиной толщиной 1,3 мм. Изолированные жилы скручивают и обматывают ПЭТФ пленкой с перекрытием, а на них накладывают оболочку вулканизирующегося ПЭ толщиной 2,0 мм и ленту ПЭТФ с перекрытием. Допускается наложение по скрутке вспомогательных жил невулканизированной прорезиненной ткани, а вместо вулканизирующегося ПЭ наложение оболочки из резины.

Основные и защемляющую жилы и группу вспомогательных жил скручивают в кабель и обматывают прядью нитей из синтетического волокна. Поверх скрученных жил накладывают общий экран из электропроводящей резины толщиной 3,0 мм и оболочку из резины типа РШ-1 толщиной 5,0 мм с допуском $\pm 20\%$. Номинальный внешний диаметр кабеля 89,3 мм, масса 12144 кг/км. Кабель поставляют длинами не менее 200 м. Допускается сдача длинами не менее 50 м в количестве не более 10% партии.

Параметры кабеля КВГВ. Изолированные и экранированные жилы испытывают переменным напряжением 20 кВ частоты 50 Гц в течение 15 мин или в воде после 1 ч выдержки. Изолированные вспомогательные жилы испытывают на АСИ переменным напряжением 6 кВ частоты 50 Гц. Основные жилы готового кабеля испытывают переменным напряжением 20 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин, а вспомогательные жилы напряжением 2 кВ в течение 5 мин. Электрическое сопротивление изоляции основных жил не менее $25 \cdot 10^6$ Ом·км. Электрическое сопротивление экранов кабелей не более 400 Ом.

Кабеля силовые гибкве с алюминиеаыми жвлами АКРПТ в АКРПТН предназначены для присоединения передвижных механизмов к электрическим сетям на переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц или постоянное напряжение до 1000 В. Кабели обеих марок имеют до трех основных жил, а двух- и трехжильные изготовляют также с жилой заземления (табл. 9.26).

Внешняя оболочка кабеля АКРПТН обладает маслобензостойкостью и сопротивлением распространению горения.

Токопроводящие жилы всех сечений, кроме 10 мм², соответствуют конструкции класса 4 (ГОСТ 22483-77); сечение 10 мм² — класса 3. Направление скрутки верхнего повива — левое, скрутка жилы сечением 10 мм² в одну сторону. Жилы изолируют резиной типа РТИ-2 толщиной по категории Ир-3 (ГОСТ 23286-78). Поверх скрученных с шагом не более $16D$ изолированных жил накладывают обмотку синтетической пленкой и резиновую оболочку, соответствующую категории Обр-1 (ГОСТ 23286-78). В кабеле АКРПТ применяют резину типа РШТ-2, а в АКРПТН — типа РШН-1. Основные жилы кабелей имеют отличительную расцветку или другой способ различия. Заземляющая жила имеет черный или желто-зеленый цвет.

Таблица 9.26. **Внешний диаметр кабелей АКРПТ и АКРПТН**

S, мм²	Внешний диаметр кабеля, мм					Сечение жил заземления, мм²
	Одна основная жила	Две основные жилы	Две основные жилы и жила заземления	Три основные жилы	Три основные жилы и жила заземления	
16	12,2	22,4	22,8	23,6	24,9	10
25	14,0	26,0	26,0	28,5	29,3	10
35	16,7	30,4	30,4	34,1	35,0	10
50	19,7	38,5	38,5	41,7	42,9	16
70	22,3	42,6	42,6	45,0	46,3	25
95	24,4	46,8	46,8	49,5	51,0	35

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 9.26 и 9.27. Допустимые отклонения от номинальной толщины изоляции -10%, оболочки -20%. Допустимые предельные отклонения от номинального внешнего диаметра кабелей $+10\%$. Кабели поставляют длинами 125 м. Допускается сдача длинами не менее 20 м в количестве не более 20% партии.

Изолированные жилы испытывают на АСИ в соответствии с категорией ЭИ-2 переменным напряжением. Допускается испытание по категории ЭИ-1 (ГОСТ 23286-78). В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением по категории ЭИ-3 без погружения в воду, а одиожильные кабели после 6 ч пребывания в воде. Кабели сечением 16—35 мм² выдерживают знакопеременные изгибы на угол $\pi/2$ рад на ролике диаметром 200 мм при растягивающей нагрузке 49 Н не менее 1000 циклов, а сечением 50—95 мм² на ролике диаметром 400 мм не менее 500 циклов.

Провод ШПЭП-УХЛ предназначен для присоединения электропил к сети переменного напряжения до 0,66 кВ частоты 400 Гц или постоянного напряжения 1 кВ. Провод изготовляют трехжильным сечением 2,5 и

Таблица 9.27. **Масса кабелей АКРПТ и АКРПТН**

S, мм²	Масса кабеля g, кг/км									
	Одна осиовиая жила		Две осиовиые жилы		Две основные жилы и жила заземления		Три осиовиые жилы		Три основные жилы и жила заземлеиия	
	АКРПТ	АКРПТН	АКРПТ	АКРПТН	АКРПТ	АКРПТН	АКРПТ	АКРПТН	АКРПТ	АКРПТН
16	183	195	590	642	635	685	778	841	760	812
25	247	261	807	874	809	870	986	1057	1056	1128
35	338	358	1077	1168	1096	1182	1371	1476	1460	1568
50	459	424	1680	1828	1709	1848	1986	2137	2122	2279
70	586	619	2062	2242	2103	2270	2329	2499	2499	2673
95	729	753	2542	2755	2584	2777	2903	3101	3104	3303

4 мм² с жилой заземления и вспомогательной жилой и эксплуатируют при температуре от −60 до +50 °С и относительной влажности (90±2)% при температуре 25 °С. Длительно допустимая температура нагрева жилы до 65 °С.

Токопроводящие жилы сечением 2,5 и 4 мм² изготовляют по конструкции класса 4 с резиновой изоляцией типа РТИ-2 толщиной 1,0 мм. Жилы должны быть светлых цветов, а заземляющая жила – черного цвета. Поверх скрученных изолированных жил накладывают резиновую оболочку типа РШМ-2 толщиной 2,0 мм. Допустимые отклоиения от номинальной толщины: изоляции −10%, оболочки −20%. Внешний диаметр провода 3 × 2,5 + 1 × 1,5 – 13,3 мм, а провода 3 × 4 + 1 × 2,5 – 15,1 мм. Массы соответственно 297 и 361 кг/км. Провода поставляют длиной не менее 100 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 35 м в количестве не более 10% партии.

Для предприятий, изготовляющих электропилы, провода поставляют длиной (1,2±0,1) или (1,5±0,1) м или кратной указанным длинам.

Изолированные жилы испытывают переменным напряжением 6 кВ на АСИ. В готовом виде провод испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Провод устойчив к воздействию смен температур от −60 до +65 °С.

РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

ПРОВОДА ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

10.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода силовые изолированные, изготовляемые с пластмассовой, резиновой и другими видами изоляции, предназначены для распределения электрической энергии в силовых и осветительных сетях при стационарной и нестационарной прокладке на открытом воздухе и внутри помещений, а провода некоторых марок при скрытой прокладке под штукатуркой. Эти провода используют также для питания электродвигателей, различной промышленной и лабораторной переносной аппаратуры и приборов.

Провода изготовляют на переменное напряжение 380, 660, 1100 В и более. По числу токопроводящих жил провода выпускают одно-, двух-, трех-, четырех- и многожильными.

Номенклатура проводов приведена в табл. 10.1, а их сортамент – в табл. 10.2.

10.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И МОНТАЖНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОВОДОВ

Токопроводящие жилы проводов изготовляют из медных, алюминиевых или алюмомедных проволок различных типов скрутки по ГОСТ 22483-77.

Провода изготовляют с изоляцией из резины на каучуковой или кремнийорганн-

Таблица 10.1. **Номенклатура проводов для электротехнических установок**

Марка (код ОКП)	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
	Провода с резиновой изоляцией		
ПРД (35 5354 1000)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, двухжильный	Прокладка в осветительных сетях сухих помещений	ТУ 16.505.904-76
ПРТО (35 5114 1100)	То же, но в оплетке, пропитанной противогнилостным составом, многожильный	Прокладка в несгораемых трубах	ГОСТ 20520-80
ПРГ-6000 (35 5114 2000)	То же, гибкий, высоковольтный	Монтаж электротехнических установок на переменное напряжение 6 кВ или постоянное напряжение 12 кВ	ТУ 16.505.439-73
АПРТО (35 5134 0400)	То же, но с алюминиевой жилой, многожильный	Прокладка в несгораемых трубах	ГОСТ 20520-80
ПРН (35 5114 0700)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке	Прокладка в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и на открытом воздухе	То же
АПРН (35 5134 0200)	То же, но с алюминиевой жилой	То же	« »
ПРГН (35 5114 0800)	То же, но с медной гибкой жилой	Прокладка в условиях гибкого монтажа и для соединения подвижных частей электрических машин на открытом воздухе	« »
ПРИ (35 5120 0000)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Прокладка в сухих и сырых помещениях	« »
ПРГИ (35 5120 0000)	То же, но с медной гибкой жилой	Прокладка в условиях гибкого монтажа и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях	« »
АПРИ (35 5120 0000)	То же, но с алюминиевой жилой	Прокладка в сухих и сырых помещениях	« »
АППР (35 5134 0600)	С алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, не распространяющей горение, с разделительным основанием, двух-, трех-, четырехжильный	Прокладка по деревянным основаниям и конструкциям жилых и производственных помещений, в том числе животноводческих и птицеводческих помещений	« »
ПРП (35 5114 1200)	С медной жилой, с резиновой изоляцией в оплетке из стальных оцинкованных проволок, многожильный	Монтаж стационарных установок в электрических сетях переменного напряжения до 660 В	ГОСТ 1843-78
ПРРП (35 5114 1400)	То же, в резиновой оболочке	То же	ГОСТ 20520-80
ПРФ (35 5114 2500)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в фальцованной оболочке из сплава АМЦ; одно-, двух-, трехжильный	« »	« »
АПРФ (35 5134 0800)	То же, с алюминиевой жилой, одно-, двух-, трехжильный	« »	« »
ПРФл (35 5114 2600)	То же, что марка ПРФ, но в латунной оболочке	« »	« »
АРТ (35 5133 0200)	С алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, с несущим тросом, одно-четырехжильный	Прокладка внутри помещений в сетях, где требуется повышенная механическая прочность	ГОСТ 14175-78
ПРВД (35 5354 1100)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в ПВХ оболочке, гибкий двухжильный	Неподвижная прокладка в осветительных сетях в сухих и сырых помещениях	ТУ 16.505.904-78
	Провода с пластмассовой изоляцией		
ПВ-1 (35 5113 0100)	С медной жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций, монтаж силовых и осветительных сетей	ГОСТ 6323-79
ПВ-2 (35 5113 0200)	То же, гибкий	Монтаж вторичных цепей, гибкий монтаж цепей, гибкий монтаж при скрытой и открытой прокладках	То же
ПВ-3 (35 5113 0300)	То же, повышенной гибкости	То же	« »

Продолжение табл. 10.1

Марка (код ОКП)	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
ПВ-4 (35 5113 2100)	То же, особо гибкий	Особо гибкий монтаж вторичных цепей при скрытой и открытой прокладках	ГОСТ 6323-79
АПВ (35 5133 0100)	С алюминиевой жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в трубах, пустотных каналах несгораемых конструкций и монтаж силовых и осветительных сетей	
АППВ (35 5333 0100)	То же, плоский, с разделительным основанием двух- и трехжильный	Монтаж силовых и осветительных сетей в машинах и станках и неподвижная открытая прокладка	То же
ППВ (35 5313 0100)	То же, но с медными жилами	Монтаж силовых и осветительных цепей в машинах и станках при открытой неподвижной прокладке	« »
АМПВ (35 5183 0100)	Алюмомедной жилой, с ПВХ изоляцией	Монтаж вторичных цепей, прокладка в трубах, пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и монтаж силовых и осветительных цепей в машинах и станках	ТУ 16.705.145-80
АМППВ (35 5383 0300)	То же, плоский с разделительным основанием	Неподвижная открытая прокладка силовых и осветительных цепей в машинах и станках	То же
ВПВ (35 5112 0900)	С медной жилой, с ПЭ изоляцией, в ПВХ оболочке для водопогружных электродвигателей	Присоединение к электрической сети водопогружных электродвигателей	ТУ 16.705.077-79
ВПП (35 5112 1000)	То же, в ПЭ оболочке	То же	То же
АВТ (35 5133 0200)	С алюминиевыми жилами, с ПВХ изоляцией, с несущим тросом	Наружная прокладка (для ввода в жилые дома и хозяйственные постройки) в сетях переменного напряжения 380 В в I и II районах гололедности	ГОСТ 14175-78
АВТУ (35 5133 0300)	То же, с усилением тросом	То же в III и IV районах гололедности	То же
АВТВ (35 5133 0400)	То же, что марка АВТ, для внутренней прокладки	Прокладка внутри помещений (в том числе животноводческих) в сетях переменного напряжения 380 В	« »
АВТВУ (35 5133 0500)	То же, с усилением тросом	То же, где требуется повышенная механическая прочность	« »
ПСВЛ (35 5113 0800)	С медной жилой, с ПВХ изоляцией, в хлопчатобумажной обмотке, лакированный	Стационарное соединение обмоток электрических приборов, аппаратов и машин	ТУ 16.505.660-74
ПСВЛУ (35 5113 0700)	То же, с утонением изоляцией	То же	То же
ПВ-Л (35 5113 0200)	С медной луженой жилой, с ПВХ изоляцией	Изготовление шинопроводов осветительных сетей переменным напряжением до 380 В	ТУ 16.505.362-72
СПП (35 7611 0600)	С медной жилой, с ПЭ изоляцией, сапериый, одио-, двухжильный	Передача импульсов постоянного напряжения до 1000 В или переменного напряжения до 380 В	ГОСТ 2190-77
	Провода с нагревостойкой изоляцией с медной жилой		
ПАЛ (35 5118 0200)	С асбестоплеиочной изоляцией, лакированный	Межприборный монтаж при температурах от −50 до +250 °С	ТУ 16.505.656-79
ПАЛО (35 5118 0400)	То же, облегченный	То же	То же
ПСАЛ (35 5118 0500)	То же, что марка ПАЛ, но со стеклоасбестовой изоляцией	То же, но до +200 °С	« »

Продолжение табл. 10.1

Марка (код ОКП)	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
ПРКА (35 5315 0200)	С изоляционно-защитной оболочкой из кремнийорганической резины повышенной твердости	Эксплуатация при окружающей температуре от −50 до +180 °С при фиксированном монтаже внутри осветительной арматуры, электроплит, жарочных шкафов и других бытовых электронагревательных приборов	ТУ 16.505.317-76
ПСУ-155 (35 5117 0100)	С изоляцией из эскапоновой стеклоткани и дельта-асбеста, подклеенного кремнийорганическим лаком и пропитанного водноэмульсионным лаком на основе кремнийорганического лака	Соединение выводов нагревательных электропечей и трубчатых электронагревательных элемеитов, выводов в электрических машинах, монтаж пускорегулирующей аппаратуры с рабочей температурой до 155 °С	ТУ 16.505.523-78
ПСУ-180 (35 5117 0200)	То же	То же с рабочей температурой до 180 °С	То же
	Провода с луженой жилой для выводов электродвигателей		
ПВВТ (35 5113 1800)	С ПВХ изоляцией, иагревостойкий	Работа при переменном напряжении до 380 В в условиях агрессивных сред, масел и дизельного топлива при температуре от −40 до +105 °С	ГОСТ 16036-79
ПВБЛ (35 5114 1500)	С изоляцией из резины на основе бутилкаучука, в оплетке из лавсановой нити	Работа при переменном напряжении 660 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел, при температуре от −40 до +105 °С	То же
ПВКВ (35 5115 0400)	С изоляцией и оболочкой из кремнийорганической резины	Работа при переменном иапряжении 380 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел, при температуре от −60 до +180 °С	« »
ПВКФ (35 5115 0500)	То же, но во фторсилоксановой оболочке	То же в условиях агрессивиых сред и смазочных масел, при температуре от −60 до +155 °С	« »
ПВКФ-6 (35 5115 1800)	То же, высоковольтный на 6 кВ	Выводные концы высоковольтных электродвигателей и трансформаторов работающих при переменном напряжении до 6 кВ и температуре от −60 до +180 °С	ТУ 16.505.565-74
ПВКФЭ-10 (35 5115 2000)	То же, на 10 кВ экранированный полупроводящей резиной	То же при перемеиом напряжении до 10 кВ	То же
ПВФС (35 5115 4540)	С изоляцией из вторсилоксановой резины	Для работы при переменном напряжении 660 В частоты до 400 Гц и 1140 В частоты до 60 Гц в условиях агрессивных сред, масел и дизельного топлива	ГОСТ 16036-79
РКГМ (35 5115 0100)	С изоляцией из кремнийорганической резины, в оплетке из стекловолокна, пропитаниой эмалью или нагревостойким лаком	Выводные концы электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 660 В частоты до 400 Гц при отсутствии воздействия агрессивных сред и масел	То же
РКГМПТ (35 5115 0200)	То же повышенной нагревостойкости	То же	« »
ПВПОК (35 5110 5000)	С ПЭТФ изоляцией, оплетенный лавсановой нитью	Выводные концы герметичных хладоновых электродвигателей, работающих при переменном иапряжении до 660 В и температуре от −40 до +105 °С	ТУ 16.505.802-81
ПВПФ (35 5111 0700)	С полиамидной пленочной изоляцией, в оплетке нитью фенилон	Выводные концы электродвигателей, работающих при переменном напряжеиии до 660 В, температуре от −60 до 180 °С	ТУ 16.705.079-79

Продолжение табл. 10.1

Марка (код ОКП)	Провод	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
ПВФР (35 5115 0100)	С изоляцией из ленточного фторопласта-4, в оболочке из нитрильной резины	Выводные концы электродвигателей серии ПЭД и электробуров, работающих в трансформаторном масле или водомасляной эмульсии при температуре от −40 до +130 °С при переменном напряжении до 2000 В	ТУ 16.505.521-73
ПВЭН (35 5114 2800)	С резиновой изоляцией на основе этиленпропиленового каучука	Выводные концы электродвигателей машин и аппаратов на переменное напряжение до 660 В частоты до 400 Гц или постоянное напряжение до 1000 В	ТУ 16.505.283-83
ПДПВ (35 5112 1100)	С двухслойной ПЭ изоляцией	Выводные концы погружных электродвигателей, работающих при переменном напряжении до 3 кВ в воде под давлением не выше $1{,}47 \cdot 10^7$ Па при температуре до 80 °С	ТУ 16.505.617-74
ПДПВМ (35 5112 1200)	То же, модериизированный	То же при температуре до 90 °С	То же
ПКФВТ (35 5115 1200)	С изоляцией из кремнийоргаиической резиины во фторсилоксановой оболочке	Выводные концы тяговых электродвигателей для присоединения к подвижным токоприемникам тепловозов	ТУ 16.705.289-83
ПКФМТ (35 5115 1300)	То же	Межкатушечные соеднпения тяговых электрических машин (монтаж с ограниченной подвижностью в тепловозах)	То же

Таблица 10.2. **Сортамент проводов для электротехнических установок**

Продолжение табл. 10.2

Марка	Число жил	S, мм², при напряжении, В	
		380	660
Провода с резиновой изоляцией			
АППР	2 и 4	–	2,5–10
	3	–	2,5
АПРИ и АПРН	1	–	2,5–120
ПРИ и ПРГИ	1	–	0,75–120
ПРН и ПРГН	1	–	1,5–120
ПРТО	1	–	0,75–120
	2 и 3	–	1,0–120
	7	–	1,5–10
	10 и 14	–	1,5 и 2,5
АПРТО	1,2 и 3	–	2,5–120
	7	–	2,5–10
	10 и 14	–	2,5
АПРФ	1,2 и 3	–	2,5–4
ПРФ и ПРФл	1,2 и 3	–	1,0–4
ПРП и ПРРП	1,2 и 3	–	1,0–95
	4, 6, 7, 8 и 10	–	4–10
	4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 19, 24 и 30	–	1,0–2,5
АРТ	2	2,5 и 4	2,5 и 4
	3	4 и 6	4 и 6
	4	4–35	4–35
ПРД	2	0,75–6	–
ПРВД	2	1,0–6	–
ПРГ-6000	1	–	–

Марка	Число жил	S, мм², при напряжении, В	
		380	660
Провода с пластмассовой изоляцией			
АВТ, АВТВ, АВТУ	2 и 3	2,5–4	–
АВТВУ	2 и 3	2,5–4	2,5 и 4
	4	–	2,5–16
АМПВ	1	1,0–10	1,5–10
АМППВ	2 и 3	1,5–6	–
АПВ	1	2,0–120	2,0–120
АПВУ	1	2,5–120	2,5–120
ПВ-1 и ПВ-3	1	0,5–95	0,5–95
ПВ-2	1	2,0–95	2,0–95
ПВ-4	1	0,5–10	0,5–10
АППВ	2 и 3	2,0–6	–
ППВ	2 и 3	0,75–4	–
ВПВ и ВПП	1	1,5–70	1,5–70
ПВ-Л	1	6	–
ПСВЛ и ПСВЛУ	1	0,75–6	0,75–6
СПП	1 и 2	0,5	–
Провода с нагревостойкой изоляцией			
ПАЛ, ПАЛО и ПСАЛ	1	–	0,75–50
ПСУ-155	1	1,5–95	2,5
ПСУ-180	1	1,0–16	2,5
ПРКА	1	0,5–2,5	0,5–2,5
Провода для выводов электродвигателей			
ПВБЛ	1	–	2,5–50
ПВВТ	1	0,75–10	–
ПВКВ, ПВКФ	1	0,75–95	0,75–120

Продолжение табл. 10.2

Марка	Число жил	S, мм², при напряжении, В	
		380	660
РКГМ, РКГМПТ	1	–	0,75 – 120
ПВПОК	1	–	1,0
ПВПФ	1	–	0,75 – 4
ПВФС	1	–	0,75 – 120
ПВЭп	1	–	0,75 – 120
ПКФМТ	1	–	1,0 – 300

Примечание. Одножильные провода ПСВЛ и ПСВЛУ сечением 0,75 – 6 мм² применяются на напряжение 1000 В и более; ПВФР сечением 6 – 25 мм² – на 2000 В; ПДПВ и ПВПВМ сечением 16 – 35 мм² – на 3000 В; ПРГ-6000 сечением 6 – 95 мм², ПВКФ-6 сечением 10 – 120 мм² – на 6000 В; ПВКФЭ-10 сечением 120 мм² – на 10 000 В; ПКФМТ сечением 10 – 300 мм² – на 1500 В.

ческой основе, ПВХ пластиката, ПЭ и его разных модификаций (самозатухающего и др.) или других нагревостойких материалов.

Провода с изоляцией из резины типов РТИ-1 и РТИ-2 допускают длительный нагрев токопроводящих жил до +65 °С, а провода с ПВХ и ПЭ (в том числе с изоляцией из самозатухающего ПЭ) до +70 °С. Провода нагревостойкостью до 85 °С изготовляют с резиновой изоляцией на основе этиленпропиленового каучука и бутилкаучука, а до 180 °С – с кремнийорганической или фторсилоксановой изоляцией. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции в большинстве случаев – 10 %.

Для защиты проводов с резиновой изоляцией от механических воздействий и действия света и влаги применяют оболочки из шланговых резин, ПВХ пластиката и из металлических лент с фальцованным швом. Применяют также оплетку хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнилостным составом или покрытой нитро- или этилцеллюлозным лаком; стеклопряжей, покрытой кремнийорганическим лаком, или стальной оцинкованной проволокой. Допустимое отклонение от номинальной толщины резиновой и пластмассовой оболочки – 20 %. Допустимое отклонение от расчетных диаметров проводов + 10 %.

Монтаж всех видов проводов допускается при температуре не ниже – 15 °С. Эксплуатационные показатели проводов приведены в табл. 10.3.

Преимущественные области применения некоторых проводов указаны в табл. 10.1.

Выводные провода выпускаются следующих классов нагревостойкости:

А – ПВБЛ, ПВВТ, ПВПОК, ПВФР;

Таблица 10.3. **Эксплуатационные показатели проводов дли электротехнических установок**

Марка	Классы гибкости жил	Температура окружающей среды, °С		Предельный радиус изгиба провода	Строительная длина, м		
		плюс	минус		нормальная	маломеры	% к партии
Провода с резиновой изоляцией							
ПРГИ, ПРГН	2, 3, 4	40	50	5 *D*	100	20	10
ПРТО, АПРТО, АПРИ, ПРИ, ПРН	1, 2	40	50	5 *D*	100	20	10
АПРФ, ПРФ, ПРФл	1	50	40	10 *D*	50	15	10
АПРН	1, 2	40	50	5 *D*	100	20	10
ПРП, ПРРП	2, 3, 4	50	40	10 *D*	50	15	10
ПРД, ПРВД	2, 4	50	40	10 *D*	100	20	10
ПРГ-6000	4	55	50	10 *D*	50	3	20
АРТ	1, 2	50	40	10 *D*	110	25	10
Провода с пластмассовой изоляцией							
АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ	1, 2	50	40	–	110	25	10
АМПВ, АМППВ	1, 2, 3	40	50	–	100	20	20
АПВ, АППВ	1, 2	40	50	10 *D*	100	20	20
ВПВ, ВПП	2, 3	50	40	–	70 – 600	7	7
ПВ-1	1, 2	40	50	10 *D*	100	20	10
ПВ-2	2, 3	40	50	5 *D*	100	20	10
ПВ-3	2, 3, 4	40	50	5 *D*	100	20	10
ПВ-4	4, 5	40	50	5 *D*	100	5	10
ПВ-Л	1	50	40	–	50	10	20
ВПВ	1, 2	40	50	10 *D*	100	20	10
ПСВЛ	2, 3, 4	70	40	–	15	8	25
ПСВЛУ	2, 3, 4	70	40	–	100	25	30
СПП	4	60	50	–	1ж – 200 – 1300	200	5
					2ж – 520 ± 20	200	5

Продолжение табл. 10.3

Марка	Классы гибкости жил	Температура окружающей среды, °С		Предельный радиус изгиба провода	Строительная длина, м		
		плюс	минус		нормальная	маломеры	% к партии
Провода с нагревостойкой изоляцией							
ПАЛ, ПАЛО, ПСАЛ	4, 5	200	50	(6–15)/*D*	10	1,5	15
ПСУ-155	1, 2, 4	155	60	(8, 10) *D*	15	По соглашению	
ПСУ-180	1, 4	180	60	(8, 10 *D*	15	То же	
ПРКА	2, 4	180	50	10 *D*	20	5	10
Провода для выводов электродвигателей							
ПВБЛ	4	105	40	–	50	1,5	25
ПВВТ	4	105	40	–	50, 100	20	25
ПВКВ	4, 5	180	60	–	50, 100	20	25
ПВКФ	4, 5	155	60	–	50, 100	3,5	25
ПВКФ-6, ПВКФЭ-10	2, 3	155, 180	60	5 *D*	15	3	15
ПВПОК	4, 5	105	50	–	100	20	20
ПВПФ	5	180	60	2 *D*	50	5	20
ПВФР	4	130	40	–	20	По соглашению	
ПВФС	4	180	60	–	50, 100	20	25
ПВЭп	3, 4	105	40	–	50	1,5	25
ПДВП, ПДВМ	1	90	40	10 *D*	10	По соглашению	
ПДПВ, ПДПВМ	3, 4	90	40	–	10	То же	
ПКФВТ	5	80	60	5 *D*	50	5	20
ПКФМТ	3	80	60	5 *D*	50	5	20
РКГМ	4	180	60	–	50, 100	20	25
РКГМПТ	4	200	60	–	50, 100	20	25

F – ПВКФ, ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПДПВ, ПДПВМ;

Н – ПВКВ, РКГМ, ПВПФ, ПКФВТ, ПКФМТ, ПВКФ-6, ПВКФ-10, ПВКФ, ПВКФЭ-10;

С – РКГМПТ.

Нагревостойкость проводов ПДПВ, ПДПВМ, ПВЭп 80–90 °С.

10.3. ПРОВОДА С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода с резиновой изоляцией для электротехнических установок отличаются токопроводящими жилами (алюминиевые или медные), видом изоляции, степенью гибкости проводов, материалом оболочек или защитных покрытий (резиновая или пластмассовая оболочка, оплетка пряжей или проволоками, металлическая оболочка).

Таблица 10.4. **Соотношение сечений основных жил и жил заземления проводов для электротехнических установок**

Сечение жил, мм²		Сечение жил, мм²		Сечение жил, мм²	
основных	заземления	основных	заземления	основных	заземления
0,75	0,75	6,0	4	50	16
1,0	1,0	10	6	70	25
1,5	1,0	16	6	95	35
2,5	1,5	25	10	120	35
4,0	2,5	35	10	150	50

В табл. 10.4 приведено соотношение сечений основных и заземляющих жил. Трехжильные провода ПРТО (рис. 10.1) и АПРТО могут иметь заземляющую или нулевую жилу. Данные о толщинах резиновой изоляции и оболочек указаны в табл. 10.5. Предельно допустимое отклонение от толщины изоляции – 10 %, оболочки – 20 %.

Несущий трос провода АРТ сечением от 2 × 2,5 до 4 × 6 мм² состоит из 19 стальных проволок диаметром 0,5 мм, а сечением от 4 × 10 до 4 × 35 мм² – из 49 проволок диаметром 0,5 мм. На скрученные тросы накладывают резиновую изоляцию. Разрывное усилие – соответственно 6 и 12 кН. Изолированные жилы скручивают вокруг троса с шагом от 10 до 12 *D* в правом направлении.

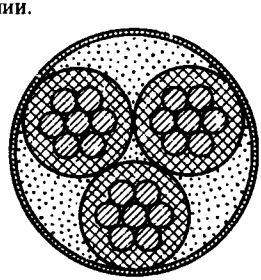


Рис. 10.1. Схема провода марки ПРТО

Таблица 10.5. **Толщина изоляции и оболочки проводов для электротехнических установок**

S, мм²	Толщина изоляции проводов, мм										Толщина оболочки, мм, ПРН, АПРН, ПРГН
	ПРП, ПРТО, АПРТО	ПРИ, АПРИ, ПРГИ	ПРН, АПРН, ПРГН	АППР	ПРРП, АПРФ, ПРФ, ПРФл	ПВБЛ, ПВКФ, ПВКВ 380 В	ПВБЛ, ПВКФ, ПВКВ 660 В	РКГМ, РКГМПТ	АРТ	ПРВД, ПРД	ПРГ-6000	
0,75	1,0	1,2	–	–	1,0	0,6	1,0	0,8	–	0,6	–	–
1,0	1,0	1,2	–	–	1,0	0,6	1,0	0,8	–	0,6	–	0,4
1,5	1,0	1,2	0,8	–	1,0	0,6	1,0	0,8	1,2	0,6	–	0,4
2,5	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	0,9	1,2	0,6	–	0,4
4	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2	0,6	–	0,4
6	1,0	1,2	0,8	1,6	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2	0,6	3,2	0,4
10	1,2	1,4	1,0	1,8	1,2	1,0	1,2	1,2	2,0	–	3,4	0,4
16	1,2	1,4	1,0	–	1,2	1,0	1,2	1,2	2,0	–	3,4	0,4
25	1,4	1,7	1,2	–	1,4	1,2	1,4	1,4	2,0	–	3,6	0,5
35	1,4	1,7	1,2	–	1,4	1,2	1,4	1,4	2,0	–	3,6	0,5
50	1,6	2,0	1,4	–	1,6	1,4	1,6	1,6	–	–	3,8	0,6
70	1,6	2,0	1,4	–	1,6	1,4	1,6	1,6	–	–	3,8	0,6
95	1,8	2,2	1,5	–	1,8	1,6	1,8	1,8	–	–	3,8	0,7
120	1,8	2,2	1,5	–	1,8	–	1,8	1,8	–	–	–	0,7

На изолированные резиной жилы провода ПРД (рис. 10.2) накладывают оплетку крученой хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 96 %, а на жилы провода ПРВД (рис. 10.3) сечением до 2,5 мм² – оболочку из ПВХ пластиката любого цвета толщиной 0,2 мм, а для остальных сечений толщиной 0,25 мм. Жилы провода ПРД и ПРВД скручивают между собой в пару с шагом не более 10 D

Провод АППР имеет разделительное основание, размеры которого приведены ниже:

Число жил и сечение, мм²	2×2,5	2×4	2×6	2×10	3×2,5
Ширина и толщина, мм	4×1,2	4×1,2	5×1,4	5×1,6	4×1,2

Поверх токопроводящей жилы провода ПРГ-6000 (рис. 10.4) допускается наложение ПЭТФ пленки. Жилу изолируют резиной типа РТИ-1, причем допускается обмотка ее лентой из прорезиненной ткани или пленкой из синтетического материала. На изолированные жилы накладывают оплетку из хлопчатобумажной пряжи плотностью не менее 70 % и пропитывают противогнилостным составом.

Жилы проводов ПРП и ПРРП скручивают с шагом не более 16D, жилы остальных проводов укладывают параллельно. На скрученные или параллельно уложенные жилы провода ПРП (рис. 10.5) последовательно накладывают: две прорезиненные ленты и оплетку стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,3 мм; в проводе ПРРП (рис. 10.6) – резиновую оболочку, про-

Рис. 10.2. Провод с резиновой изоляцией марки ПРД

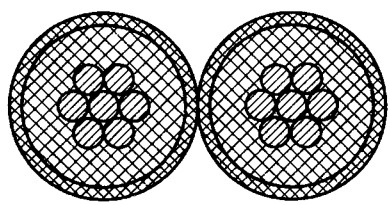


Рис. 10.3. Схема провода марки ПРВД

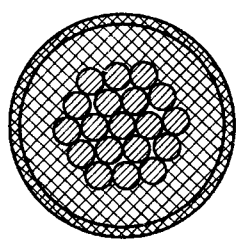


Рис. 10.4. Схема провода марки ПРГ-6000

резиненную тканевую ленту и оплетку стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,3 мм.

Допускается: в одножильных проводах ПРП дополнительное наложение обмотки одной прорезиненной тканевой лентой с пе-

Рис. 10.5. Провод марки ПРП с резиновой изоляцией

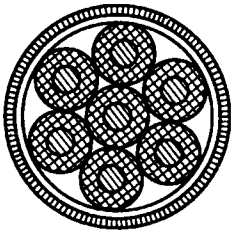


Рис. 10.6. Схема провода марки ПРРП

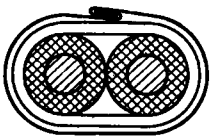


Рис. 10.7. Схема провода марки АПРФ

Рис. 10.8. Провод с резиновой изоляцией марки ПРГН

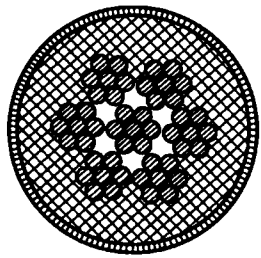


Рис. 10.9. Схема провода марки ПРГН

рекрытием не менее 50%; в проводах ПРРП по скрученным жилам дополнительное наложение лент ПЭТФ или другой равноценной пленки или обмотки прорезиненной тканевой лентой или хлопчатобумажной пряжей; наложение оплетки стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,3 мм поверх резиновой оболочки; применение лент из ПЭТФ или другой равноценной пленки взамен прорезиненной тканевой ленты; в проводах

Таблица 10.6. **Внешний диаметр и масса проводов ПРП**

S, мм²	Число жил														
	1	2	2 + 1	3	3 + 1	4	5	6	7	8	10	14	19	24	30
							D, *мм*								
1	5,8	9,1	—	9,6	—	10,5	11,4	12,4	12,4	13,4	15,7	17,0	19,0	22,3	23,6
1,5	6,1	9,7	10,2	10,2	11,2	11,2	12,2	13,3	13,3	14,4	16,9	18,4	20,5	24,1	25,6
2,5	6,6	10,7	11,3	11,3	12,4	12,4	13,6	14,8	14,8	16,0	18,9	20,5	23,0	27,1	28,8
4	7,1	11,7	12,4	12,4	13,6	13,6	—	16,3	16,3	17,7	20,9	—	—	—	—
6	7,7	12,9	13,7	13,7	15,0	15,0	—	18,1	18,1	19,7	23,3	—	—	—	—
10	8,9	15,3	16,3	16,3	17,9	17,9	—	21,7	21,7	23,7	28,1	—	—	—	—
16	10,7	18,9	18,9	20,1	20,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	13,0	23,5	23,5	25,1	25,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	14,0	25,5	25,5	27,3	28,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	15,9	29,3	29,3	31,3	32,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	19,3	36,1	36,1	38,7	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	21,1	39,7	39,7	42,5	44,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							g, кг/км								
1	74	124	—	156	—	186	218	252	272	304	377	480	616	755	903
1,5	78,7	145	175	181	214	220	258	299	327	362	453	602	754	934	1127
2,5	103	189	220	234	277	287	341	402	442	501	620	805	1048	1308	1583
4	121	227	276	293	346	362	—	509	569	646	795	—	—	—	—
6	148	287	351	376	461	485	—	684	761	864	1070	—	—	—	—
10	215	432	516	591	690	753	—	1070	1212	1346	1711	—	—	—	—
16	298	585	669	799	888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	433	877	1012	1210	1367	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	541	1091	1223	1526	1673	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	704	1435	1636	2025	2235	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	966	1953	2279	2710	3116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	1266	2579	3002	3729	4162	—	—	—	—	—		—	—	—	—

Таблица 10.7. **Внешний диаметр и масса проводов ПРРП**

S, мм²	Число жил														
	1	2	2 + 1	3	3 + 1	4	5	6	7	8	10	14	19	24	30
							D, *мм*								
1	7,6	11,4	—	12,0	—	12,8	13,8	14,8	14,8	16,4	18,7	20,0	22,4	25,7	27,6
1,5	7,9	12,1	12,6	12,6	13,6	13,6	14,6	16,3	16,3	17,4	19,9	21,8	23,9	28,1	29,6
2,5	8,4	13,1	13,7	13,7	14,8	14,8	16,6	17,8	17,8	19,0	22,3	23,9	27,0	31,1	33,2
4	8,9	14,1	14,8	14,8	16,6	16,6	—	19,3	19,3	21,1	24,3	—	—	—	—
6	9,5	15,9	16,7	16,7	18,0	18,0	—	21,5	21,5	23,1	27,3	—	—	—	—
10	11,3	18,3	19,3	19,3	21,3	21,3	—	25,1	25,1	27,6	32,5	—	—	—	—
16	13,1	22,3	22,3	23,5	24,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	16	27,5	27,5	29,1	29,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	17	29,5	29,5	31,3	32,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	18,9	33,7	33,7	35,7	36,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	22,7	40,5	40,5	43,1	44,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	24,5	44,1	44,1	46,9	48,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							g, *кг/км*								
1	106	216	—	239	—	273	309	361	374	433	549	647	802	1009	1181
1,5	115	241	267	272	309	314	365	440	459	508	644	778	961	1213	1427
2,5	137	293	326	335	392	398	485	558	593	681	848	1036	1316	1613	1910
4	158	346	408	412	506	513	—	671	729	827	1010	—	—	—	—
6	194	471	534	550	656	670	—	872	1026	1077	1358	—	—	—	—
10	292	680	741	832	928	1003	—	1362	1502	1646	2083	—	—	—	—
16	365	885	935	1084	1155	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	548	1344	1426	1646	1763	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	657	1627	1705	2019	2158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	840	2127	2245	2651	2844	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	1133	2925	3113	3658	3945	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	1411	3741	3988	4727	5078	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 10.8. **Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изоляцией АПРФ, ПРФ и ПРФл**

$n \times S$, мм²	АПРФ		ПРФ		ПРФл	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
1 × 1,0	—	—	4,3	40	4,2	64,6
2 × 1,0	—	—	7,5	75,1	7,4	113
2 × 2,0 + 1 × 1,0	—	—	7,9	96,0	7,8	137
3 × 1,0	—	—	7,9	96,0	7,8	137
3 × 1,0 + 1 × 1,0	—	—	8,7	118,0	8,6	159
1 × 1,5	—	—	4,6	45,3	4,5	70,3
2 × 1,5	—	—	7,9	88	7,8	131
2 × 1,5 + 1 × 1,0	—	—	8,5	108	8,3	149
3 × 1,5	—	—	8,5	131	8,4	154
3 × 1,5 + 1 × 1,0	—	—	9,3	113	9,2	180
1 × 2,5	5,0	43	5,0	138	4,9	85,6
2 × 2,5	8,7	81,5	8,7	58	8,6	153
2 × 2,5 + 1 × 1,5	—	103	9,3	112	9,2	181
2 × 2,5 + 1 × 2,5	9,3	—	—	137	—	—
3 × 2,5	9,3	103	9,3	148	9,2	192
3 × 2,5 + 1 × 1,5	—	129	10,3	178	10,2	227
3 × 2,5 + 1 × 2,5	10,5	129	—	—	—	—
1 × 4,0	5,4	51	5,4	75,3	5,3	104
2 × 4,0	9,7	99,2	9,7	148	9,6	194
2 × 4,0 + 1 × 2,5	10,3	120	10,3	184	10,2	239
3 × 4,0	10,3	127	10,3	200	10,2	249
3 × 4,0 + 1 × 2,5	11,4	153	11,4	241	11,3	294

АПРФ, ПРФ и ПРФл (рис. 10.7) — замена ПЭТФ пленки другой равноценной пленкой или прорезиненной тканевой лентой, в проводах всех марок — заполнение резиновыми жгутами или кабельной пряжей. Ленты накладывают с перекрытием не менее 20%, плотность оплетки не менее 80%.

В проводах всех марок, выпускаемых по ГОСТ 20520-80, допускаются токопроводящие жилы с числом проволок, превышающим стандартное. Скрутка проволок в жилах производится в противоположные стороны, но допускается и скрутка в одну сторону.

В проводах ПРГН и ПРГИ (рис. 10.8, 10.9) сечением свыше 16 мм² при наложе-

Таблица 10.9. **Внешний диаметр проводов с резиновой изоляцией ПРТО, АПРТО и АРТ**

S, мм²	ПРТО и АПРТО								АРТ		
	Число жил										
	1	2	3	3 + 1	4	7	10	14	2	3	4
0,75	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	3,8	7,5	7,9	9,0	—	—	—	—	—	—	—
1,5	4,1	8,0	8,8	9,6	9,6	11,6	15,0	16,4	—	—	—
2,5	4,5	9,0	9,6	10,6	10,6	12,8	16,5	18,6	9,0	—	—
4,0	5,0	10,0	10,6	11,7	11,7	14,2	—	—	10,1	11,3	12,7
6,0	5,5	11,0	11,7	12,9	12,9	15,7	—	—	—	12,5	14,0
10,0	6,7	13,4	14,3	15,8	15,8	19,9	—	—	—	—	20,5
16,0	8,4	17,7	18,9	21,0	—	—	—	—	—	—	24,6
25,0	10,1	21,1	22,5	25,1	—	—	—	—	—	—	28,1
35,0	11,3	23,4	25,0	27,8	—	—	—	—	—	—	31,3
50,0	13,2	27,5	29,5	32,9	—	—	—	—	—	—	—
70,0	14,8	30,7	32,9	36,7	—	—	—	—	—	—	—
95,0	17,1	35,3	37,9	42,3	—	—	—	—	—	—	—
120,0	19,3	38,9	41,6	46,4	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 10.10. **Внешние размеры, мм, проводов с резиновой изолицией ПРН, ПРИ, ПРГН, ПРГИ, АПРН, АПРИ и АППР**

S, мм²	ПРН, ПРИ	ПРГН, ПРГИ	АПРН, АПРИ	АППР		
				двухжильные	трехжильные	четырехжильные
0,75	3,4	3,5	—	—	—	—
1,0	3,5	3,6	—	—	—	—
1,5	3,8	3,9	—	—	—	—
2,5	4,2	4,4	4,2	5 × 14,0	5 × 19,0	12,1
4,0	4,7	5,0	4,7	5,6 × 15,2	—	13,5
6,0	5,2	5,6	5,2	6,0 × 17,0	—	14,5
10,0	6,4	6,8	6,4	7,2 × 19,4	—	17,3
16,0	7,9	8,6	7,9	—	—	—
25,0	9,8	11,9	9,8	—	—	—
35,0	11,0	12,1	11,0	—	—	—
50,0	12,9	14,8	13,1	—	—	—
70,0	14,7	16,6	14,7	—	—	—
95,0	17,0	19,2	17,0	—	—	—
120,0	18,6	21,4	18,7	—	—	—

нии изоляции на АНВ между токопроводящей жилой и изоляцией накладывают сепаратор из ПЭТФ или другой равноценной синтетической пленки. В проводах остальных марок прокладка сепаратора допускается. В параллельно уложенных двух- и трехжильных проводах АППР имеется разделительное основание для крепления проводов (размеры указаны в табл. 10.5). Изолированные жилы четырехжильных проводов скручивают с шагом не более 13 D.

Изолированные жилы проводов ПРТО и АПРТО скручивают с шагом не более 20 D и обматывают или продольно накладывают ПЭТФ или другую равноценную синтетическую пленку. В многожильных (свыше четырех) проводах в каждом повиве две смежные жилы имеют расцветку, отличающуюся друг от друга и от расцветки

Таблица 10.11. **Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изолицией ПРД, ПРВД и ПРГ-6000**

S, мм²	ПРД		ПРВД		ПРГ-6000	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	6,0	32,4	—	—	—	—
1,0	6,4	39,0	5,8	21,1	—	—
1,5	7,0	50,4	6,5	27,7	—	—
2,5	8,0	74,5	7,5	41,1	—	—
4,0	9,0	108	8,8	59,4	—	—
6	10,2	153	10,0	81,9	11,9	224
10	—	—	—	—	12,9	247
16	—	—	—	—	14,8	336
25	—	—	—	—	17,4	489
35	—	—	—	—	18,5	597
50	—	—	—	—	20,6	770
70	—	—	—	—	25,0	1056
95	—	—	—	—	31,1	1355

остальных жил, или нумерацию. Заземляющие жилы имеют зелено-желтую расцветку. Поверх изолированной жилы в одножильных проводах и поверх обмотки в многожильных проводах ПРТО и АПРТО накладывают оплетку или два слоя обмотки хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 70% в противоположные стороны и пропитывают противогнилостным составом.

Внешний диаметр и масса проводов с резиновой изоляцией приведены в табл. 10.6—10.11. Допустимые отклонения внешнего диаметра +10%.

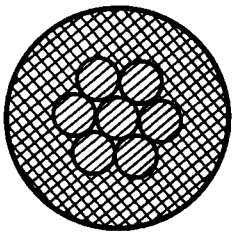


Рис. 10.10. Схема провода марки ПВ-1

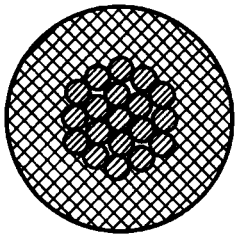


Рис. 10.11. Схема провода марки ПВ-3

10.4. ПРОВОДА С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Большинство силовых проводов с пластмассовой изоляцией изготовляют без оболочки и защитных покрытий, так как пластмассовая изоляция не нуждается в защите от действия света, влаги и устойчива к легким механическим воздействиям (рис. 10.10, 10.11). В двух- и трехжильных проводах с пластмассовой изоляцией общего назначения жилы укладывают параллельно в одной плоскости. Изоляцию накладывают так, чтобы между двумя жилами образовалось разделительное основание шириной 5 мм и толщиной 0,65 мм, предназначениое для крепления провода к стенам и потолкам с помощью гвоздей. В трехжильных проводах две жилы примыкают друг к другу, а между второй и третьей жилами имеется разделительное основание.

Провода с пластмассовой изоляцией отличаются друг от друга видами и типами токопроводящих жил, а также видами пласт-

Таблица 10.12. **Толщиина изоляции и оболочки проводов силовых с пластмассовой и нагревостойкой изоляцией, мм**

S, мм²	АПВ, ПВ-1, ПВ-Л		С пластмассовой изоляцией								
	$U_{ном}$, В		ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, АППВ		АВТ, АВТУ	АВТВ, АВТВУ	ПСВЛ				ПСВЛУ
			$U_{ном}$, В				$U_{ном}$, В				
	380	660	380	660			220	380	660	1100	
0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	—
0,75	0,6	0,7	0,6	0,8	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4
1,0	0,6	0,7	0,7	0,8	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4
1,5	0,6	0,7	0,7	0,8	—	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4
2,5	0,7	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7	0,6	0,8	0,9	1,0	0,4
4	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	0,5
6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	0,5
10	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	—	—	—	—	—
16	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	—	—	—	—	—
25	1,1	1,2	1,2	1,4	—	—	—	—	—	—	—
35	1,1	1,2	1,2	1,4	—	—	—	—	—	—	—
50	1,3	1,4	1,4	1,6	—	—	—	—	—	—	—
70	1,3	1,4	1,4	1,6	—	—	—	—	—	—	—
95	1,5	1,6	1,6	1,8	—	—	—	—	—	—	—
120	1,5	1,6	1,6	1,8	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Провод СПП имеет одно сечение 0,5 мм², толщиина изоляции 0,65 мм.

Продолжение табл. 10.12

ВПВ, ВПП		АМПВ		АМППВ	С нагревостойкой изоляцией							
					ПСУ-155		ПСУ-180		ПАЛ	ПАЛО	ПРКА	
$U_{ном}$, В		$U_{ном}$, В			$U_{ном}$, В		$U_{ном}$, В				$U_{ном}$, В	
380	660	380	660		380	660	380	660			380	660
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	0,62	0,6	1,0
—	—	0,7	0,8	—	—	—	0,85	—	0,9	0,62	0,6	1,0
0,6	0,7	0,7	1,0	0,7	0,76	—	0,85	—	1,02	0,62	0,6	1,0
0,6	0,7	0,7	1,0	0,7	0,76	0,93	0,85	1,15	1,02	0,62	0,8	1,0
0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,76	—	0,85	—	1,02	0,62	—	—
0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,76	—	0,85	—	1,02	0,62	—	—
0,8	1,0	1,0	1,2	1,0	0,76	—	0,85	—	1,12	0,62	—	—
0,8	1,0	—	—	—	0,76	—	0,85	—	1,12	0,62	—	—
1,0	1,2	—	—	—	0,76	—	—	—	1,12	0,62	—	—
1,0	1,2	—	—	—	0,76	—	—	—	1,61	0,86	—	—
1,2	1,4	—	—	—	0,76	—	—	—	1,61	0,86	—	—
1,2	1,4	—	—	—	0,76	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,76	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,76	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 10.13. **Внешний диаметр, мм, проводов АПВ, АПВУ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4**

S, мм²	АПВ и ПВ-1		АПВУ		ПВ-2		ПВ-3		ПВ-4	
	$U_{ном}$, В									
	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660
0,5	2,0	2,2	—	—	—	—	2,1	2,5	2,1	2,5
0,75	2,2	2,4	—	—	—	—	2,3	2,7	2,4	2,8
1,0	2,3	2,5	—	—	—	—	2,6	2,8	2,7	2,9
1,2	2,5	2,7	—	—	—	—	2,8	3,0	3,0	3,6
1,5	2,6	3,0	—	—	—	—	3,0	3,6	3,8	4,4
2,0	2,8	3,2	3,0	3,6	3,2	3,8	3,3	3,9	4,5	4,9
2,5	3,0	3,4	3,4	3,8	3,4	4,0	3,5	4,1	5,6	6,0
3,0	3,3	3,5	3,5	3,9	3,9	4,3	3,9	4,3	6,5	6,9
4,0	3,7	3,9	3,9	4,3	4,2	4,6	4,2	4,6	—	—
5,0	3,9	4,1	4,1	4,5	4,5	4,9	4,5	4,9	—	—
6,0	4,2	4,4	4,4	4,8	4,7	5,1	4,8	5,2	—	—
8,0	5,0	5,2	5,2	5,6	5,6	6,0	5,6	6,0	—	—
10,0	5,4	5,6	5,6	6,0	6,1	6,5	6,0	6,4	—	—
16,0	6,9	7,1	7,1	7,5	7,2	7,6	7,8	8,2	—	—
25,0	8,6	8,8	8,8	9,2	9,2	9,6	10,1	10,5	—	—
35,0	9,8	10,0	10,0	10,4	10,1	10,5	11,1	11,5	—	—
50,0	11,5	11,7	11,7	12,1	11,9	12,3	13,0	13,4	—	—
70,0	13,3	13,5	13,5	13,9	13,5	13,9	15,4	15,8	—	—
95,0	15,6	15,8	15,8	16,2	15,7	16,1	18,2	18,6	—	—
120,0	17,1	17,3	17,3	17,7	—	—	—	—	—	—

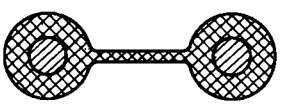


Рис. 10.12. Схема провода марки АППВ

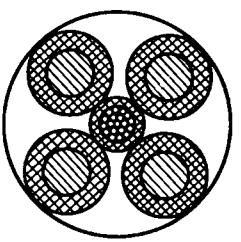


Рис. 10.13. Схема провода марки АВТ

Таблица 10.14. **Масса, кг/км, проводов АПВ, АПВУ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4**

S, мм²	АПВ		АПВУ		ПВ-1		ПВ-2		ПВ-3		ПВ-4	
	$U_{ном}$, В											
	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660	380	660
0,50	–	–	–	–	8,0	9,8	–	–	8,6	10,7	8,7	10,8
0,75	–	–	–	–	10,4	12,4	–	–	11,5	13,8	11,9	14,0
1,0	–	–	–	–	13,2	15,3	–	–	14,0	15,3	15,3	16,7
1,2	–	–	–	–	15,5	17,7	–	–	16,4	17,7	–	–
1,5	–	–	–	–	18,0	20,5	–	–	19,5	23,2	21,6	25,5
2,0	10,9	13,4	11,8	15,2	23,3	25,8	25,9	30,5	26,7	31,2	–	–
2,5	12,4	16,0	14,7	18,2	27,8	30,0	31,0	35,8	30,4	35,0	32,5	36,3
3,0	15,8	20,3	17,8	22,5	34,2	38,5	40,9	45,3	38,8	42,7	–	–
4,0	19,1	23,6	20,7	24,2	43,5	48,8	48,3	52,6	46,7	50,8	50,9	54,8
5,0	22,7	27,9	25,4	29,1	53,3	58,5	60,5	65,7	59,8	64,2	–	–
6,0	25,7	31,3	27,5	31,8	61,0	68,8	68,4	73,1	71,9	75,9	73,8	77,9
8,0	37,0	39,1	38,1	42,4	86,8	88,9	92,9	99,5	95,0	100,5	–	–
10,0	43,7	48,3	45,6	50,7	105,6	107,8	114,2	120,0	118,6	124,8	122,3	127,1
16,0	69,0	75,3	72,3	79,1	169,3	179,8	175,0	182,0	174,6	182,0	–	–
25,0	107,9	113,3	111,0	120,0	266,7	279,0	290,4	299,0	264,0	274,0	–	–
35,0	140,6	148,0	144,0	155,0	360,6	375,0	365,6	375,0	370,6	281,1	–	–
50,0	192,1	202,1	204,0	209,0	490,1	507,0	519,8	532,0	546,9	561,1	–	–
70,0	261,0	272,2	269,0	280,0	692,0	711,1	696,0	707,0	710,9	726,1	–	–
95,0	359,0	370,0	364,0	381,0	957,0	979,4	938,3	953,0	875,7	993,0	–	–
120,0	439,2	450,6	440,0	464,0	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 10.15. **Внешние размеры и масса проводов ППВ и АППВ**

$n \times S$, мм²	Внешние размеры, мм		Масса, кг/км	
	Толщина	Ширина	ППВ	АППВ
2×0,75	2,2	5,4	21,9	–
2×1,0	2,5	6,1	29,5	–
2×1,2	2,7	6,3	34,3	–
2×1,5	2,8	6,6	39,8	–
2×2,0	3,0	7,0	50,3	25,2
2×2,5	3,2	7,4	59,9	29,3
2×3,0	3,6	8,1	72,7	34,8
2×4,0	3,9	8,7	92,4	43,2
2×5,0	4,1	9,2	111,5	49,2
2×6,0	4,4	9,7	–	57,5

Продолжение табл. 10.15

$n \times S$, мм²	Внешние размеры, мм		Масса, кг/км	
	Толщина	Ширина	ППВ	АППВ
3×0,75	2,2	8,5	33,2	–
3×1,0	2,5	9,6	44,6	–
3×1,2	2,7	10,0	51,1	–
3×1,5	2,8	10,4	60,0	–
3×2,0	3,0	11,0	75,0	37,6
3×2,5	3,2	11,7	90,1	43,9
3×3,0	3,6	12,7	105,6	50,2
3×4,0	3,9	13,6	138,9	65,0
3×5,0	4,1	14,4	166,7	74,8
3×6,0	4,4	15,1	–	86,6

Таблица 10.16. **Внешний диаметр и масса проводов с пластмассовой изоляцией**

S, мм²	ПСВЛУ		ПСВЛ								СПП	
	D, мм	g, кг/км	D, мм				g, кг/км				D, мм	g, кг/км
	Номинальное напряжение, В											
	127		220	380	660	1100	220	380	660	1100	380	
0,5	2,9	12	3,4	3,6	3,8	4,0	11	12	13	15	2,3	8
0,75	3,1	14	3,6	3,8	4,1	4,3	14	15	17	18	4,6	16,5*
1,0	3,4	20	3,8	4,0	4,2	4,4	17	18	19	21	–	–
1,5	4,0	32	4,1	4,3	4,5	4,8	22	24	26	27	–	–
2,5	4,5	47	5,1	5,6	5,8	6,1	37	41	43	46	–	–
4	5,2	70	5,7	6,2	6,4	6,6	52	56	58	61	–	–
6	–	–	7,0	7,4	7,6	8,0	76	80	83	85	–	–

* Двухжильный сечением 0,5 мм².

Таблица 10.17. **Внешний диаметр и масса проводов с пластмассовой изоляцией ВПВ и ВПП**

S, мм²	D, мм		g, кг/км			
	ВПВ, ВПП		ВПВ		ВПП	
	$U_{ном}$, В					
	380	660	380	660	380	660
1,2	5,43	5,65	32,8	34,6	27,2	28,7
1,5	5,61	5,83	36,3	38,2	30,5	32,0
2,0	5,88	6,10	43,8	45,8	37,5	39,2
2,5	6,12	6,34	50,3	52,4	43,0	44,8
3,0	6,61	6,83	61,4	63,3	54,1	55,6
4,0	6,89	7,11	70,3	72,8	61,9	63,9
5,0	7,21	7,31	83,2	85,1	74,9	76,6
6,0	7,48	7,70	92,5	95,1	83,2	85,3
8,0	8,12	8,56	114,0	117,0	105,0	107,0

Продолжение табл. 10.17

S, мм²	D, мм		g, кг/км			
	ВПВ, ВПП		ВПВ		ВПП	
	$U_{ном}$, В					
	380	660	380	660	380	660
10,0	8,63	9,26	139,0	155,0	128,0	141,0
16,0	10,4	10,8	213,0	220,0	196,0	203,0
25,0	12,5	12,9	339,0	347,0	318,0	325,0
35,0	13,4	13,8	417,0	426,0	394,0	403,0
50,0	15,1	15,5	551,0	562,0	525,0	535,0
70,0	16,9	17,3	761,0	774,0	731,0	743,0
25*	–	–	316,0	324,0	297,0	305,0
35*	–	–	415,0	424,0	393,0	402,0

* Провода с семипроволочной жилой.

Таблица 10.18. **Внешние размеры и масса проводов с пластмассовой изоляцией АМПВ и АМППВ**

S, мм²	АМПВ*		АМППВ*				АМПВ**	
	Число жил							
	1		2		3		1	
	D, мм	g, кг/км	размеры, мм	g, кг/км	размеры, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
1	2,3	5,8	–	–	–	–	2,5	7,9
1,5	2,6	10,0	1,8×6,6	26,2	2,8×10,4	39,9	3,0	12,5
2,5	3,0	13,7	3,2×7,4	36,8	3,2×11,7	54,3	3,4	17,3
4	3,7	22,9	3,9×8,7	56,0	3,9×13,6	84,6	3,9	27,4
6	4,2	30,9	4,4×9,7	74,2	4,4×15,1	111,9	4,4	36,5
10	4,6	48,1	–	–	–	–	4,8	53,9

* На номинальное напряжение 380 В.
** На номинальное напряжение 660 В.

массовой изоляции (ПВХ, ПЭ и ее модификации) и их толщинами (рис. 10.12, 10.13). В табл. 10.12 приведены толщины пластмассовой изоляции и оболочки, а в табл. 10.13–10.18 – внешние диаметры и масса проводов с пластмассовой изоляцией. Предельно допустимое отклонение от толщины: изоляции –10%, оболочки –20%.

10.5. ПРОВОДА С НАГРЕВОСТОЙКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Широкое развитие техники в последнее время вызвало все более увеличивающуюся потребность в проводах, изолированных более нагревостойкими материалами, чем традиционные. В связи с этим разработаны провода с нагревостойкостью до 200 °С, с применением в качестве изоляции обмотки из упрочненной асбестовой ровницы и ориентированной пленки из фторопласта Ф-4 и второго слоя обмотки пленкой из фторопласта Ф-4 с внешней лакировкой (ПАЛ; ПАЛО – облегченный вариант), которые выпускаются серийно.

Так же серийно изготовляют провода ПСУ-155 и ПСУ-200 нагревостойкостью соответственно 155 и 200 °С, изолированные стеклолакотканью и дельта-асбестом. Они подклеены к жиле кремнийорганическим лаком и пропитаны водно-эмульсионным лаком на основе кремнийорганического лака. Поверх изоляции из стеклоткани допускается наложение скрепляющей обмотки стеклянной нитью. В проводах сечением свыше 25 мм² допускается изоляция из дельта-асбеста, подклеенного кремнийорганическим лаком и пропитанного водно-эмульсионным лаком на основе кремнийорганического лака.

В выводных проводах класса нагревостойкости Н в качестве изоляции широко применяется кремнийорганическая резина. В проводах ПРКА, используемых для монта-

Таблица 10.19. **Внешний диаметр и масса нагревостойких проводов ПСУ-155 и ПСУ-180 на напряжение 380 В и ПАЛ, ПАЛО на напряжение 660 В**

S, мм²	ПСУ-155		ПСУ-180		ПАЛ		ПАЛО	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	–	–	–	–	4,4	27,8	3,8	20,3
1,0	–	–	3,6	17,5	4,5	30,6	4,0	23,7
1,5	3,4	20,6	3,9	23,5	5,2	38,0	4,3	30,2
2,5	3,7	30,4	4,4	35,2	5,8	55,5	5,0	46,0
4	4,3	45,3	5,0	50,2	6,4	72,2	5,5	62,2
6	4,7	63,3	5,5	71,7	7,4	103,0	6,6	89,0
10	5,6	102,5	5,8	112	8,5	147,0	7,5	130,0
16	6,9	158,9	7,2	170	9,9	221,0	8,9	197,0
25	8,5	249,7	–	–	11,1	316,0	10,1	287,5
35	10,6	367,2	–	–	13,8	456,0	12,4	404,5
50	12,0	501,3	–	–	15,0	592,2	13,5	539,0
70	13,7	685,0	–	–	–	–	–	–
95	15,7	934,4	–	–	–	–	–	–

Таблица 10.20. **Внешний диаметр и масса нагревостойких проводов ПСУ-155 и ПСУ-180 на напряжение 660 В и ПРКА**

S, мм²	ПРКА				ПСУ-155		ПСУ-180	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	Номинальное напряжение, В							
	380		660		660		660	
0,5	2,1	9,7	2,5	10,8	–	–	–	–
0,75	2,3	11,6	3,1	16,6	–	–	–	–
1,0	2,5	14,0	3,3	19,3	–	–	–	–
1,5	2,8	19,5	3,6	25,4	–	–	–	–
2,5	3,7	14,7	4,1	38,4	4,5	33,5	5,0	41,4

жа осветительной арматуры, электроплит, жарочных шкафов и других электробытовых приборов, применяется кремнийорганическая резина повышенной твердости, что обеспечивает механическую прочность изоляции. По требованию заказчика провода могут быть изготовлены с изоляцией белого, зеленого, красного или желтого цвета. Допускается также изготовлять провода в оплетке лавсановой или стеклянной нитью, но в этом случае нагревостойкость снижается до 130 °С и внешний диаметр увеличивается соответственно на 0,7 и 0,4 мм. Данные о толщине изоляции указаны в табл. 10.12, а о внешнем диаметре и массе – в табл. 10.19 и 10.20.

10.6. ПРОВОДА ДЛЯ ВЫВОДОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Провода для выводов электродвигателей изготовляют сечением от 0,75 до 120 мм² всех классов нагревостойкости от 80 до 180 °С на переменное напряжение от 380 до 6000 В. Провода изготовляют с резиновой изоляцией различных модификаций, а также с изоляцией из кремнийорганической и фторсилоксановой резины, асбестовой ровницы, резиностеклоткани, фторопласта. Защитными покрытиями проводов служат резиновые оболочки и оплетка стеклонитью, пропитанные нагревостойким лаком и др.

В табл. 10.21 указаны значения толщин изоляции и оболочек проводов, а в табл. 10.22 – 10.24 – внешний диаметр и масса проводов для выводов электродвигателей, в табл. 10.25 – внешний диаметр и толщины оболочки и изоляции проводов ПВФР, ПДПВ и ПДПВМ.

10.7. ПАРАМЕТРЫ ПРОВОДОВ

Провода силовые в процессе производства и при выпуске подвергают обязательным электрическим испытаниям отдельных изолированных жил до наложения оболочки и защитных покрытий или в готовом виде или дважды (изолированные жилы и готовые провода). В табл. 10.26 приведены нормы электрических испытаний проводов, а в табл. 10.27 – физико-механические и другие свойства.

Таблица 10.21. **Толщины изоляции и оболочек проводов для выводов электродвигателей, мм**

S, мм²	ПВБЛ, РКГМ РКГМПТ	ПВВТ	ПВКФ		ПВКВ		ПВКФ-6	ПВКФЭ-10
			$U_{ном}$, В					
			380	660	380	660		
0,35	–	0,6	–	–	–	–	–	–
0,50	–	0,7	–	–	–	–	–	–
0,75	–	0,7	0,6	1,0	0,6	1,0	–	–
1,0	–	0,7	0,6	1,0	0,6	1,0	–	–
1,5	–	0,8	0,6	1,0	0,6	1,0	–	–
2,5	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	1,0	–	–
4	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	–	–
6	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	–	–
10	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	5,0/0,6	6,0/0,8
16	1,2	–	1,0	1,2	1,0	1,2	5,0/0,6	6,0/0,8
25	1,4	–	1,2	1,4	1,2	1,4	5,0/0,6	6,0/0,8
35	1,4	–	1,2	1,4	1,2	1,4	5,0/1,0	6,0/1,0
50	1,6	–	1,4	1,6	1,4	1,6	5,0/1,0	6,0/1,0
70	1,6	–	1,4	1,6	1,4	1,6	5,0/1,0	6,0/1,0
95	1,8	–	1,6	1,8	1,6	1,8	5,0/1,2	6,0/1,2
120	1,8	–	–	1,8	–	1,8	5,0/1,2	6,0/1,2

Примечание. Для проводов ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПВФР в знаменателе дроби указана толщина оболочки.

Продолжение табл. 10.21

S, мм²	ПВПОК	ПВПФ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	РКГМ, РКГМПТ	ПКФВТ, ПКФМТ		
						$U_{ном}$, В		
						220	660	1500
0,35	–	–	–	–	–	0,6	–	–
0,50	–	–	–	–	–	0,6	–	–
0,75	–	0,5	–	–	0,8	0,6	–	–
1,0	0,35	0,5	–	–	0,8	0,6	1,0	–
1,5	–	0,5	–	–	0,8	0,6	1,0	–
2,5	–	0,5	–	–	0,9	0,8	1,0	–
4	–	0,5	–	–	1,0	0,8	1,0	–
6	–	–	0,6/1,4	5,0	1,0	0,8	1,0	–
10	–	–	0,6/1,9	5,0	1,2	1,0	1,2	–
16	–	–	0,7/1,9	5,0	1,2	1,0	1,2	–
25	–	–	0,8/1,9	–	1,4	1,2	1,4	–
35	–	–	–	–	1,4	1,2	1,4	–
50	–	–	–	–	1,6	1,4	1,6	–
70	–	–	–	–	1,6	1,4	1,6	2,4
95	–	–	–	–	1,8	1,6	1,8	–
120	–	–	–	–	1,8	1,6	1,8	–

Таблица 10.22. **Внешний диаметр и масса проводов для выводов электродвигателей ПВКФ-6, ПВКФЭ-10, ПВПОК, ПВПФ, ПВФР, ПВЭн, ПДПВ, ПДПВМ**

S, мм²	ПВКФ-6		ПВКФЭ-10		ПВПОК	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	–	–	–	–	–	–
1,0	–	–	–	–	2,15	11,4
1,5	–	–	–	–	–	–
2,5	–	–	–	–	–	–
4	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
10	16,1	344/346	19,5	485/488	–	–
16	17,3	430/432	20,7	581/584	–	–

Продолжение табл. 10.22

S, мм²	ПВКФ-6		ПВКФЭ-10		ПВПОК	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
25	18,6	555/557	22,0	718/721	–	–
35	20,7	713/712	24,1	891/895	–	–
50	22,2	874/878	25,6	1066/1069	–	–
70	24,6	1130/1134	28,0	1340/1345	–	–
95	26,7	1358/1459	30,5	1694/1699	–	–
120	28,6	1754/1761	32,3	2010/2016	–	–

Примечание. В числителе указана масса проводов с классом нагревостойкости F, в знаменателе – с классом нагревостойкости Н.

Продолжение табл. 10.22

S, мм²	ПВПФ		ПВФР		ПВЭп		ПДПВ и ПДПВМ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
0,75	2,18	12,1	–	–	3,6	20,0	–	–
1,0	2,32	14,6	–	–	3,7	23,0	–	–
1,5	2,65	20,1	–	–	4,1	28,3	–	–
2,5	3,17	31,8	–	–	4,5	38,2	–	–
4	3,67	45,5	–	–	5,1	53,6	–	–
6	–	–	8,0	116,2	5,6	79	–	–
10	–	–	10,0	178,0	7,3	122	–	–
16	–	–	11,4	254,0	8,7	185	15,7	215
25	–	–	13,1	356,0	10,7	280	17,0	341
35	–	–	–	–	12,1	394	18,0	475
50	–	–	–	–	15,1	565	–	–
70	–	–	–	–	16,7	741	–	–
95	–	–	–	–	18,8	998	–	–
120	–	–	–	–	21,0	1036	–	–

Таблица 10.23. **Внешний диаметр проводов для выводов электродвигателей ПВБЛ, ПВВТ, РКГМ, РКГМПТ, ПВКФ, ПВКВ**

S, мм²	ПВБЛ	ПВВТ	РКГМ	РКГМПТ	ПВКФ и ПВКВ	
					380 В	660 В
0,75	–	2,5	3,2	3,2	2,8	3,6
1,0	–	2,7	3,3	3,3	2,9	3,7
1,5	–	3,1	3,7	3,7	3,3	4,1
2,5	4,5	3,5	4,3	4,3	4,1	4,5
4	5,1	4,3	5,1	5,1	4,7	5,1
6	5,6	4,8	5,6	5,6	5,2	5,6
10	7,3	6,5	7,3	7,3	7,1	7,5
16	8,7	–	8,7	8,7	8,5	8,9
25	10,7	10,7	10,7	10,7	10,5	10,9
35	12,1	–	12,1	12,1	11,9	12,3
50	15,1	–	15,1	15,1	14,9	15,3
70	–	–	16,7	16,7	16,5	16,9
95	–	–	18,8	18,8	18,6	19,0
120	–	–	20,8	20,8	–	21,2

Токопроводящие алюмомедные жилы в зависимости от сечения имеют следующее значение электрического сопротивления на длине 1 км:

Сечение, мм² . .	1,0	1,5	2,5	4,0	6	10
Сопротивление, Ом	28,3	19,25	11,65	7,18	4,84	2,86

Таблица 10.24. **Внешний диаметр и масса проводов для выводов тяговых электродвигателей ПКФВТ и ПКФМТ**

S, мм²	D, мм			g, кг/км		
	Uном, В					
	220	660	1500	220	660	1500
0,12	1,9	–	–	4,8	–	–
0,20	2,0	–	–	6,1	–	–
0,35	2,2	–	–	8,1	–	–
0,50	2,5	–	–	10,9	–	–
0,75	2,8	–	–	14,1	–	–
1,0	2,9	3,8	4,6	16,9	23	35
1,5	3,5	4,3	4,9	18,4	25	44
2,5	4,5	4,9	5,8	41,5	46	66
4	5,2	5,6	6,4	57,3	62	85
6	5,9	6,3	7,4	79,8	85	111
10	7,9	8,3	8,7	133	140	173
16	8,8	9,2	9,9	194	202	240
25	10,8	11,2	11,6	296	307	352
35	13,0	13,4	14,0	406	418	472
50	15,0	15,4	15,4	573	567	649
70	16,7	17,1	18,5	782	798	865
95	–	19,6	19,5	–	1047	1124
120	–	21,2	22,2	–	1315	1398
150	–	24,5	25,3	–	1641	1737
185	–	26,7	28,8	–	1998	2102
240	–	29,3	30,5	–	2607	2721
300	–	33,9	33,1	–	3256	3387

Таблица 10.25. **Данные проводов ПВФР, ПДПВ и ПДПВМ**

S, мм²	Число проволок, диаметр проволоки, мм		Толщина изоляции, мм		Толщина оболочки, мм		Максимальный внешний диаметр, мм	
	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ	ПВФР	ПДПВ, ПДПВМ
6	84 × 0,30	–	0,6	–	1,4	–	8,0	–
10	140 × 0,30	–	0,6	–	1,9	–	10,0	–
16	224 × 0,30	19 × 1,04	0,7	1,5	1,9	1,5	11,4	11,7
25	342 × 0,30	19 × 1,35	0,8	1,5	1,9	1,5	13,1	13,0
35	–	19 × 1,53	–	1,5	–	1,5	–	14,0

Таблица 10.26. **Нормы электрических испытаний проводов для электротехнических установок**

Марка	Испытание изолированных жил без защитного покрытия или оболочки	Испытание готовых проводов
	Провода с резиновой изоляцией	
ПРТО, АПРТО, АРТ и АППР (четырехжильные)	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением 3000 В частоты 50 Гц по категории ЭИ-1 (ГОСТ 23286-78) без погружения в воду (кроме одножильных АППР)
ПРН, АПРН, ПРГН, ПРИ, АПРИ, ПРГИ и АППР (двух- и трехжильные)	–	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)
ПРГ-6000	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	До наложения хлопчатобумажной оплетки переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин после 6 ч пребывания в воде при температуре до 25 °С
ПРД, ПРВД	–	Переменным напряжением 2,0 кВ в течение 5 мин без погружения в воду
ПРП, ПРРП, АПРФ, ПРФ, ПРФл	Переменным напряжением по категории ЭИ-1 (ГОСТ 23286-78) в течение 5 мин после 6 ч пребывания в воде. Допускается испытание по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением без погружения в воду. Сопротивление изоляции не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·км
	Провода с пластмассовой изоляцией	
АПВ, АППВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, ПВ-л, АМПВ, АМППВ	–	Переменным напряжением 2,5 кВ в течение 15 мин после 24 ч пребывания в воде проводов на напряжение 380/660 В, переменным напряжением 3 кВ – проводов на напряжение 660/1140 В. Сопротивление изоляции при расчете на 1 км провода, измеренное в воде при +70 °С, должно быть не менее указанного ниже:

Сечение жил, мм²	Сопротивление изоляции 10^6 Ом	
	АПВ, АППВ, ППВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-Л, АМПВ, АМППВ	ПВ-3, ПВ-4
0,5	0,015	0,013
0,75	0,013	0,011
1,0	0,011	0,10
1,5	0,011	0,10

АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением категории ЭИ-1 без погружения в воду

Продолжение табл. 10.26

Марка	Испытание изолированных жил без защитного покрытия или оболочки	Испытание готовых проводов
ВПВ, ВПП	–	Переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин после пребывания в воде в течение 3 ч проводов на напряжение 380 В и переменным напряжением 2,5 кВ проводов на напряжение 660 В. Сопротивление изоляции не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·км
СПП	Переменным напряжением 6 кВ на АСИ	Переменным напряжением 2 кВ или постоянным напряжением 5 кВ после пребывания в воде в течение 3 ч. Сопротивление изоляции $500 \cdot 10^6$ Ом·км
ПСВЛ, ПСВЛУ	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78) Толщина изоляции, мм / Напряжение, кВ 0,4 / 3,0 0,5 / 4,0 0,6 / 5,0 0,7 / 6,0 0,8 / 7,0 0,9 / 7,5 1,0 / 8,0	Переменным напряжением в течение 5 мин: Переменное напряжение, кВ / Номинальное напряжение, В 1,0 / 127 2,5 / 220 3,0 / 380 3,5 / 660 4,0 / 1000 Сопротивление изоляции провода ПСВЛ при температуре 20 °С не менее $1 \cdot 10^6$ Ом·км

Провода для выводов электродвигателей и провода с нагревостойкой изоляцией

ПВБЛ, ПВВТ, ПВКФ, ПВКВ, РКГМ, РКГМПТ	–	Переменным напряжением 2,5 кВ проводов РКГМ, РКГМПТ. ПВБЛ (без оплетки) в воде в течение 5 мин; переменным напряжением 2 кВ проводов ПВВТ, ПВКВ, ПВКФ на напряжение 380 В. Измеренное после пребывания в воде в течение 3 ч при +20 °С сопротивление изоляции проводов: ПВВТ, ПВКВ, ПВКФ на 380 В и РКГМ, РКГМПТ на 660 В $10 \cdot 10^6$ Ом·км; ПВВТ, ПВКВ, ПВКФ на 660 В – $20 \cdot 10^6$ Ом·км; ПВБЛ на 660 В – $5 \cdot 10^6$ Ом·км
ПВКФ-6 и ПВКФЭ-10	–	Переменным напряжением соответственно 15 и 21 кВ после 6 ч пребывания в воде при (20 ± 5) °С в течение 5 мин. Переменным напряжением соответственно 21 и 35 кВ в нормальных условиях в течение 5 мин. Сопротивление изоляции после 6 ч пребывания в воде при температуре (20 ± 5) °С проводов обеих марок не менее $200 \cdot 10^6$ Ом·км. Тангенс угла диэлектрических потерь не более 0,1
ПВПОК	Сопротивление изоляции при температуре 20 °С не менее $10 \cdot 10^6$ Ом·км	Переменным напряжением 2,5 кВ частоты 50 Гц в течение 3 мин
ПВПФ	То же	То же в течение 5 мин
ПДПВ, ПДПВМ	Сопротивление изоляции изолированных жил после пребывания в воде в течение 3 ч при температуре (20 ± 5) °С не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км	Переменным напряжением 9 кВ в течение 1 мин после измерения сопротивления изоляции
ПВФР	Переменным напряжением 3 кВ частоты 50 Гц по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78)	Переменным напряжением 7 кВ по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). После 6 ч пребывания в воде при (20 ± 5) °С сопротивление изоляции не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км
ПВЭи	–	Переменным напряжением по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде при (20 ± 5) °С не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·км
ПКФВТ и ПКФМТ	–	Переменным напряжением соответственно 2,5 и 4 кВ в воде проводов на напряжение 660 В и 1,5 кВ. Допускается испытание проводов по категории ЭИ-2 (ГОСТ 23286-78). Переменным напряжением соответственно 3 и 6 кВ в течение 15 мин после 24 ч пребывания в воде проводов на напряжение 660 В и 1,5 кВ. Сопротивление изоляции не менее указанного в табл. 10.27

Продолжение табл. 10.26

Марка	Испытание изолированных жил без защитного покрытия или оболочки	Испытание готовых проводов
ПАЛ, ПАЛО, ПСАЛ	–	Переменным напряжением 4 кВ в течение 1 мин проводов ПАЛ и ПАЛО и напряжением 3 кВ проводов ПСАЛ. Сопротивление изоляции не менее: а) в нормальных климатических условиях при (25 ± 10) °С ПАЛ и ПАЛО $1 \cdot 10^{10}$ Ом·м и ПСАЛ $1 \cdot 10^{8}$ Ом·м; б) при 200 °С ПАЛ и ПАЛО – $1 \cdot 10^{9}$ Ом·м, а при 250 °С ПСАЛ – $1 \cdot 10^{6}$ Ом·м; в) после выдержки в течение 24 ч при относительной влажности воздуха 98 % и +20 °С ПАЛ и ПАЛО – $5 \cdot 10^{7}$ Ом·м
ПРКА	Переменным напряжением на АСИ: 5 кВ при толщине изоляции 0,6 мм; 8 кВ – 0,8 мм 10 кВ – 1,0 мм	–
ПСУ-155 и ПСУ-180	–	Переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин провода на напряжение 380 В, переменным напряжением 2,5 кВ провода на напряжение 660 В

Таблица 10.27. **Физико-механические и другие свойства проводов для электротехнических установок**

Марка	Свойства и показатели
	Провода с резиновой изоляцией
АППР, ПРН, АПРН, ПРГН	Изоляция АППР и оболочки ПРН, АПРН и ПРГН не распространяют горение
ПРД, ПРВД	Допустимый радиус изгиба не менее 5 *D*
АПРФ, ПРФ, ПРФл	Допустимый радиус изгиба не менее 6 *D*
АПВ, ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ППВ, АППВ, ПВ-Л	Изоляция проводов не распространяет горение, стойка к растрескиванию при 150 С и деформации при температуре 70 °С, к воздействию температуры до –50 С. До и после старения предел прочности при растяжении изоляции не менее 125 МПа и относительное удлинение не менее 125 %. После старения эти параметры не снижаются более чем на 20 %
ВПП	Выдерживают изгиб на угол 180° вокруг ролика диаметром 10 *D*
СПП	Разрывное усилие одножильного провода – 225Н, двухжильного – 441Н
ПСВЛ	Обладает стойкостью к воде, смазке, маслу и бензину, не распространяет горение
ПВБЛ, ПВВТ, ПВКФ, ПВКВ, РКГМ, РКГМПТ	Провода ПВВТ, ПВКВ и ПВКФ выдерживают не менее 20 циклов, остальных марок – не менее 10 циклов изгибов вокруг цилиндра диаметром 2 *D*. Провода ПВКВ, ПВВТ и ПВКФ сечением 0,75–2,5 мм² включительно выдерживают воздействие раздавливающего усилия: при давлении давящей частью с радиусом закругления 1,5 мм – не менее 196 Н; при давлении давящей частью с режущей кромкой под углом 90°, шириной 300–400 мкм – не менее 78,4 Н. Морозостойкость проводов ПВВТ и ПВБЛ до –40 °С, остальных –60 °С. Провод ПВКФ на 660 В стоек к воздействию машинного и трансформаторного масел при температуре (20 ± 5) °С в течение 6 ч. Провода ПВКВ, ПВВТ, ПВКФ и ПВБЛ стойки к воздействию лаков и пропиточных составов
ПВКФ-6 и ПВКФЭ-10	Радиус изгиба при монтаже проводов – не менее 5 *D*. Провода выдерживают не менее 30 циклов двойных перегибов вокруг цилиндра диаметром 10 *D*. Провода устойчивы в условиях относительной влажности воздуха до (98 ± 2) % при температуре 35 °С к воздействию машинного и трансформаторного масел и пропиточного лака
ПВПОК	После 24 ч пребывания провода в среде хладона-22 электрические параметры не изменяются.
ПВПФ	Провод выдерживает не менее 20 циклов двойных перегибов вокруг цилиндра диаметром 2 *D*. Стоек к прорезанию и воздействию фреономасляной смеси и пропиточных лаков
ПДПВ, ПДПВМ	Изоляция проводов эластична при навивании провода на стержень диаметром 10 *D*. В навитом состоянии провод в течение 24 ч содержится в воде при температуре (90 ± 5) °С, после чего он сохраняет эластичность

Продолжение табл. 10.27

Марка	Свойства и показатели
ПВФР	Оболочка провода обладает эластичиостью и маслостойкостью. После 24 ч пребывания в трасформаторном масле прн 120 °С допускается снижение предела прочности оболочки провода при разрыве ие более чем на 20% и отиоснтельного удлинения – иа 25 %
ПКФВТ и ПКФМТ	Провода устойчивы к вибрациям в диапазоне частот от 1 до 100 Гц с ускорением до 196 м/с² в трех взаимно перпендикулярных направлениях и к многократным ударам с ускорением до 196 м/с² с длительностью 2–15 мс в вертикальном и одном горизонтальном направлениях. Провода марки ПКФВТ в диапазоие температур от –60 до +80 °С выдерживают воздействие изгибов на угол 30° по радиусу 155 мм с одновременным закручиванием на угол ± 0,33 ° на длине 1 см. Провода марки ПКФМТ устойчивы к изгибам при температуре не ниже –40 °С. Провода марки ПКФВТ устойчивы к продавливанию грузом массой, выраженной в килограммах, численно равной 25-кратной толщине изоляцин, выраженной в миллиметрах

Таблица 10.28. **Доиустимые токовые иагрузки, А, проводов с алюмомедными жилами АМПВ и АМППВ**

Продолжение табл. 10.28

S, мм²	Провода, проложенные открыто	Провода, проложенные в одной трубе		
		два провода	три провода	четыре провода
1,0	16,7	15,7	14,5	12,3
1,5	22,3	18,7	16,4	14,1
2,5	29,6	24,9	23,7	23,7
4,0	39,6	34,8	34,8	28,8
6,0	51,1	46,1	41,1	38,6
10,0	68,7	57,6	54,3	45,4

Температурный коэффициент алюмомедных жил соответствует температурному коэффициенту алюминиевых жил по ГОСТ 7229-76.

Допустимые токовые нагрузки проводов с алюмомедными жилами соответствуют табл. 10.28.

РАЗДЕЛ ОДИННАДЦАТЫЙ

ШНУРЫ И ПРОВОДА СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И ПРИБОРОВ

11.1. НОМЕНКЛАТУРА

Шнуры и провода с пластмассовой и резиновой изоляцией предназначены для присоединения различных электрических машин, приборов, радиоаппаратуры, телевизоров и других подвижных и неподвижных установок бытового и назначения к электрическим сетям переменного напряжения до 380/660 В при температуре от –40 до +40 °С (шнур ШВПТ до +90 °С).

Приведенные далее даиные о проводах и шнурах, выпускаемых по ГОСТ 7399-80, полностью соответствуют требованиям стандартов: МЭК 245-4, МЭК 227-5, CEE2 (1973), CEE13 (1973), СТ СЭВ 586-77 и СТ СЭВ 588-77. Они изготовляются климатических исполнений У или Т категорий размещения 1, 2, 3 и 4 по ГОСТ 15150-69.

Длительно допустимая температура нагрева токопроводящих жил шнуров и проводов с резиновой и ПЭ изоляцией до 65 °С, с ПВХ изоляцией до 70 °С, а с изоляцией из кремнийорганической резины до 150 °С.

Шнуры и провода изготовляют двух-, трех- и четырехжильными сечениями от 0,20 до 4 мм². Номенклатура шнуров и проводов приведена в табл. 11.1, а сортамент – в табл. 11.2.

Таблица 11.1. **Номенклатура соединительных шнуров и проводов для бытовых электрических машин и приборов с жилами из медных проволок**

Марка	Код ОКП	Наименование	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
		Шнуры нормальной гибкости		
ШВП-1	35 5333 0300	С ПВХ изоляцией, параллельными жилами без разделительного основания, на переменное напряжение до 380/380 В	Для радиоприемников, телевизоров, бытовых трансформаторов, паяльников и других подобных приборов, если шнур редко подвергается механическим деформациям	ГОСТ 7399-80
ШПП	35 7831 0100	С ПЭ изоляцией на переменное напряжение до 100/100 В	Для абонентских громкоговорителей, если шнур редко подвергается механическим деформациям	То же
ШВП-3	35 5313 0600	С ПВХ изоляцией, с разделительным осиованием, на перемеиное напряжение до 220/220 В	Для бытовых холодильников и других подобных приборов, если шиур редко подвергается механическим деформациям	» »
ШВПТ	35 5350 8000	С ПВХ изоляцией, нагревостойкий, на переменное напряжение до 42 В	Для переносных ламп, для легковых автомобилей	» »
ШПС	35 5313 0500	С ПВХ изоляцией со скрученными жилами, в ПВХ оболочке, подвесной, грузонесущий, иа переменное напряжеиие до 220/220 В	Для светильников, подвешиваемых на электрическом шиуре	» »
		Шнуры и провода повышенной гибкости		
ПВС	35 5513 0200	Провод гибкий со скрученными жилами, с ПВХ изоляцией, в оболочке, иа переменное иапряжение до 380/660 В	Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, шнуров-удлинителей, удлинителей-разветвителей, бойлеров и других подобных бытовых машин и приборов, если провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий	» »
ПРС	35 5514 0100	Провод с резииовой изоляцией, в резиновой оболочке на переменное напряжеиие до 380/660 В	То же	» »
ШВВП	35 5333 0300	Шнур гибкий со скрученными жилами с ПВХ изоляцией и в оболочке, плоский на переменное напряжение до 220/220 В	Для настольных, настенных и иапольных светильииков, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, сферических отражателей, кастрюль, сушилок, бытовых трансформаторов, удлинителей-разветвителей и других приборов, если шнур часто подвергается легким механическим деформациям. В приборах, имеющих в зоне соединения шнура или провода с прибором температуру, превышающую 70 °С, должна быть вставка из нагревостойкого шнура или провода	» »

Продолжение табл. 11.1

Марка	Код ОКП	Наименование	Преимущественные области применения	ГОСТ, ТУ
ШВЛ	35 5313 1000	То же, круглый	Для бытовых щеток, полотеров, пылесосов, напольных отопительных приборов, бойлеров, удлинителей-разветвителей и других подобных машин и приборов, если шнур подвергается действию влаги в условиях легких механических воздействий	ГОСТ 7399-80
ШВП-2	35 5333 0200	Шнур гибкий с ПВХ изоляцией, параллельными жилами без разделительного основания на переменное напряжение 220/220 В	То же, что ШВВП	То же
ШВП-4	35 5313 0000	То же с разделительным основанием	То же, что ШВП-3	» »
ШРО	35 5354 0500	Шнур гибкий со скрученными жилами, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной швейной нитки или синтетической нити, на переменное напряжение до 220/220 В	Для утюгов домашнего обихода, кофеварок, чайников, кастрюль, грелок и других подобных приборов, если шнур часто подвергается легким механическим деформациям	» »
ШРС	35 5514 1300	Шнур с резиновой изоляцией в резиновой оболочке, на переменное напряжение 380/380 В	Для бытовых электроплиток, щеток, полотеров, пылесосов, напольных отопительных приборов, бойлеров, утюгов для домашнего обихода, удлинителей, удлинителей-разветвителей и других подобных приборов, если шнур подвергается действию влаги в условиях легких механических воздействий	» »
ШТР	35 5315 0100	Шнур повышенной гибкости, нагревостойкий, со скрученными жилами, с изоляцией и в оболочке из кремнийорганической резины, на переменное напряжение 220/220 В	Для электрических утюгов домашнего обихода и промышленного применения, электроплиток и других подобных приборов, если шнур подвергается легким механическим деформациям и нагреву	» »
		Шнуры в оболочках особых расцветок		
ШВЛЗ	35 5513 2300	С ПВХ изоляцией, в оболочке золотистого цвета, на переменное напряжение 380/380 В	Для присоединения светильников с хрустальными элементами к электрической сети, а также для внутреннего монтажа хрустальных люстр	ТУ 16.705.269-83
ШВЛС	35 5513 2400	То же, в оболочке серебристого цвета	То же	То же
ШВОЗ	35 5353 3300	С ПВХ изоляцией в оплетке из синтетических нитей золотистого цвета на переменное напряжение 380/380 В	» »	» »
ШВОС	35 5353 3400	То же серебристого цвета	» »	» »
ШВП	35 5313 1700	Плоский с параллельно уложенными жилами, с ПВХ изоляцией на переменное напряжение 380/380 В	» »	» »
ШВПЛ	35 5313 1800	То же, с жилами из луженых проволок	» »	» »

Таблица 11.2. **Сортамент шнуров и проводов для бытовых электрических машин и приборов**

Марка	Число жил при S, мм²							
	0,2	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0
ШВП-1	–	2	2	2	–	–	–	–
ШВП-3	–	–	–	2; 3	–	–	–	–
ШПП	2	–	–	–	–	–	–	–
ШВПТ	–	2	–	–	–	–	–	–
ШПС	–	–	2; 3	2; 3	–	–	–	–
ПВС	–	–	2; 3	2; 3; 4	2; 3; 4	2; 3; 4	2; 3; 4	–
ПРС	–	–	2; 3	2; 3; 4	2; 3; 4	2; 3; 4	2; 3; 4	2; 3; 4
ШВВП	–	2	2; 3	2; 3	2	–	–	–
ШВЛ	–	–	2; 3	2; 3	–	–	–	–
ШВП-2	–	2	2	2	–	–	–	–
ШВП-4	–	–	–	2	–	–	–	–
ШРО	–	2	2; 3	2; 3	2; 3	–	–	–
ШРС	–	–	2; 3	2; 3; 4	–	–	–	–
ШТР	–	–	2; 3	2; 3	2; 3	2; 3	–	–
ШВП	–	–	2; 3	–	–	–	–	–
ШВПЛ	–	–	2; 3	–	–	–	–	–
ШВОС	2	–	–	2; 3	–	–	–	–
ШВОЗ	–	–	–	2	–	–	–	–
ШВЛС	–	–	–	2	–	–	–	–
ШВЛЗ	–	–	–	2	–	–	–	–

11.2. КОНСТРУКЦИЯ ШНУРОВ

Токопроводящие жилы шнуров силовых скручивают из медных отожженных проволок по конструкциям классов 3, 4, 5 и 6 по ГОСТ 22483-77 с левым направлением скрутки. Жилы шнуров изолируют резиной типа РТИ-2, ПВХ или ПЭ. Изолированные жилы скручивают (рис. 11.1) или укладывают параллельно (рис. 11.2 – 11.4).

Для защиты от внешних механических воздействий на шнуры некоторых марок накладывают оболочку из резины типа РШ-2, ПВХ пластиката или оплетку из хлопчатобумажной швейной или синтетической нитки плотностью 96% (рис. 11.5, 11.6).

Параллельно уложенные в одной плоскости жилы шнуров ШПП, ШВП-1 и ШВП-2 имеют разделение между жилами. Номинальная толщина изоляции в этом месте должна быть равной двойной номинальной толщине изоляции шнура. Шнуры ШВП-3 и ШВП-4 изолируют ПВХ пластикатом с расстоянием между центрами жил не менее 3,2 мм и толщиной разделительной перемычки (0,5 ± ±0,1) мм.

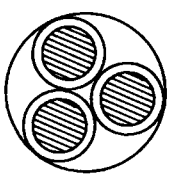


Рис. 11.1. Схема шнура ШПС

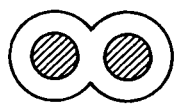


Рис. 11.2. Схема шнура ШПП

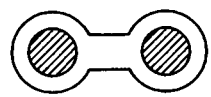


Рис. 11.3. Схема шнура ШВП-2

Рис. 11.4. Схема шнура ШВВП

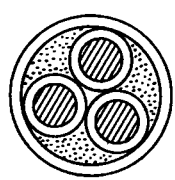


Рис. 11.5. Схема шнуров ШВЛ, ШВС, ШПС и ШТР

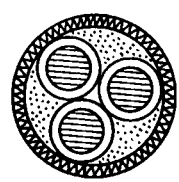


Рис. 11.6. Схема шнуров ШРО и ШРС

Таблица 11.3. **Конструктивные элементы шнуров и проводов для бытовых электрических приборов и машин**

Марка	Токопроводящая жила		Изоляция		Оболочка или защитное покрытие
	S, мм²	Класс жилы по ГОСТ 22483-77	Материал и конструкция	Толщина изоляции, мм	
			Шнуры и провода нормальной гибкости		
ШВП-1	0,35 0,50 0,75	4 4 3	ПВХ пластикат поверх двух параллельно уложенных жил, в поперечном сечении в форме восьмерки	0,8	Отсутствует
ШПП	0,20	4	То же, но из ПЭ	0,5	» »
ШВП-3	0,75	3	ПВХ пластикат поверх двух или трех параллельно уложенных жил, в поперечном сечении двухжильные шнуры в форме восьмерки	0,9	» »
ШВПТ	0,20	4	ПВХ пластикат поверх двух параллельно уложенных жил, с надрезами	0,55 (не менее 0,30)	» »
ШПС	0,5	4	Две или три жилы с ПВХ изоляцией скручены с шагом не более 25 D	0,5	ПВХ пластикат толщиной 0,8 мм
ПВС	0,5–2,5	5	Две, три или четыре жилы с ПВХ изоляцией скручены с шагом не более 12 D, с заполнением синтетическим волокном	0,5	ПВХ пластикат толщиной 0,8 мм для жил сечением 0,5–1,0 мм²; 0,9 мм – для 1,5 мм²; 1,0 мм – для 2,5 мм²
ПРС	0,5–4,0	5	Две, три или четыре жилы с резиновой (типа РТИ-2) изоляцией скручены с шагом не более 12 D, с заполнением синтетическим волокном	0,6	Резина типа РШ-2 толщиной 1,0 мм для жил сечением до 1,5 мм², 1,2 мм – для жил сечением до 2,5–4 мм²
ШВВП	0,35 0,50 0,75 1,00	5 5 или 6 5 или 6 5	ПВХ пластикат поверх двух или трех параллельно уложенных гибких жил, в поперечном сечении двухжильные в форме восьмерки	0,5	ПВХ пластикат толщиной 0,5 мм
ШВЛ	0,5 и 0,75	5	Изолированные ПВХ пластикат жилы скручены с шагом не более 12 D, с заполнением синтетическим волокном	0,5	То же 0,6 мм
ШВП-2	0,35 0,50 0,75	5 5 или 6 5 или 6	Эластичный ПВХ поверх двух параллельно уложенных жил, в поперечном сечении в форме восьмерки	0,8	Отсутствует
ШВП-4	0,75	5	ПВХ пластикат поверх двух параллельно уложенных жил, в поперечном сечении в форме восьмерки	0,9	» »
ШРО	0,35–1,0	5	Две или три изолированные резиной типа РТИ-2 жилы скручены с шагом не более 10 D, с заполнением синтетическим волокном	0,6	Оплетка хлопчатобумажной швейной или синтетической нитью плотностью не менее 96 % или резиновая

Продолжение табл. 11.3

Марка	Токопроводящая жила		Изоляция		Оболочка или защитное покрытие
	S, мм²	Класс жилы по ГОСТ 22483-77	Материал и конструкция	Толщина изоляции, мм	
ШРС	0,5 и 0,75	5	Две, три или четыре жилы с резиновой изоляцией скручены с шагом не более 12 D, с заполнением синтетическим волокном	0,6	Резина типа РШ-2 толщиной 0,9 мм
ШТР	0,5–1,0	6	Две или три жилы повышенной гибкости с кремнийорганической резиновой изоляцией скручены с шагом не более 10 D, с заполнением синтетическим волокном	0,6	Оболочка из кремнийорганической резины толщиной 0,8 мм
	1,5	5			
ШВЛ3, ШВЛС	0,75	5	Две или три жилы с ПВХ изоляцией, с заполнением синтетическим жгутом, поверх которого наложена металлизированная лавсановая пленка желтого или серебристого цвета	0,5	Оболочка из ПВХ пластиката прозрачного желтого цвета или неокрашенного толщиной 0,8 мм
ШВОЗ, ШВОС	0,75	5	То же, но поверх скрученных жил оплетка из синтетических нитей золотистого или серебристого цвета	0,5	Отсутствует
ШВП	0,5	3	Уложенные параллельно жилы изолированы ПВХ пластикатом желтого цвета	0,8	» »
ШВПЛ	0,5	3	То же, но изолированы прозрачным неокрашенным ПВХ пластикатом	0,8	» »

Изолированные жилы шнуров и проводов ШВЛ, ШРО, ШРС, ШТР, ПВС, ПРС скручивают с заполнением синтетическим волокном. При условии обеспечения круглой формы допускается скрутка без заполнения. Провод ШПС скручивают без заполнения. Допускается изготовление шнуров и проводов с декоративной поверхностью.

Сведения о конструктивных элементах шнуров и проводов для электрических машин и приборов приведены в табл. 11.3. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции – 10%, толщины оболочки – 20%. Допускается в двухжильных шнурах ШРО замена изоляции и оплетки изоляционно-защитной оболочкой из резины, в том числе светлых тонов (ТУ 16.705.164-80), причем жилы должны быть уложены параллельно, а толщина изоляции между ними 1,6 мм. В шнурах ШВП-3 и ШВВП третья (средняя) жила является заземляющей. Жила шнура ШВПТ имеет конструкцию 12 × 0,15 мм.

Присвоенная расцветка изолированных жил и оболочки шнуров в зависимости от марок указана в табл. 11.4. Цвета шнуров согласовываются при заказе между потребителем и предприятием-изготовителем.

При отсутствии в заказах указания определенных расцветок предприятие-изготовитель выполняет расцветки шнуров по своему усмотрению.

Внешний диаметр (размеры) и масса шнуров и проводов для бытовых электрических машин и приборов приведены в табл. 11.5–11.7. Предельно допустимое отклонение от номинальных внешних размеров шнуров и проводов с резиновой изоляцией +5%, с ПВХ и ПЭ изоляцией +10%.

Строительная длина проводов и шнуров не менее 50 м. Допускается в партии не более 10% отрезков длиной не менее 10 м.

11.3. АРМИРОВАННЫЕ И РАЗДЕЛАННЫЕ МЕРНЫЕ ШНУРЫ

Шнуры для бытовых электрических машин и приборов изготовляют и поставляют строительными длинами и мерными отрезками 1,7; 2,2; 3,7; 4,2; 6,2; 10; 15; 25 и 50 м с допуском ±3% с разделанными или армированными концами. По согласованию шнуры и провода могут поставляться другими длинами.

Отрезки шнуров могут быть: а) разделаны с одного конца; б) разделаны с обоих концов; в) армированы штепсельной двух-

Таблица 11.4. **Расцветка изолиции и оболочки проводов и шнуров для бытовых электрических машин и приборов**

Марка	Цвет изоляции	Цвет оболочки (оплетки)
ШВП-1	Белый, серый, зеленый, коричиевый, красный, синий, голубой, черный, желтый, слоновой кости	–
ШПП	Белый, серый, зеленый, коричневый, желтый	–
ШВП-3	Белый, серый, черный	–
ШВПТ	Чериый	–
ШПС	Различный между жилами, любой из цветов	Белый, желтый, сиинй, голубой, коричиевый, серый, зеленый, красный
ПВС	То же, заземляющая жила желто-зеленая	Чериый, коричневый, серый, зеленый, синий, голубой, красиый
ПРС	То же	Черный, серый
ШВВП	» »	Белый, желтый, синий, голубой, коричневый, серый, зеленый, красный, черный
ШВЛ	» »	Черный, коричневый, серый, зеленый, синий, голубой, красный
ШВП-2	Белый, серый, зеленый, коричневый, красный, синий, голубой, черный, желтый, слоновой кости	–
ШВП-4	Белый, серый, черный	–
ШРО	Различный между жиламн, любой из цветов	Черно-белый, коричневый, сине-белый, коричнево-белый
ШРС	То же	Черный, серый
ШТР	» »	Белый, красный
ШВОЗ, ШВЛЗ	Любой	Золотистый
ШВОС, ШВС	» »	Серебристый

полюсной неразборной вилкой; г) армированы с одного конца штепсельной двухполюсной неразборной вилкой, с другого – приборной розеткой.

При разделке отрезков шнуров с их концов снимают оболочку на длине, соответствующей конструкции применяемой арматуры. С концов жил удаляется изоляция на длине 10–15 мм, а токопроводящая жила подкручивается и облуживается оловянно-свинцовым припоем. Концы жил, подлежащие креплению под головку винта, должны быть заделаны глухой облуженной петлей.

Изолирование и креплеиие мест разветвления разделанных концов жил должно производиться в соответствии с конструкторской документацией.

Шнуры, армированные с одного конца штепсельной вилкой, если отсутствует указание потребителя, с другого конца разделываются на длине 30–40 мм, а трехжильный шнур – на длине 50 мм. С концов жил удаляют изоляцию на длине 10–15 мм, а жилу подкручивают и облуживают.

Армирование производят путем присоединения к концам жил шнуров и закрепления заранее изготовленных с карболитовыми корпусами съемных контактных вилок и приборной или соединительной розетки либо опрессованием неразборных вилок и розеток резиной или ПВХ пластикатом.

Разделанные или армированные соединительные шнуры маркируют путем дополнения основной марки шнура индексом через дефис:

P_1 и P_2 – для мерных шнуров, разделанных с одного или обоих концов;

В – армированные вилкой;

А – армированные вилкой и розеткой;

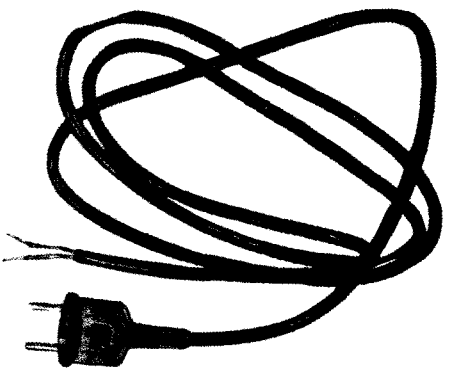


Рис. 11.7. Шнур с концевой заделкой неразборной штепсельной вилкой

Таблица 11.5. **Внешние размеры или диаметр и масса двухжильных шнуров и проводов ШВП-1, ШВП-3, ШПП, ШВПТ, ШПС, ПВС, ПРС, ШВВП, ШВЛ, ШВП-2, ШВП-4, ШРО, ШРС, ШТР, ШВП, ШВПЛ, ШВОС, ШВОЗ, ШВЛС, ШВЛЗ**

Марка	Диаметр или размеры, мм, при S, мм²								g, кг/км, при S, мм²							
	0,2	0,35	0,50	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	0,2	0,35	0,50	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0
ШВП-1	–	2,4 × 4,8	2,5 × 5,0	2,7 × 5,4	–	–	–	–	–	17,7	20,7	27,0	–	–	–	–
ШВП-3	–	–	–	2,9 × 6,3	–	–	–	–	–	–	–	28,6	–	–	–	–
ШПП	1,6 × 3,2	–	–	–	–	–	–	–	7,3	–	–	–	–	–	–	–
ШВПТ	1,72 × 3,44	–	–	–	–	–	–	–	9,6	–	–	–	–	–	–	–
ШПС	–	–	5,4	5,8	–	–	–	–	–	–	39,2	48,2	–	–	–	–
ПВС	–	–	5,5	6,0	6,7	7,6	9,1	–	–	–	38,4	47,9	60,9	86,5	123	–
ПРС	–	–	6,3	6,8	7,0	8,2	9,5	10,6	–	–	53,2	64,2	71,1	98	141	186
ШВВП	–	2,75 × 4,5	2,9 × 4,9	3,2 × 5,4	3,3 × 5,7	–	–	–	–	18,7	23,4	30,2	35,8	–	–	–
ШВЛ	–	–	5,1	5,6	–	–	–	–	–	–	34,1	43,2	–	–	–	–
ШВП-2	–	2,35 × 4,7	2,6 × 5,1	2,8 × 5,6	–	–	–	–	–	16,2	20,5	26,8	–	–	–	–
ШВП-4	–	–	–	3,0 × 6,4	–	–	–	–	–	–	–	29,2	–	–	–	–
ШРО	–	4,9	5,3	5,8	6,1	–	–	–	–	27,2	33,1	41,8	48,7	–	–	–
ШРС	–	–	6,1	6,6	–	–	–	–	–	–	50,5	61,3	–	–	–	–
ШТР	–	–	5,9	6,4	6,6	7,6	–	–	–	–	44,4	54,5	61,1	86,4	–	–
ШВП	–	–	2,5 × 5,0	–	–	–	–	–	–	–	21,1	–	–	–	–	–
ШВПЛ	–	–	2,5 × 5,0	–	–	–	–	–	–	–	21,4	–	–	–	–	–
ШВОС	–	–	4,9	–	–	–	–	–	–	–	31,3	–	–	–	–	–
ШВОЗ	–	–	6,1	–	–	–	–	–	–	–	40,0	–	–	–	–	–
ШВЛС	–	–	6,1	–	–	–	–	–	–	–	40,0	–	–	–	–	–
ШВЛЗ	–	–	6,1	–	–	–	–	–	–	–	40,0	–	–	–	–	–

Таблица 11.6. **Внешние размеры или диаметр и масса трехжильных шнуров и проводов ШВП-3, ШПС, ПВС, ПРС, ШВВП, ШВА, ШРО, ШРС, ШВЛ, ШВПЛ, ШВОС, ШТР**

Марка	Диаметр или размеры, мм, при S, мм²						g, кг/км, при S, мм²					
	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0
ШВП-3	–	2,9×9,7	–	–	–	–	–	42,9	–	–	–	–
ШПС	5,7	6,1	–	–	–	–	46,2	58	–	–	–	–
ПВС	5,8	6,3	7,1	8,0	9,6	–	45,6	57,1	73,7	104	151	–
ПРС	6,6	7,2	7,4	8,6	10,0	11,1	62,3	77,2	86,6	118	173	228
ШВВП	2,9×6,8	3,2×7,6	–	–	–	–	34,4	44,6	–	–	–	–
ШВА	5,4	5,9	–	–	–	–	41,1	52,2	–	–	–	–
ШРО	5,6	6,2	6,5	–	–	–	43,4	55,3	65,4	–	–	–
ШРС	6,4	7,0	–	–	–	–	59,6	74,2	–	–	–	–
ШВЛ	2,6×7,5	–	–	–	–	–	31,1	–	–	–	–	–
ШВПЛ	2,5×7,5	–	–	–	–	–	31,4	–	–	–	–	–
ШВОС	–	5,3	–	–	–	–	–	41,4	–	–	–	–
ШТР	6,2	6,8	7,0	8,1	–	–	52	65,7	74,7	102	–	–

Таблица 11.7. **Внешний диаметр и масса четырехжильных шнуров и проводов ПВС, ПРС и ШРС**

Марка	D, мм, при S, мм²					g, кг/км, при S, мм²				
	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0
ПВС	6,9	7,7	9,2	10,5	–	69,6	89	126	190	–
ПРС	7,8	8,0	9,4	10,9	12,2	93	104	143	212	284
ШРС	7,6	–	–	–	–	89,6	–	–	–	–

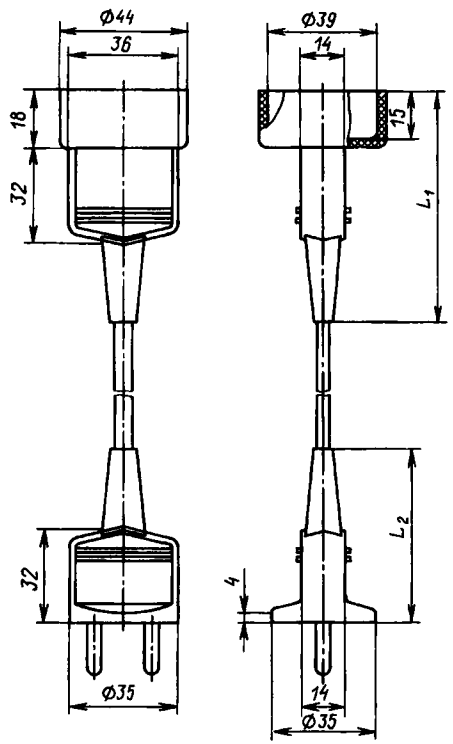


Рис. 11.8. Концевая заделка удлинителя, армированного штепсельными вилкой и розеткой для прямого соединения

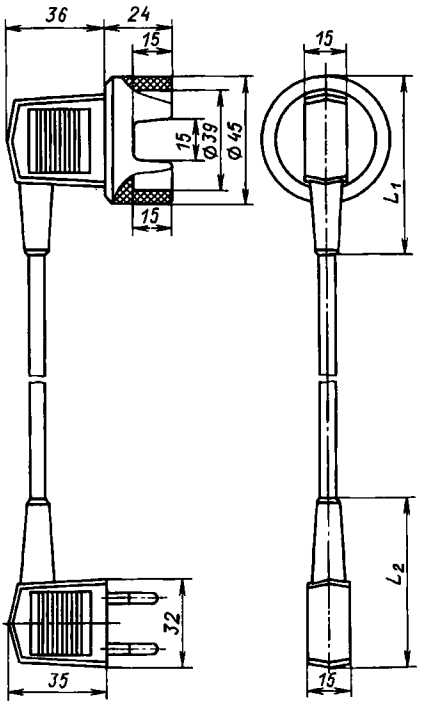


Рис. 11.9. Концевая заделка удлинителя, армированного штепсельными вилкой и розеткой для бокового соединения

У – армированные вилкой и соединительной (удлинительной) розеткой.

Провода и шнуры с разделанными или армированными концами должны отвечать соответствующей технической документации.

Удлинители изготовляют из шнуров сечением 2 × 0,75 мм². Концевые запрессовки удлинителей выполняются 11 конфигураций.

Запрессовка неразборных штепсельных вилок выполняется 17 различных конфигураций с прямолинейным или круглым очертанием.

На рис. 11.7–11.9 показаны представители армированных шнуров.

11.4. ПАРАМЕТРЫ ШНУРОВ И ПРОВОДОВ

Электробезопасность шнуров и проводов для машин и электроприборов соответствует классам ГОСТ 12.2.007.0-75, указанным в табл. 11.8.

Изолированные жилы шнуров и проводов испытывают на АСИ переменным напряжением, значения которого приведены в табл. 11.9. В готовом виде провода и шнуры всех марок испытывают переменным напряжением 2 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин.

Двухжильные провода и шнуры, за исключением шнуров ШПП, ШПС, ШВПТ и ШРО в оплетке, после выдержки в воде в течение 24 ч испытывают переменным напряжением 4 кВ ± 50 В частоты (50 ± 1) Гц в течение 1 мин. Трех- и четырехжильные провода и шнуры всех марок, а также двухжильные ШПС, кроме шнура ШРО в оплетке, а изолированные жилы двух-, трех- и четырехжильных проводов и шнуров, кроме жил шнуров ШПП и ШВПТ, после выдержки в воде в течение 24 ч испытывают переменным напряжением 2 кВ ± 30 В частоты (50 ± 1) Гц в течение 15 мин. Шнур ШРО в оплетке испытывают этим напряжением до наложения оплетки.

Таблица 11.8. **Классы защиты по электробезопасности проводов и шнуров для бытовых машин и электроприборов**

Марка проводов и шнуров	Классы защиты
Трех- и четырехжильные ШВП-3, ШВВП, ШВП, ШРО, ШРС, ШТР, ПВС и ПРС	II
Двухжильные ШРО в оболочке из резины, ШВП-1, ШВП-2, ШВП-3, ШВП-4, ШВВП, ШВЛ, ШРС, ШТР, ПВС, ПРС и ШПС	II
ШПП и ШВПТ	III
Двухжильные ШРО в оплетке	0; 01

Таблица 11.9. **Испытательное переменное напряжение, В, при испытании на АСИ проводов и шнуров для бытовых машин и электроприборов**

Толщина изоляции, мм	Провода с резиновой изоляцией	Провода с пластмассовой изоляцией
0,5	–	4000
0,55	–	4000
0,6	2000	5000
0,8	–	7000
0,9	–	8000

Таблица 11.10. **Сопротивление изоляции шнуров и проводов ШВП-1, ШВП-2, ШВП-3, ШВП-4, ШВВП, ШВЛ, ПВС и ШПС**

Марка	S, мм²	Минимальное сопротивление изоляции при 70 °С, 10^6 Ом·км
ШВП-1 и ШВП-2	0,35 и 0,5	0,016
	0,75	0,014
ШВП-3 и ШВП-4		
ШВВП	0,35	0,012
	0,5–1,0	0,010
ШВЛ	0,5–0,75	0,010
ПВС	0,5	0,012
	0,75	0,011
	1,0–1,5	0,010
	2,5	0,009
ШПС	0,5 и 0,75	0,010

Сопротивления изоляции проводов и шнуров ШВП-1, ШВП-2, ШВП-3, ШВП-4, ШВВП, ШВЛ, ШПС и ПВС после пребывания в воде в течение 2 ч при температуре (70 ± 2) °С соответствуют указанным в табл. 11.10. ПВХ изоляция и оболочка проводов и шнуров, за исключением шнура ШВПТ, стойки к деформации при температуре (70 ± 2) °С, стойки к растрескиванию и имеют разрывную прочность не менее 10 МПа и относительное удлинение не менее 150 %. Снижение прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве после теплового старения – не более чем на 20 % исходных значений.

Провода и шнуры с ПВХ изоляцией или с ПВХ изоляцией и оболочкой исполнения У1 и шнуры ШВПТ обладают холодостой-

костью до (−40±2) °С, провода остальных исполнений — до (−15±2) °С.

Резиновая изоляция провода ПРС (для экспорта) имеет прочность при растяжении до старения не менее 5 МПа и относительное удлинение не менее 250%. В этих же условиях оболочка из резины провода ПРС (для экспорта) имеет прочность не менее 7 МПа, а относительное удлинение при разрыве — не менее 300%. После теплового старения допускается снижение прочности на 20% и относительного удлинения до 250%.

Прочность оболочки проводов и шнуров всех марок, кроме ПРС, не менее 5,88 МПа при относительном удлинении не менее 275%, а после старения снижение удлинения на 30%. Разрывная прочность шнуров ШПС, ШВПС, ШВЛЗ не менее 3,9 МПа.

Шнур ШВПТ стоек к воздействию температуры 150 °С в течение 8 ч и к воздействию десяти циклов смены температур (80±2) °С в течение 4 ч и (−25±2) °С в течение 4 ч.

Шнуры ШВП-2, ШВП-4, ШВВП, ШВЛ, ШРС, ШРО, ШВОЗ, ШВОС, ШВЛЗ и ШВЛС и провода ПВС и ПРС выдерживают 15 000 циклов знакопеременных деформаций изгиба вокруг роликов с растягивающим усилием от 9,8 до 19,6 Н (в зависимости от сечения жил) при номинальном напряжении и токовой нагрузке, значения которых приведены ниже:

S, мм²	0,20	0,35	0,5	0,75
	1,0	1,5	2,5	4,0
Ток, А	1	2	4	6
	10	15	20	25

РАЗДЕЛ ДВЕНАДЦАТЫЙ

КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА И ТРОЛЛЕЙБУСОВ

12.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели и провода для подвижного состава предназначены для внутренних и наружных соединений силового электрооборудования всех видов рельсового транспорта и троллейбусов, а также для их освещения, управления и сигнализации.

Номенклатура и области применения кабелей и проводов для подвижного состава приведены в табл. 12.1, а их сортамент — в табл. 12.2.

12.2. КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ВЫПУСКАЕМЫЕ ПО ГОСТ 6598-73

Кабели и провода для подвижного состава соответствуют исполнению 0, категориям 1 и 2 по ГОСТ 15150-69 для эксплуатации при температуре от −50 до +70 °С при отсутствии прямого воздействия солнечных лучей. Кабели и провода могут работать на высоте до 3000 м над уровнем моря.

Длительно допустимая температура на жиле кабелей и проводов с резиновой изоляцией не должна превышать 65 °С, а проводов с ПВХ изоляцией 70 °С. В отдельных случаях допускается эксплуатация кабелей и проводов при температуре на жиле до 75 °С. Монтаж кабелей и проводов может производиться при температуре на жиле −15 °С при допустимом радиусе изгиба не менее $3D$. В процессе эксплуатации радиус изгиба не должен быть менее $5D$. Эксплуатация провода ППСРН при присоединении к подвижным токоприемникам допускается при температуре −30 °С, а кабелей и проводов остальных марок при температуре −50 °С, при отсутствии ударных воздействий и при плавных изгибах на радиус не менее $5D$.

Токопроводящие жилы кабелей и проводов всех марок соответствуют ГОСТ 22483-77 и отвечают конструкциям, указанным в табл. 12.3. Допускается изготовление токопроводящих жил сечением 0,5 мм² конструкций 19 × 0,18 мм. Скрутка стренг для жил проводов всех марок сечением более 70 мм² производится с шагом не более $20d$. По жилам проводов и кабелей с резиновой изоляцией допускается наложение синтетических пленок.

Изоляция жил кабелей и проводов всех марок состоит из резины РТИ-1 по ОСТ 16.0.505.015-79. Толщина изоляции приведена в табл. 12.4. Допустимое отклонение от толщины −10%. В двухжильных проводах жилы располагают параллельно и изолируют так, чтобы в поперечном сечении провод имел форму восьмерки. Изолированные

Таблица 12.1. **Номенклатура кабелей и проводов для подвижного состава рельсового транспорта и троллейбусов**

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
КПСРВМ (354845 4600)	Кабель многожильный с резиновой изоляцией в ПВХ холодостойкой оболочке	Монтаж при ограниченных перемещениях кабелей, присоединение к подвижным токоприемникам и фиксированный монтаж при воздействии смазочных масел и дизельного топлива	ГОСТ 6598-73
КПСРМ (354845 6400)	То же, но в резиновой холодостойкой оболочке	То же	То же
КРМТ (358117 0100)	Кабель с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	Для монтажа с ограниченной подвижностью и фиксированного внутреннего монтажа тепловозов и тяговых агрегатов	ТУ 16.705.348-84
КРПСТ (358117 0200)	То же для подвижных соединений	Для присоединения к подвижным токоприемникам	То же
ПМУ (355114 1600)	Провод одножильный с резиновой усиленной изоляцией, в двухслойной оплетке, пропитанной противогнилостным составом	Присоединение тяговых электродвигателей и вспомогательных машин	ТУ 16.505.657-74
ППСРВМ (355114 3100)	Провод одножильный с резиновой изоляцией, в ПВХ холодостойкой оболочке	Монтаж при ограниченных перемещениях, присоединение к подвижным токоприемникам и фиксированный монтаж при воздействии смазочных масел и дизельного топлива	ГОСТ 6598-73
ППСРМ (354845 3800)	То же, но в резиновой холодостойкой оболочке	То же	То же
ППСРН (355114 4700)	То же, но в маслостойкой резиновой оболочке, не распространяющей горение	Фиксированный монтаж при воздействии смазочных масел и дизельного топлива	» »
ППСТ (355115 1000)	Провод нагревостойкий с изоляцией из кремнийорганической резины	Электрические сети подвижного состава в местах, где требуется повышенная нагревостойкость	ТУ 16.505.526-73
ПРМТ (358215 0300)	Провод с резиновой изоляцией и оболочкой	Для фиксированного монтажа и монтажа с ограниченной подвижностью и фиксированного внутреннего монтажа тепловозов и тяговых агрегатов	ТУ 16.705.348-84
ПРПСТ (358215 0400)	То же для подвижных соединений	То же для присоединения к подвижным токоприемникам	То же
ПС (355114 0100)	Провод с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Присоединение электрооборудования	ТУ 16.505.657-74
ППСРМО (355114 3900)	Провод в резиновой холодостойкой облегченной оболочке	Фиксированный монтаж и монтаж при ограниченных перемещениях при отсутствии воздействия смазочных масел и дизельного топлива	ГОСТ 6598-73
ПСШ (355114 2300)	Провод с резиновой изоляцией и оболочкой	Наружные проводки межэлектровозных и межвагонных соединений	ТУ 16.505.657-74
ПСЭО (355114 0200)	Провод многожильный с резиновой изоляцией в общей оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Внутренние соединения цепей управления электроподвижного состава	То же
ПСЭШ (354845 3600)	То же, в резиновой оболочке	Межтепловозные и межэлектровозные соединения цепей управления	» »
ПВЛТ (358212 3500)	Провод с медными жилами, с изоляцией из ПВХ пластиката, в лакированной оплетке	Фиксированный монтаж и монтаж с ограниченной подвижностью внутри тепловоза	ТУ 16.705.347-84
ПВЛТЭ (358212 3600)	То же, экранированный	То же	То же
ПВЛТ-1 (358212 3700)	То же, с утолщенной изоляцией	» »	» »
ПВЛТЭ-1 (358212 3800)	То же, экранированный	» »	» »
ПВЛТТ-1 (358212 3900)	То же, что ПВЛТ-1, нагревостойкий	» »	» »
ПВЛТТЭ-1 (358212 4200)	То же, экранированный	» »	» »

Таблица 12.2. **Сортамент кабелей и проводов для подвижного состава рельсового транспорта и троллейбусов**

Марка	Число жил	S, мм²	Напряжение кабелей и проводов, кВ	
			переменное частоты до 400 Гц	постоянное
КПСРВМ и КПСРМ	2, 3, 4, 7, 12, 16, 19, 24, 37	1,5 и 2,5	0,66	1,0
ППСРМО	1 и 2	0,5–6	0,66	1,0
ППСРМ, ППСРН	1	1,0–10	0,66; 1,5; 3,0	1,0; 2,5; 4,5; 6,0
и ППСРВМ	1	1–300	0,66; 1,5; 3,0; 4,0	1,0; 2,5; 4,5; 6,0
КРМТ и КРПСТ	2, 3, 5, 7, 16 24, 37	1,5 и 2,5	0,22	0,5
	3	6–50	0,66	1,0
ПРМТ	1	1,5–95	0,22	0,5
	1	1,5–300	0,66	1,0
	1	1,5–300	3,0	4,5
ПРПСТ	1	1,5–70	0,22	0,5
	1	1,5–300	0,66	1,0
	1	1,5–300	3,0	4,5
ПМУ	1	4–120	–	4,0
ППСТ	1	70, 95	–	4,0
ПСШ	1	1,5–300	–	3,0 и 4,0
ПС	1	1–300	–	1,0
	1	1,5–300	–	3,0 и 4,0
ПСЭО и ПСЭШ	16	2,5	–	1,0; 2,0
ПВЛТ, ПВЛТЭ	1	0,5–95	0,25	0,5
	2, 3	0,5–2,5		
ПВЛТ-1, ПВЛТЭ-1,	1	0,35–10	0,5	0,5
ПВЛТТ-1, ПВЛТТЭ-1	2, 3	0,5–2,5		

жилы проводов марок ППСРН, ППСРМ и ППСРВМ сечением выше 10 мм², предназначенные для питания подвижных токоприемников, поверх изоляции обматывают прорезиненной тканевой лентой или синтетической пленкой. Все изолированные жилы кабелей КПСРМ и КПСРВМ скручивают в одну сторону с шагом не более $10d$ и обматывают прорезиненной или непрорезиненной тканевой лентой. В каждом повиве многожильных кабелей две смежные жилы отличаются цветом изоляции друг от друга и от остальных жил данного повива.

Толщина оболочек, накладываемых на изолированные жилы, приведена в табл. 12.5–12.7. Допустимое отклонение толщины резиновой оболочки и ПВХ оболочки диаметром более 20 мм – 20%, диаметром до 20 мм – 15%. Кабели и провода всех марок на поверхности оболочки имеют выступающие продольные риски, причем на проводах ППСРН и ППСРВМ и кабелях КПСРВМ – одна риска, а на проводах ППСРМО, ППСРМ и кабелях КПСРМ – две риски. Внешний диаметр и расчетная масса кабелей и проводов приведены в табл. 12.8–12.10. Допустимое отклонение диаметра до 20 мм +10%, а более 20 мм +5%.

Таблица 12.3. **Конструктивные данные токопроводящих жил проводов и кабелей для подвижного состава и троллейбуса**

S, мм²	Число проволок и их диаметр	Число стрен
0,5	16×0,20	–
0,75	24×0,20 или 19×0,23	–
1,0	32×0,20 или 19×0,26	–
1,5	28×0,26 или 19×0,32	–
2,5	49×0,26	–
4	49×0,32	7
6	40×0,40 или 84×0,30	7
10	19×0,50 или 91×0,37	–
16	84×0,49	7
25	126×0,50	7(12)
35	189×0,49 или 190×0,49	7
35	189×0,49	7(27)
	или 190×0,49	10(19)
50	266×0,49	19
	или 259×0,49	37(7)
70	360×0,50	12
	или 323×0,52	19
95	361×0,58	19
120	342×0,67 или 323×0,68	19
150	405×0,68	15(27)
185	570×0,64	19(30)
240	732×0,64	12(61)
300	912×0,64	19(48)

Примечание. В скобках указано число проволок в стренге.

Таблица 12.4. **Конструктивные данные изолированных жил кабелей и проводов ППСРМО, ППСРМ, ППСРН, ППСРВМ, КПСРМ, КПСРВМ**

S, мм²	Толщина изоляции, мм, при переменном напряжении, кВ				Диаметр изолированной жилы, мм, при переменном напряжении, кВ			
	0,66	1,5	3,0	4,0	0,66	1,5	3,0	4,0
0,5	0,8	–	–	–	2,54	–	–	–
0,75	1,0	–	–	–	3,00	–	–	–
1,0	1,0	1,4	1,8	3,0	3,14	3,94	4,74	7,14
1,5	1,0	1,4	1,8	3,0	3,67	4,47	5,27	7,67
2,5	1,0	1,4	1,8	3,0	4,34	5,14	5,94	8,34
4	1,0	1,4	1,8	3,0	4,88	5,68	6,48	8,88
6	1,0	1,4	1,8	3,0	5,98	6,78	7,58	9,98
10	1,2	1,6	2,0	3,2	7,30	8,10	8,90	11,30
16	1,2	1,6	2,0	3,2	8,50	9,30	10,10	11,50
25	1,4	1,8	2,2	3,2	10,15	10,95	11,75	13,75
35	1,4	1,8	2,2	3,2	11,84	12,64	13,44	15,44
50	1,6	2,0	2,4	3,4	13,49	14,29	15,09	17,09
70	1,6	2,0	2,4	3,4	14,00	14,80	15,60	17,60
95	1,8	2,2	2,6	3,4	18,10	18,90	19,70	21,30
120	1,8	2,2	2,6	3,4	20,60	21,40	22,20	23,80
150	2,0	2,4	2,8	3,6	23,66	24,46	25,26	26,86
185	2,2	2,6	3,0	3,6	24,91	25,71	26,51	27,71
240	2,4	2,8	3,2	3,8	28,70	29,50	30,30	31,50
300	2,6	3,0	3,4	3,8	31,28	32,08	32,88	33,68

Таблица 12.5. **Толщина резиновой и ПВХ оболочек проводов для подвижного состава ППСРМО, ППСРМ, ППСРН, ППСРВМ**

S, мм²	Толщина резиновой или ПВХ оболочки проводов, мм					S, мм²	Толщина резиновой или ПВХ оболочки проводов, мм				
	ППСРМО	ППСРМ, ППСРН, ППСРВМ при переменном напряжении, кВ					ППСРМО	ППСРМ, ППСРН, ППСРВМ при переменном напряжении, кВ			
		0,66	1,5	3,0	4,0			0,66	1,5	3,0	4,0
1,0	0,6	1,5	1,5	1,5	1,7	50	–	2,0	2,0	2,0	2,0
1,5	0,6	1,5	1,5	1,5	1,7	70	–	2,0	2,0	2,0	2,5
2,5	0,6	1,5	1,5	1,5	1,7	95	–	2,0	2,0	2,5	2,5
4	0,6	1,5	1,5	1,7	1,7	120	–	2,5	2,5	2,5	2,5
6	0,6	1,7	1,7	1,7	1,7	150	–	2,5	3,0	3,0	3,0
10	0,6	1,7	1,7	1,7	2,0	185	–	3,0	3,0	3,0	3,0
16	–	1,7	1,7	2,0	2,0	240	–	3,0	3,0	3,0	3,0
25	–	1,7	2,0	2,0	2,0	300	–	3,0	3,0	3,0	3,0
35	–	1,7	2,0	2,0	2,0						

Таблица 12.6. **Толщина резиновой и ПВХ оболочек кабелей КПСРМ и КПСРВМ, мм**

Число жил	S, мм²	
	1,5	2,5
2	1,7	1,7
3	1,7	2,0
4	1,7	2,0
7	2,0	2,0
12	2,0	2,0
16	2,0	2,5
19	2,0	2,5
24	2,5	3,0
37	3,0	3,0

Таблица 12.7. **Толщина изоляции, мм, проводов с изоляцией из ПВХ пластиката**

S, мм²	ПВЛТ, ПВЛТЭ	ПВЛТ-1, ПВЛТЭ-1, ПВЛТТ-1, ПВЛТТЭ-1
0,35	–	0,35
0,50	0,60	0,45
0,75	0,60	0,45
1,0	0,70	0,50
1,5	0,70	0,55
2,5	0,70	0,60
4,0	0,80	0,70
6,0	0,80	0,75
10	1,0	0,75
16	1,0	–

Таблица 12.8. **Внешний диаметр и масса проводов ПСРМО**

S, мм²	D, мм, при $U_{ном}$, кВ				g, кг/км, при $U_{ном}$, кВ			
	0,66	1,5	3,0	4,0	0,66.	1,5	3,0	4,0
1,0	4,6	5,3	6,1	8,5	32,9	43,0	55,4	104
1,5	4,9	5,7	6,5	8,9	40,0	50,9	64,3	115
2,5	5,6	6,3	7,1	9,5	55,8	68,1	83,0	139
4	6,1	6,9	7,7	10,1	72,6	86,3	102	161
6	7,2	8,0	8,0	11,2	102	119	137	205
10	8,5	9,3	10,1	12,5	152	171	193	269

Таблица 12.9. **Внешний диаметр и масса проводов ППСРМ, ППСРН, ППСРВМ**

S, мм²	D, мм, при $U_{ном}$, кВ				g, кг/км, при $U_{ном}$, кВ			
	0,66	1,5	3,0	4,0	0,66	1,5	3,0	4,0
1	6,4	7,1	7,9	10,7	52,4	65,0	80,2	146
1,5	6,7	7,5	8,3	11,1	60,6	74,4	90,5	159
2,5	7,4	8,1	8,9	11,7	78,9	93,6	111	185
4	7,9	8,7	9,9	12,3	97,4	114	141	210
6	9,0	10,2	11,0	13,4	131	158	180	258
10	10,7	11,5	12,3	15,3	194	216	242	346
16	12,5	13,3	14,7	17,1	280	307	354	451
25	14,8	15,6	16,4	18,4	417	448	483	578
35	16,5	17,2	18,0	20,0	543	577	616	721
50	18,1	18,3	19,7	22,2	705	745	787	902
70	20,8	21,6	22,4	25,4	937	982	1032	1212
95	22,7	23,5	25,3	26,9	1235	1284	1388	1504
120	26,2	27,0	27,8	29,4	1536	1594	1655	1785
150	29,3	31,1	31,9	33,5	1901	2025	2094	2244
185	31,6	32,3	33,1	34,3	2350	2418	2491	2604
240	35,3	36,1	36,9	38,1	2955	3032	3115	3243
300	37,9	38,7	39,5	40,3	3588	3672	3760	3851

Таблица 12.10. **Внешний диаметр и масса кабелей КПСРМ и КПСРВМ**

Число жил	D, мм				g, кг/км			
	$S = 1,5$ мм²		$S = 2,5$ мм²		$S = 1,5$ мм²		$S = 2,5$ мм²	
	КПСРМ	КПСРВМ	КПСРМ	КПСРВМ	КПСРМ	КПСРВМ	КПСРМ	КПСРВМ
2	11,3	11,4	12,5	12,8	133	134	170	174
3	11,8	12,0	13,1	14,0	167	169	218	240
4	12,8	12,9	14,8	15,2	206	207	289	296
7	15,5	15,7	17,3	17,7	332	334	444	453
12	19,2	20,0	22,2	22,8	522	524	709	724
16	21,7	22,0	25,5	26,2	661	664	856	979
19	22,8	23,2	26,8	27,5	763	766	1103	1129
24	27,4	27,9	32,0	32,9	1000	1007	1433	1466
37	32,1	32,6	36,2	37,3	1500	1508	2062	2111

Строительная длина кабелей и проводов – не менее 100 м. Допускается поставка длиной не менее 20 м в количестве не более 20% партии.

12.3. ПРОВОДА ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ВЫПУСКАЕМЫЕ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Провода ПСЭО, ПСЭШ, ПМУ, ПСШ, ПС предназначены для силовых цепей, освещения, управления и сигнализации при температуре от −40 до + 70 °С, провод ППСТ (нагревостойкий) от −50 до +180 °С. Провода марок ПСЭО, ПСЭШ, ПМУ, ПСШ и ПС применяют в сетях постоянного напряжения от 1 до 4 кВ, провод ППСТ – на постоянное напряжение 4 кВ, переменное или пульсирующее напряжение 2 кВ. Токопроводящие жилы проводов ПСЭО, ПСЭШ, ПМУ, ПСШ, ПС, ППСТ соответствуют конструкциям, приведенным в табл.

Таблица 12.11. **Внешний диаметр и масса проводов марок ПВЛТ, ПВПТЭ, ПВЛТ-1, ПВЛТЭ-1, ПВЛТТ-1 и ПВЛТТЭ-1**

$n \times S$, мм²	ПВЛТ		ПВЛТЭ		ПВЛТ-1, ПВЛТТ-1		ПВЛТЭ-1, ПВЛТТЭ-1	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
1×0,35	–	–	–	–	2,4	7	3,1	20
1×0,5	3,4	11	3,9	20	2,7	10	3,3	23
1×0,75	3,6	15	4,2	13	2,9	12	3,5	29
1×1,0	4,0	18	4,5	17	3,2	17	3,8	33
1×1,5	4,5	25	5,0	37	3,6	23	4,4	61
1×2,5	5,1	38	5,6	51	4,1	35	5,0	68
1×4	5,7	52	6,3	78	5,0	50	5,8	86
1×6	6,5	78	7,4	76	6,2	76	7,0	117
1×10	8,4	128	9,2	168	7,4	127	8,6	198
1×16	10,1	196	11,0	238	–	–	–	–
1×25	11,9	273	12,8	323	–	–	–	–
1×35	13,6	404	14,5	460	–	–	–	–
1×50	15,6	553	16,5	621	–	–	–	–
1×70	19,4	759	20,0	839	–	–	–	–
1×95	19,4	1013	22,0	1163	–	–	–	–
2×0,5	7,6 или 4,3×7,6	26	7,6 или 4,3×7,6	54	–	–	–	–
2×0,75	8,0 или 4,5×8,0	33	8,0 или 4,5×8,0	63	–	–	–	–
2×1,0	8,8 или 4,8×8,8	41	8,8 или 4,8×8,8	72	–	–	–	–
2×1,5	9,8 или 5,4×9,8	57	9,8 или 54×9,8	91	–	–	–	–
2×2,5	11,0 или 5,9×11,0	82	11,0 или 5,9×11,0	122	–	–	–	–
3×0,5	8,0	38	8,1	67	–	–	–	–
3×0,75	8,5	48	8,6	78	–	–	–	–
3×1,0	9,4	60	9,5	94	–	–	–	–
3×1,5	10,3	83	10,4	119	–	–	–	–
3×2,5	11,7	121	11,8	163	–	–	–	–

Таблица 12.12. **Конструктивные данные изолированных жил проводов ПС, ПСШ, ПМУ, ПСЭО, ПСЭШ**

S, мм²	Токопроводящая жила				Толщина изоляции, мм, при постоянном напряжении, кВ				Диаметр изолированной жилы, мм, при постоянном напряжении, кВ			
					1,0	3,0	4,0		1,0	3,0	4,0	
	Число проволок	d проволоки, мм	d жилы, мм	Масса меди, кг/км	ПС	ПС	ПС, ПСШ	ПМУ	ПС	ПС	ПС, ПСШ	ПМУ
1	7	0,42	1,26	0,36	1,0	–	–	–	3,29	–	–	–
1,5	19	0,32	1,60	13,9	1,0	1,8	3,0	–	3,60	5,2	2,60	–
2,5	19	0,42	2,10	22,9	1,0	1,8	3,0	–	4,05	5,65	8,05	–
4	19	0,52	2,60	36,8	1,0	1,8	3,0	4,3	4,60	6,20	8,60	11,20
6	19	0,64	3,20	55,7	1,0	1,8	3,0	4,3	5,20	6,80	9,20	11,80
10	49	0,52	4,68	95,6	1,2	2,0	3,2	4,3	7,08	8,68	11,08	13,28
16	84	0,49	6,10	145	1,2	2,0	3,2	4,3	8,50	10,10	12,50	14,70
25	133	0,49	7,35	230	1,4	2,2	3,2	4,3	10,15	11,75	13,75	15,95
35	189	0,49	9,04	323	1,4	2,2	3,2	4,3	11,84	13,44	15,44	17,64
50	259	0,49	10,3	449	1,6	2,4	3,4	4,3	13,50	15,10	17,10	18,90
70	259	0,58	12,2	629	1,6	2,4	3,4	4,3	15,40	17,00	19,00	20,80
95	259	0,68	14,3	864	1,8	2,6	3,4	4,3	17,90	19,50	21,10	22,90
120	323	0,68	17,0	1089	1,8	2,6	3,4	4,3	20,60	22,20	23,80	25,60
150	405	0,68	18,1	1383	2,0	2,8	3,6	–	22,10	23,70	25,30	–
185	570	0,64	20,5	1685	2,2	3,0	3,6	–	24,90	26,50	27,80	–
240	732	0,64	23,9	2164	2,4	3,2	3,8	–	28,70	30,30	31,50	–
300	912	0,64	26,1	2696	2,6	3,4	3,8	–	31,30	32,90	33,70	–

Примечание. Провода ПСЭО, ПСЭШ сечением 2,5 мм² на напряжение 2,0 кВ имеют толщину изоляции 1,5 мм и диаметр изолированной жилы 5,1 мм.

12.12 и 12.13. Шаг скрутки проволок в стренгу – не более 30 *d*, скрутки внутренних повивов – не более 25 *d*, а внешнего повива – не более 16 *d*. Жилы проводов ПСЭО, ПСЭШ, ПМУ, ПСШ и ПС изолируют резиной РТИ-2 по ОСТ 16.0.505.015-79 и обматывают прорезиненной тканью. На провод ПС поверх обмотки тканевой лентой накладывают один слой оплетки, а на провод ПМУ – два слоя оплетки хлопчатобумажной пряжей, пропитанные противогнилостным составом. На провод ПСШ поверх обмотки тканевой лентой накладывают резиновую оболочку. Допускается замена обмотки тканевой лентой – оплеткой хлопчатобумажной пряжей.

16 обмотанных изолированных жил проводов ПСЭО и ПСЭШ скручивают с заполнением промежутков между жилами, обматывают лентой прорезиненной ткани, затем провода ПСЭО оплетают хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 90% и пропитывают противогнилостным составом, а поверх провода ПСЭШ накладывают оболочку из резины типа РШ-2.

Толщина резиновой оболочки проводов ПСШ и ПСЭШ с допуском до –20%:

Диаметр провода под оболочкой, мм	До 12	12–20	20–40	Свыше 40
Толщина оболочки, мм	1,5	2,0	2,5	3,0

Допускается токопроводящие жилы всех марок проводов сечением до 10 мм², за исключением провода ПСЭШ на напряжение 2 кВ, изготовлять без обмотки лентой прорезиненной ткани. В каждом повиве жил проводов ПСЭО и ПСЭШ две соседние жилы (счетная пара) имеют отличительную расцветку или пронумерованы. Токопроводящую жилу провода ППСТ изолируют кремнийорганической резиной, обматывают лентой резиностеклоткани и оплетают стеклонитью плотностью не менее 90% и пропитывают кремнийорганическим лаком или нагревостойкой эмалью. Предельное отклонение от номинальной толщины изоляции проводов всех марок не более –10%, а оболочки –20%. Допуск на внешний диаметр проводов – не более +10%.

Внешние размеры и масса проводов приведены в табл. 12.14 и 12.15.

Строительная длина проводов ПСЭО, ПСЭШ, ПМУ, ПСШ, ПС не менее 100 м. Допускается поставка маломерных отрезков длиной на менее 20 м в количестве не более 20% партии. Провода ППСТ поставляют строительной длиной не менее 5 м.

Провода с изоляцией из ПВХ пластиката в лакированной оплетке предназначены для фиксированного монтажа и монтажа с ограниченной подвижностью внутри тепловозов и других объектов подвижного состава при переменном напряжении до 250 В частоты до 2000 Гц или при постоянном напряжении 500 В. Вид климатического исполнения – УХЛ категории 1 по ГОСТ 15150-69.

Номенклатура и сортамент проводов приведены в табл. 12.1 и 12.2.

Токопроводящие жилы проводов соответствуют: классу 3 – для сечений 0,75 и от 25 до 95 мм²; классу 4 – для сечений 0,35; 0,50; 1,0–6,0 и 16 мм²; классу 5 – для сечения 10 мм². Жилы изолируют ПВХ пластикатом белого цвета – для проводов ПВЛТ и ПВЛТЭ; голубого и синего – для проводов ПВЛТ-1 и ПВЛТЭ-1 и черного цвета для проводов ПЛТТ-1 и ПЛТТЭ-1. Толщина изоляции указана в табл. 12.7, предельное отклонение для проводов сечением до 1,0 мм² – 0,05 мм, для остальных сечений 0,1 мм. Поверх изоляции накладывают оплетку из хлопчатобумажной пряжи с коэффициентом поверхностной плотности не менее 90%. Оплетка выполняется сплошной расцветки: белой (Б), голубой (Г), желтой (Ж) или красной (К).

Оплетку одножильных проводов лакируют этилцеллюлозным или нитроцеллюлозным лаком.

Многожильные провода скручивают из одножильных проводов марки ПВЛТ и скрепляют оплеткой из хлопчатобумажной пряжи темных цветов. Двухжильные провода могут изготавливать с параллельно уложен-

Таблица 12.13. **Конструктивные данные изолированных жил провода ППСТ**

S, мм²	Число проволок	Диаметр проволок, мм	Диаметр жилы, мм	Масса меди, кг/км	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм
70	189	0,68	12,55	630	3,2	19,0
95	259	0,68	14,28	864	3,2	20,7

Таблица 12.14. **Внешний диаметр и масса проводов ПС, ПСШ, ПМУ**

S, мм²	D, мм, при $U_{иом}$, кВ						g, кг/км, при $U_{иом}$, кВ					
	1,0	3,0		4,0			1,0	3,0		4,0		
	ПС	ПС	ПСШ	ПС	ПСШ	ПМУ	ПС	ПС	ПСШ	ПС	ПСШ	ПМУ
1	4,0	–	–	–	–	–	28	–	–	–	–	–
1,5	4,3	6,5	8,8	9,1	10,6	–	35	57	105	109	165	–
2,5	4,8	7,0	9,3	9,6	11,2	–	48	72	121	130	180	–
4	5,4	7,5	9,8	10,1	11,6	13,6	67	90	140	152	210	342
6	5,9	8,3	10,4	10,7	12,2	14,2	87	120	172	183	249	390
10	8,6	10,2	12,3	12,6	14,8	15,9	160	203	248	285	334	434
16	10,0	11,6	13,7	14,0	17,2	17,4	225	278	335	360	460	543
25	11,7	13,3	16,4	15,3	18,5	19,3	339	395	485	485	580	647
35	13,3	14,9	18,0	16,9	20,2	21,8	450	520	620	610	720	889
50	15,0	16,6	19,7	19,5	22,0	23,1	603	680	780	811	910	990
70	17,3	19,4	21,6	21,4	24,0	25,0	803	920	1010	1040	1144	1347
95	20,4	21,9	25,1	23,5	27,0	27,1	1120	1230	1378	1320	1495	1660
120	23,0	24,6	27,8	26,2	29,8	29,8	1370	1502	1665	1600	1785	1972
150	26,0	27,6	30,8	29,2	32,8	–	1740	1855	2020	1970	2170	–
185	27,4	28,9	32,1	30,1	33,7	–	2075	2235	2443	2340	2548	–
240	31,4	32,7	35,9	33,9	37,5	–	2675	2835	3065	2945	3183	–
300	33,7	35,3	38,5	36,1	39,7	–	3290	3505	3700	3540	3795	–

Таблица 12.15. **Внешний диаметр и масса проводов ПСЭО, ПСЭШ, ППСТ**

S, мм²	D, мм, при $U_{ном}$, кВ					g, кг/км, при $U_{ном}$, кВ				
	ПСЭО		ПСЭШ		ППСТ	ПСЭО		ПСЭШ		ППСТ
	1,0	2,0	1,0	2,0		1,0	2,0	1,0	2,0	
2,5	21,3	26,0	26,6	34,1	–	780	1035	990	1315	–
70	–	–	–	–	19,7	–	–	–	–	913
95	–	–	–	–	21,4	–	–	–	–	1176

Таблица 12.16. **Классы токопроводящих жил кабелей КРМТ, КРПСТ и проводов ПРМТ и ПРПСТ**

S, мм²	Классы жил	
	КРМТ, ПРМТ	КРПСТ, ПРПСТ
1,5	4	4 и 5
2,5	4	5
4	4	4
6	3	4 или 5
10	4	4 или 5
16	4	4
25	4	4
35	4	4
50	4	4
70	4	4
95	4	4
120	4	4
150	4	4
185	4	4
240	4	4
300	4	4

Таблица 12.17. **Толщина изолиции кабелей КРМТ и КРПСТ и проводов ПРМТ и ПРПСТ, мм**

S, мм²	Переменное напряжение, кВ		
	0,22	0,66	3,0
1,5	0,6	1,0	1,8
2,5	0,8	1,0	1,8
4	0,8	1,0	1,8
6	1,0	1,0	1,8
10	1,0	1,2	2,0
16	1,2	1,2	2,0
25	1,2	1,4	2,2
35	1,4	1,4	2,2
50	1,4	1,6	2,4
70	1,6	1,6	2,4
95	–	1,8	2,6
120	–	1,8	2,6
150	–	2,0	2,8
185	–	2,2	3,0
240	–	2,4	3,2
300	–	2,6	3,4

ными жилами. Экранирующая оплетка одножильных и многожильных проводов выполняется из медных луженых проволок диаметром 0,12–0,26 мм.

Внешний диаметр и масса проводов указаны в табл. 12.11. Строительная длина неэкранированных проводов – не менее 20 м, экранированных – не менее 10 м. Кабели КРМТ и КРПСТ, а также провода ПРМТ и ПРПСТ с медными жилами и резиновой

изоляцией в резиновой оболочке изготовляют также в климатическом исполнении УХЛ и Т категории I по ГОСТ 15150-69.

Токопроводящие жилы кабелей и проводов соответствуют требованиям ГОСТ 22483-77, а их конструкции классам согласно табл. 12.16. На токопроводящие жилы накладывают синтетическую пленку, разрушение которой не является браковочным признаком. Жилы проводов сечением до 50 мм² включительно всех кабелей могут не обматываться пленкой.

Толщина изоляции из резины типа РТЭПИ-1 по ОСТ 160.505.015-79 отвечает значениям, указанным в табл. 12.17. Допустимые отклонения -10%.

На изолированные жилы проводов ПРПСТ сечением свыше 10 мм² накладывают сепаратор из ПЭТФ пленки или прорези-

Таблица 12.18. **Толщина изоляции кабелей КРМТ и КРПСТ и проводов ПРМТ и ПРПСТ**

Диаметр кабеля и провода под оболочкой, мм	Толщина, мм
До 6	1,5
От 6 до 10	1,7
От 10 до 15	2,0
От 15 до 20	2,0
От 20 до 25	2,5
От 25 до 30	3,0
От 30 до 40	3,0
От 40 до 50	4,0
Свыше 50	4,5

Примечание. Провода ПРМТ и ПРПСТ на напряжение 0,22 кВ сечений до 6 мм² имеют оболочку толщиной 0,6 мм; сечений от 10 до 35 мм² – 0,8 мм; сечений от 50 до 95 мм² – 1,0 мм

Таблица 12.19. **Внешний диаметр и масса проводов ПРМТ и ПРПСТ**

S, мм²	Переменное напряжение, кВ								
	0,22			0,66			3,0		
	D, мм	g, кг/км		D, мм	g, кг/км		D, мм	g, кг/км	
		ПРМТ	ПРПСТ		ПРМТ	ПРПСТ		ПРМТ	ПРПСТ
1,5	4,1	38,5	38,5	6,8	70,3	70,3	8,3	101	101
2,5	5,1	43,6	43,6	7,5	89,8	8,9	8,9	123	123
4	5,8	59,2	59,2	8,0	109	109	9,9	155	155
6	6,8	86,0	86,0	9,0	145	145	11,0	196	196
10	8,5	133	133	10,3	212	212	12,3	258	258
16	9.8	180	189	12,6	287	301	14,7	362	379
25	11,4	269	280	14,9	429	446	16,5	491	509
35	13,9	359	371	17,3	572	591	18,8	644	664
50	15,7	464	477	18,7	739	760	20,2	817	839
70	17,9	598	611	20,9	952	974	22,4	1038	1061
95	19.8	785	–	22,8	1249	1276	25,4	1410	1437
120	–	–	–	26,3	1570	1597	27,8	1678	1708
150	–	–	–	29,4	1936	1966	31,8	2141	2173
185	–	–	–	31,6	2485	2499	33,1	2533	2568
240	–	–	–	35,4	3011	3049	36,9	3156	3195
300	–	–	–	38,0	3643	3683	39,5	3799	3840

Таблица 12.20. **Внешний диаметр и масса кабелей КРМТ и КРПСТ**

Число жил	Переменное напряжение, кВ									
	0,22						0,66			
	$S = 1{,}5$ мм²			$S = 2{,}5$ мм²			S, мм²	D, мм	g, кг/км	
	D, мм	g, кг/км		D, мм	g, кг/км				КРМТ	КРПСТ
		КРМТ	КРПСТ		КРМТ	КРПСТ				
2	10,6	104	134	11,9	138	174	6	17,5	609	622
3	11,1	137	169	12,5	202	240	10	20,4	893	910
5	13,9	345	378	15,2	335	378	16	23,0	1187	1207
7	14,5	289	334	16,4	400	453	25	27,5	1652	1673
16	20,2	594	664	23,1	897	979	35	33,8	2178	2203
24	25,5	918	1007	29,2	1362	1466	50	36,8	2736	2765
37	28,8	1405	1508	34,2	1989	2111				

ненной ткани. Скрученные изолированные жилы кабелей КРПСТ обматывают лентой прорезиненной ткани и лентой ПЭТФ. На одножильные и многожильные кабели и провода накладывают резиновую оболочку. Значения толщины оболочек приведены в табл. 12.18. Допустимое отклонение от толщины −20%. На провода ПРМТ сечением до 10 мм² включительно резиновые изоляцию и оболочку накладывают одновременно.

Строительные длины проводов и кабелей ПРМТ, ПРПСТ, КРМТ и КРПСТ – не менее 50 м. Допускается поставка длинами не менее 20 м в количестве не более 20% партии. Внешний диаметр и масса проводов и кабелей приведены в табл. 12.19, 12.20.

12.4. ПАРАМЕТРЫ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Изолированные жилы кабелей КПСРВМ и КПСРМ испытывают после выдержки в воде в течение 6 ч переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Допускается испытание жил кабелей на АСИ переменным напряжением, значения которого приведены ниже:

S, мм²	0,5	0,75–6	10–16
Испытательное напряжение, кВ	5,0	6,0	2,0
S, мм²	25–35	50–120	150 и выше
Испытательное напряжение, кВ	8,0	9,0	10,0

В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин.

Провода ППСРВМ, ППСРМ, ППСРМО и ППСРН на напряжение 660 В испытывают в готовом виде после 6 ч выдержки в воде переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин; провода на напряжение 1,5 кВ напряжением 4 кВ; на напряжение 3 кВ – напряжением 7 кВ и на напряжение 4 кВ – напряжением 9 кВ.

Кабели и провода в смонтированном виде должны выдержать испытание переменным напряжением, равным 2,5 кВ, в течение 1 мин.

Изолированные жилы проводов ПМУ, ПС, ПСЭО, ПСЭШ на напряжение 1000 В после 6 ч пребывания в воде испытывают в течение 5 мин переменным напряжением частоты 50 Гц:

Номинальное напряжение, кВ	1	2	3	4
Испытательное напряжение, кВ	2	4	6	8

Провод ПСШ испытывают этими же напряжениями, но в готовом виде. Провода ПСЭО и ПСЭШ на напряжение 1 кВ испытывают в готовом виде переменным напряжением 2 кВ в течение 5 мин, а на напряжение 2 кВ – напряжением 4 кВ, приложенным между жилами без погружения их в воду. Изолированные жилы нагревостойкого провода ППСТ испытывают после 6 ч пребывания в воде переменным напряжением 5 кВ в течение 5 мин. Допускается испытание на АСИ переменным напряжением 16 кВ. Сопротивление изоляции при температуре 20 °С не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·км.

Изолированные жилы кабелей КРМТ и КРПСТ, а также провода ПРМТ и ПРПСТ в готовом виде испытывают с выдержкой в воде в течение 6 ч переменным напряжением:

Номинальное напряжение, кВ	0,22	0,66	3,0
Испытательное напряжение, кВ	1,5	2,5	7,0

Изолированные жилы кабелей КРМТ и КРМСТ и провод ПРМТ могут испытываться на импульсном АСИ с щеточным контактным электродом.

Кабели в готовом виде испытывают переменным напряжением, указанным выше после 24 ч пребывания в воде. Кабели и провода КРМТ, КРМСТ, ПРМТ и ПРПСТ испытывают в течение 15 мин переменным напряжением:

Номинальное напряжение, кВ	0,22	0,66	3,0
Испытательное напряжение, кВ	2,0	3,0	12,0

Сопротивление изоляции этих кабелей и проводов, Ом·км:

S, мм²	При 20 °С	60 °С	90 °С
До 16	200	50	2
Свыше 16	100	25	2,5

Удельное поверхностное сопротивление оболочек кабелей не менее 10^{10} Ом.

Кабели и провода стойки к вертикальным колебаниям с частотой от 1 до 3 Гц с ускорением до 3 м/с², вибрациям с частотой от 3 до 100 Гц с ускорением до 150 м/с², к ударным нагрузкам с ускорением до 150 м/с², к одновременным изгибам и закручиваниям.

Кабели КРМТ и провода ПРМТ стойки к механическим воздействиям по группе М-25, а кабели и провода КРПСТ и ПРПСТ – по группе М-27 по ГОСТ 17516-72. Кабели КРПСТ и провода ПРПСТ в течение срока службы выдерживают изгиб на угол 30° на

радиус не более 155 мм с одновременным закручиванием на угол ±0,35° на 1 см. Количество циклов знакопеременных изгибов с закручиванием в указанных условиях – не более $1{,}05 \cdot 10^8$ за период срока службы. Кабели КРМТ и провода ПРМТ стойки к изгибу при температуре −40 °С. Провода ПРПСТ и ПРМТ стойки к продавливанию.

Кабели и провода всех марок могут работать при воздействии относительной влажности до 98% при температуре до 40 °С и при резких сменах температур от +75 до −50 °С в течение 1 ч, а провода и кабели КРМТ, ПРМТ, КРПСТ и ПРПСТ – от +90 до −60 °С. Эти же кабели и провода устойчивы к длительному воздействию относительной влажности (95±3)% при температуре (40±5) °С, причем после длительного воздействия указанной влажности сопротивление изоляции при температуре 20 °С проводов сечением от 16 до 300 мм² не менее $10 \cdot 10^6$ Ом км, сечением 4–16 мм² – $20 \cdot 10^6$ Ом·км, сечением 1,5 и 2,5 мм² – $40 \cdot 10^6$ Ом·км.

Кабели и провода озоностойки и холодостойки, стойки к смазочным маслам и дизельному топливу (кроме проводов ППСРМО, ППСРМ, КПСРМ), к воздействию дождя, плесневых грибов и выпадению инея, абразивному воздействию пыли.

Провода и кабели ППСРН, ППСРВМ, КПСРВМ, КРМТ, ПРМТ, КРПСТ и ПРПСТ не распространяют горение. Кабели и провода КРМТ, ПРМТ, КРПСТ, ПРПСТ допускают длительный нагрев жил до 90 °С. При прокладке в пучках при нагреве до температуры 250 °С в течение 15 мин они не спекаются.

Изолированные жилы проводов ПВЛТ, ПВЛТЭ, ПВЛТ-1, ПВЛТЭ-1, ПВЛТТ-1 и ПВЛТТЭ-1 испытываются переменным напряжением 4000 В частоты 50 Гц по категории ЭИ-2 ГОСТ 23286-78.

Готовые провода должны выдерживать испытание переменным напряжением 1500 В по категории ЭИ-1. Электрическое сопротивление изоляции 1 км провода при температуре 20 °С для сечений до 4 мм включительно должно быть не менее $0{,}5 \cdot 10^6$ Ом, а свыше 4 мм² – не менее $0{,}01 \cdot 10^6$ Ом.

Провода устойчивы к следующим механическим нагрузкам: вибрациям в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с ускорением до 1960 м/с²; многократным ударам с ускорением до 1470 м/с² при длительности удара от 1 до 3 мс; линейным нагрузкам с ускорением до 1470 м/с².

Провода ПВЛТ, ПВЛТЭ, ПВЛТЭ-1 и ПВЛТ-1 рассчитаны на тепловую нагрузку на жиле до +70 °С, а провода ПВЛТТ-1 и ПВЛТТЭ-1 – до +90 °С.

РАЗДЕЛ ТРИНАДЦАТЫЙ

ПРОВОДА АВИАЦИОННЫЕ, АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ТРАКТОРНЫЕ

13.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода высокого напряжения предназначены для соединения приборов системы зажигания авиационных, автомобильных и тракторных двигателей, а провода низкого напряжения – для монтажа бортовой сети летательных аппаратов, автомашин, тракторов и других транспортных средств.

Номенклатура авиационных, автомобильных и тракторных проводов приведена в табл. 13.1.

13.2. ПРОВОДА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Провода высокого напряжения для системы зажигания изготовляют одножильными с резиновой, ПВХ, фторопластовой изоляцией. Краткие сведения о конструкциях, внешнем диаметре и массе проводов высокого напряжения приведены в табл. 13.2, а строительные длины проводов – в табл. 13.3. Ниже приводятся некоторые дополнительные сведения о проводах.

Провод ПВВ (рис. 13.1) после 6 ч пребывания в воде при температуре 20 °С испытывают переменным напряжением 20 кВ частоты 50 Гц в течение 5 мин или 22 кВ на АСИ. Пробивное переменное напряжение после 6 ч выдержки в воде при температуре (20±5) °С не менее 30 кВ частоты 50 Гц. Провод испытывают переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц. Провод испытывают переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц на одних и тех же образцах: а) в течение 5 мин после 4 ч пребывания в воде при температуре (85±3) °С; б) в течение 2 ч после 40 ч пребы-

Таблица 13.1. **Номенклатура авиационных автомобильных и тракторных проводов**

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
		Провода высокого напряжения	
ПВВ (358412 0804)	С медной жилой, с изоляцией из ПВХ пластиката	Соединение приборов системы зажигания двигателей автомобилей, тракторов и мотоциклов для работы при температуре от −40 до +70 °С	ГОСТ 14867-79
ПВРВ (358415 0101)	С медной луженой жилой, с резиновой изоляцией, в ПВХ оболочке	То же	То же
ПВЛ (358371 0100)	С резиновой изоляцией, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, лакированный	То же, двигателей авиационного типа	ТУ 16.505.438-73
ПВЛЭ (358371 0200)	То же, экранированный	То же	То же
ПВС-5 (358372 0100)	Со стальной жилой, с изоляцией и в оболочке из резины, диаметром 5 мм	Для подведения импульсов напряжения от распределителя к свечам авиационных двигателей	ТУ 16.505.343-72
ПВС-7 (358372 0100)	То же, диаметром 7 мм	То же	То же
ПВС-9 (358372 0300)	То же, диаметром 9 мм	Для подведения импульсов напряжения от магнето к распределителю	» »
ПВЗС-25 (358371 7001)	С изоляцией и в оболочке из кремнийорганической резины	Для работы в цепях автомобильных систем зажигания при импульсном напряжении до 25 кВ в диапазоне температур от −60 до +155 °С с допустимым превышением температуры до 170 °С	ТУ 16.505.659-80
ПВВП (358462 0200)	Со спиральной жилой из проволоки сплава ЧОН, с ПВХ изоляцией, помехоподавляющий	Для применения во вторичной цепи высокого напряжения системы зажигания автомобилей	ТУ 16.505.482-82
ПВЛУ (358371 0300)	То же, что ПВЛ, с утоненной резиновой изоляцией	Для соединения приборов системы зажигания авиационных двигателей	ТУ 16.505.438-73
ПВЛУЭ (358371 0400)	То же, экранированный	То же	То же
		Провода низкого напряжения	
		Авиационные	
БИН (358337 7100)	С жилами из медных посеребренных проволок и стеклофторопластовой изоляцией, бортовой износонагревостойкий	Для фиксированного монтажа и работы в бортовой электрической сети авиационной техники при переменном напряжении до 250 В частоты до 2000 Гц или постоянном напряжении 350 В при температуре от −60 до +250 °С	ТУ 16.505.620-74
БИН-Н (358337 2300)	То же, с жилой из медных никелированных проволок	То же	То же
БИНЭ (358337 7200)	То же, с жилой и экраном из медных посеребренных проволок	» »	» »
БИНЭЗ (358337 7300)	То же, с защитным покрытием	» »	» »
БИНЭЗ-Н	То же, с жилой и экраном из медных никелированных проволок, с защитным покрытием	» »	» »
БИНЭ-Н	То же, без защитного покрытия	» »	» »
БПВЛ (358311 0100)	С медной луженой жилой, с ПВХ изоляцией, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, лакированный	Для монтажа аппаратуры бортовой электрической сети, на переменное напряжение до 250 В частоты до 2000 Гц или постоянное напряжение до 500 В при температуре от −60 до +70 °С	ТУ 16.505.911-76

Продолжение табл. 13.1

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
БПВЛА (3583150100)	То же, с жилой из алюминиевых проволок	То же	ТУ 16.505.911-76
БПВЛМ (3583110200)	С медной луженой жилой, в комбинированной оплетке из стеклянных и капроновых нитей, малогабаритный	» »	То же
БПВЛМЭ (3583130200)	То же, экранированный	» »	» »
БПВЛЭ (3583130100)	То же, что БПВЛ, экранированный	» »	» »
БПГРЛ (3583456200)	С жилой из медных посеребренных проволок, с резиновой изоляцией, в оплетке из лавсановых нитей, гибкий	Для монтажа участков бортовой электрической сети авиационной техники, подвергающихся изгибам в местах перехода проводки с неподвижного положения в подвижное при переменном напряжении до 250 В частоты до 1000 Гц или постоянном напряжении до 350 В при температуре от −60 до +125 °С	ТУ 16.505.124-78
БСФО (3583322600)	С медной жилой, с изоляцией из фторопласта Ф-4 и стекловолокна, в оплетке хлопчатобумажной пряжей	Для использования в сетях переменного или постоянного напряжения частоты до 5000 Гц в условиях одноразовых местных превышений температуры жилы до 350 °С в течение 3 ч при температуре от −60 до +80 °С	ТУ 16.505.311-72
БСФЭ (3583322700)	То же, в оплетке медными луженными проволоками	То же для работы до 3 ч при температуре от −60 до +400 °С	То же
КВСК (3583216900)	С жилами из медных луженых проволок, с ПВХ изоляцией, трехжильный, в оплетках из стеклянных и капроновых нитей	Для фиксированного монтажа бортовой сети авиационной техники постоянного или переменного напряжения до 250 В частоты до 100 Гц при температуре от −60 до +70 °С	ТУ 16.505.243-82
ПТЛА (3583340100)	С алюминиевой жилой с изоляцией Ф-4, в оплетке стеклонитью, лакированный	Для фиксированного монтажа авиационной техники на постоянное или переменное напряжение 250 В частоты до 5000 Гц, работающей при температуре от −60 до +250 °С	ТУ 16.505.520-73
ПТЛ-200 (3583328000)	С жилой из медных луженых проволок, с изоляцией, из фторопласта Ф-4, в оплетке стеклонитью, лакированный нагревостойкостью до 200 °С	Для фиксированного монтажа бортовой электрической сети авиационной техники на переменное напряжение до 250 В частоты до 5 кГц или постоянным напряжением 250 В, работающей при температуре от −60 до +200 и 250 °С	ТУ 16.505.280-79
ПТЛ-250 (3583328200)	То же с жилой из медных посеребренных проволок, нагревостойкостью до 250 °С	То же	То же
ПТЛЭ-200 (3583328100)	То же, что марка ПТЛ-200, экранированный	» »	» »
ПТЛЭ-250 (3583328300)	То же, что марка ПТЛ-250, экранированный	» »	» »
	Автомобильные и тракторные		
ЛПРГС (3583610100)	С медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, лакированный	Электрические сети на переменное напряжение до 220 В частоты 50 Гц при температуре от −50 до +50 °С (только для ремонтных целей)	ГОСТ 2262-75
ЛПРГСЭ (3583620200)	То же, экранированный	То же, где требуется экранирование	ГОСТ 2262-75

Продолжение табл. 13.1

Марка (код ОКП)	Наимеиоваиие	Область применения	ГОСТ, ТУ
ПВА (35 8412 0500)	С медной жилой, ПВХ изоляцией, нагревостойкий, гибкий	Для соединеиия автотракторного электрооборудоваиия и приборов, работающих при температуре от −40 до +105 °С	ГОСТ 9751-77
ПВАЭ (35 8412 0600)	То же, экраиированный	То же, где требуется экранирование	То же
ПВАЛ (35 8412 0700)	То же, что марка ПВА, ио с луженой жилой	Для фиксироваиного монтажа автомобильного электрооборудоваиия и приборов при температуре от −40 до 105 °С	» »
ПГВА (35 8412 0100)	С медиой жилой, с ПВХ изоляцией, гибкий	Для соединеиия автотракторноого электрооборудования и приборов при температуре от −40 до +70 °С	» »
ПГВАД (35 8412 0200)	То же, двухжильный	То же	» »
ПГВАЭ (35 8412 0400)	То же, что марка ПГВА, экранированиый	То же, где требуется экранирование	» »
ПГВАБ (35 8412 0300)	То же, что марка ПГВА, броиированный	То же, в местах, где требуется защита от механических повреждений	» »

Таблица 13.2. **Конструктивные элемеиты авиациоиных, автомобильных и тракторных проводов высокого напряжении**

Марка	Материал и коиструкция жилы $n \times d$, мм	Изоляция	Оболочка и защитиое покрытие	D, мм	g, кг/км
ПВВ	Медная сечением 1 мм² (19 × 0,26 мм)	ПВХ изоляция толщиной (2,85 ± 0,15) мм черного цвета	Отсутствует	7,0	73
ПВЛ	Медная класса 4 по ГОСТ 22483-77 с луженым верхним повивом. Допускается лужение всех проволок	Резина типа РТИ-1 толщиной (2,2 − 0,15) мм	Оплетка антисептироваиной хлопчатобумажиой пряжей плотностью не менее 90%, покрытой нитроцеллюлозным лаком	7,0	64
ПВС-5	Нержавеющая стальная проволока (7 × 0,30 мм)	Последовательыо иаложеиы: подклеивающий слой, электропроводящая резина, изоляциоиная резина типа РТИ-0 толщиной 1,6 мм	Оплетка стеклопряжей плотностью 40 − 50% и оболочка из резины типа РШН-2 толщииой 0,55 мм	5,3	40
ПВС-7	То же	То же	То же, оболочка толщиной 1,45 мм	7,3	75
ПВС-9	» »	То же, толщиной 2,7 мм	То же, оболочка толщиной 1,25 мм	9,3	119
ПВЗС	Медная сечеиием 1 мм² (19 × 0,26 мм)	Кремнийоргаиическая резииа толщиной (1,9 ± 0,10) мм	Оболочка из кремиийоргаиической резины повышеииой маслобензостойкости толщиной 0,95 − 0,25 мм	7,0	78,5
ПВВП	Спираль из проволоки сплава 4ОН диаметром 0,12 мм, иаложеиная иа сердечник из льняных скрученных иитей диаметром 1,3 − 0,3 мм, покрытых слоем ПВХ марки ПДФ-1 и ферритиого порошка марки 35СФ [диаметр сердечиика (3,0 ± 0,2) мм]	Поверх спиральиой жилы ПВХ изоляция марки ИТ-105 толщииой (2,0 − 0,2) мм (красного цвета)	Отсутствует	7,2 ± 0,2	63

Продолжение табл. 13.2

Марка	Материал и конструкция жилы $n \times d$, мм	Изоляция	Оболочка и защитное покрытие	D, мм	g, кг/км
ПВЛУ	Медная жила (19××0,26 мм) с луженым верхним повивом. Допускается лужение всех проволок	Резина типа РТИ-1 толщиной (1,5–0,15) мм	Оплетка антисептированной пряжей плотностью не менее 90%, покрытая нитроцеллюлозным лаком	5,6	43
ПВЛУЭ	То же	То же	Оплетка антисептированной пряжей плотностью не менее 90%, покрытая нитроцеллюлозным лаком, и оплетка медной луженой проволокой диаметром 0,12–0,20 мм	6,2	63
ПВЛЭ	» »	То же, толщиной (2,2–0,22) мм	То же	7,6	95

Таблица 13.3. **Строительные длины авиационных, автомобильных и тракторных проводов высокого напряжения**

Длина	ПВВ	ПВЛ	ПВС-5	ПВС-7	ПВС-9	ПВЗС	ПВВП	ПВЛУ	ПВЛУЭ	ПВЛЭ
Основная, м, не менее	15	15	15	15	15	15	50	15	7	7
Допускаемые маломерные отрезки, м, не менее	5	2	1,5	1,5	1,7	3	5	3	3	2
% сдаваемой партии не более	20	20	30	30	30	30	10	75	50	20

вания в минеральном масле при температуре (90 ± 3) °С.

Провода маслобензостойки, озоностойки, стойки к распространению горения, растрескиванию при температуре (150±5)°С и к смене температур от −60 до +70 °С.

Провода ПВЛ и ПВЛЭ до наложения хлопчатобумажной оплетки, после 12 ч пребывания в воде испытывают переменным напряжением 18 кВ частоты 50 Гц, а ПВЛУ и ПВЛУЭ – напряжением 10 кВ. При испытании на озоностойкость провода ПВЛ (рис. 13.2) и ПВЛЭ (до наложения экранирующей оплетки) испытывают переменным напряжением 15 кВ частоты 50 Гц в течение 2 ч. Провода ПВЛ (в готовом виде) и ПВЛЭ (до наложения оплетки) испытывают переменным напряжением 18 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин и напряжением 10 кВ после 24 ч пребывания при 20 °С в атмосфере с относительной влажностью (98±2)%. Пробивное напряжение проводов ПВЛ и ПВЛУ в готовом виде и проводов ПВЛЭ и ПВЛУЭ до наложения экранирующей оплетки после 2 ч пребывания в воде не менее 25 и 10 кВ соответственно. Экранированные провода ПВЛЭ в готовом виде испытывают переменным напряжением 18 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин, а провод ПВЛУЭ – напряжением 10 кВ. Провода выдерживают изгиб вокруг стержня диаметром 13 мм. Лаковая пленка проводов водонепроницаема, нагревостойка (120 °С), холодостойка (−60 °С) и маслостойка.

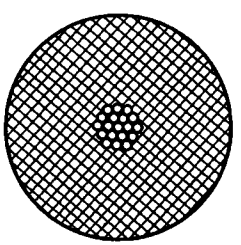


Рис. 13.1. Схема провода ПВВ

Рис. 13.2. Провод ПВЛ

Провода ПВС-5 и ПВС-7 (рис. 13.3) в готовом виде испытывают переменным

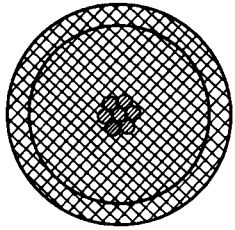


Рис. 13.3. Схема провода ПВС-7

напряжением 18,5 кВ, провод **ПВС-9** – 25 кВ. Провода механически прочны, влагостойки, нагревостойки и холодостойки.

Провод ПВЗС испытывают переменным напряжением 19 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин. Сопротивление изоляции провода $1 \cdot 10^4$ Ом·м. Пробивное переменное напряжение провода в состоянии поставки – не менее 35 кВ, переменное напряжение поверхностного перекрытия на длине 150 мм при температуре 85 °С – не менее 20 кВ частоты 50 Гц. Провод при температуре −40 °С выдерживает 100 циклов изгиба на угол $\pm 0{,}5\ \pi$ рад по радиусу не менее 50 мм при массе натягивающего груза 0,6–0,9 кг, устойчив к воздействию температуры +170 °С в течение 500 ч и температуры −60 °С, стоек к смене температур от −60 до +155 °С, а также к воздействию пониженного атмосферного давления до 533 кПа без снижения номинального импульсного напряжения. Минимальная температура при монтажных изгибах −40 °С при радиусе изгиба не менее 50 мм.

Провод ПВВП имеет пробивное переменное напряжение не менее 40 кВ частотой 50 Гц после 24 ч пребывания в воде; затухание провода длиной 0,25 м на частотах 50, 100 и 200 МГц – соответственно не более 32, 64, 95 и 100 дБ. Провод выдерживает воздействие давления груза в течение 8 ч при температуре 110 °С. Разрывная прочность изоляции провода до выдержки при температуре (125 ± 5) °С в течение 48 ч – не менее 13 МПа, после выдержки при этой температуре – 8,7 МПа, а относительное удлинение при разрыве – соответственно не менее 200 и 120%.

13.3. ПРОВОДА НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ (БОРТОВЫЕ)

Провода низкого напряжения предназначены для монтажа бортовой сети средств авиации, автомобилей и тракторов переменным напряжением до 250 В. Диапазон сечений бортовых проводов от 0,35 до 95 мм² (табл. 13.4). Провода, как правило, изготовляют одножильными с резиновой, в том числе кремнийорганической, ПВХ или ПТФЭ изоляцией, в оплетке хлопчатобумажной пряжей или стеклонитями или в резиновой или ПВХ оболочке. Экранированные провода оплетают медной проволокой, которая одновременно служит защитным покрытием.

Конструктивные элементы проводов низкого напряжения приведены в табл. 13.5, а строительные длины – в табл. 13.6. Внешний диаметр, масса и другие конструктивные данные проводов низкого напряжения приведены в табл. 13.7–13.15.

Провода БИН, БИНЭ, БИНЭЗ, БИН-Н, БИНЭ-Н, БИНЭЗ-Н испытывают на АСИ переменным напряжением 3 кВ частоты 50 Гц. Экранированные провода БИНЭ, БИНЭЗ, БИНЭ-Н и БИНЭЗ-Н, кроме того, испытывают постоянным напряжением 2 кВ. Сопротивление изоляции проводов всех марок в нормальных климатических условиях – не менее 10^6 Ом·км, а при температуре 250 °С – не менее $0{,}5 \cdot 10^6$ Ом·км.

Провода выдерживают вибрационные нагрузки в пределах частот от 1 до 3000 Гц при ускорении до 20 м/с², многократные удары с ускорением 40 м/с². Провода сечением до 1,5 мм² при температуре −40 °С допускают изгибы во время монтажа по радиусу не менее 5 *D*, а провода сечением 2,5 мм² и выше – не менее 10 *D*. После 48 ч пребывания в атмосфере с относительной влажностью до 98% при температуре +40 °С имеют сопротивление изоляции не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·м, а после 56 сут – не менее $1 \cdot 10^6$ Ом·м. Кроме того, провода выдерживают воздействие температур в пределах от −60 до +250 °С, минерального масла, авиационного бензина и керосина, не распространяют горение.

Провода БПВЛ, БПВЛЭ, БПВЛА, БПВЛМ и БПВЛМЭ в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин. Провода БПВЛ и БПВЛЭ представлены на рис. 13.4. До наложения оплетки изолированные жилы проводов испытывают переменным напряжением 4 кВ на АСИ. Сопротивление

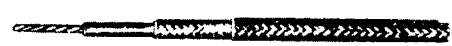


Рис. 13.4. Провод БПВЛЭ

Таблица 13.4. **Сортамент авиационных, автомобильных и тракторных проводов низкого напряжения**

Марка	Число жил	Диапазон сечений, мм²	Переменное напряжение, В	Марка	Число жил	Диапазон сечений, мм²	Переменное напряжение, В
Авиационные				*Автомобильные и тракторные*			
БИН, БИН-Н, БИНЭ, БИНЭ-Н, БИНЭЗ и БИНЕЗ-Н	1	0,35 – 70	250	ЛПРГС и ЛПРГСЭ	1 2,3	0,5 – 95 0,5 – 2,5	220 220
БПВЛ, ППВЛА, БПВЛЭ, БПВЛМ и БПВЛМЭ	1	0,35 – 95	250	ПВА ПВАЛ ПГВА и ПГВАЭ	1 1 1	0,5 – 95 0,5 – 95 0,5 – 95	48 48 48
БПГРЛ БСФО и БСФЭ КВСК ПТЛ-200, ПТЛ-250, ПТЛЭ-200 и ПТЛЭ-250	1 1 3 1	0,35 – 6 0,5 – 95 0,35 – 6 0,35 – 70	250 250 250 250	ПГВАБ ПГВАД	1 2	1,0 10 0,5 – 95	48 48
ПТЛА	1	4 – 70	250				

Таблица 13.5. **Конструктивные элементы авиационных, автомобильных и тракторных проводов низкого напряжения**

Марка	Токопроводящая жила	Изоляция	Оболочка или защитное покрытие
Авиационные			
БИН	Конструкция по табл. 13.7 из медных посеребренных проволок	Чередующиеся обмотки лентами Ф-4 и Ф-4Д, стеклянными лентами или стеклянными нитями, пропитанными суспензией Ф-4Д. Толщина изоляции по табл. 13.7. После наложения изоляции провод подвергается термообработке	Оплетка стеклонитями плотностью не менее 80%, пропитанная суспензией Ф-4Д
БИН-Н	То же из никелированных проволок	То же	То же
БИНЭ	То же, что у БИН	» »	То же и экранирующая оплетка посеребренной медной проволокой диаметром 0,12 – 0,30 мм плотностью не менее 80%
БИНЭ-Н	То же, что у БИН-Н	» »	То же никелированной проволокой
БИНЭЗ	То же, что у БИН	» »	Оплетка посеребренной медной проволокой диаметром 0,12 – 0,30 мм плотностью не менее 80%, обмотка лентами Ф-4Д и оплетка стеклонитями плотностью не менее 80%, покрытая суспензией Ф-4Д. После наложения защитного покрытия – термообработка
БИНЭЗ-Н	То же, что у БИН-Н	» »	То же, но оплетка никелированной проволокой
БПВЛ, БПВЭ, БПВЛА	Конструкция по табл. 13.9 из медных луженых проволок	ПВХ изоляция толщиной по табл. 13.9	Оплетка антисептированной хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 90% сплошной расцветки, которая оговаривается при заказе. В проводе БПВЭ поверх волокнистой оплетки экранирующая оплетка медными луженными проволоками диаметром 0,12 – 0,26 мм плотностью не менее 70%

Продолжение табл. 13.5

Марка	Токопроводящая жила	Изоляция	Оболочка или защитное покрытие
БПВЛМ, БПВЛМЭ	Конструкция по табл. 13.9. из медных луженых проволок	ПВХ изоляция толщиной по табл. 13.9	Оплетка комбинированными пасьмами из стеклянных и капроновых нитей плотностью не менее 95%, покрытых полиамидным лаком. Цвет оплетки белый. Допускается расцветка введением нитей капрона определенного цвета. В проводе БПВЛМЭ поверх волокнистой оплетки накладывают оплетку медиыми лужеными проволоками диаметром 0,12 – 0,26 мм
БПГРЛ	Конструкция по табл. 13.10 из посеребренных медных проволок	Кремнийорганическая резина толщиной по табл. 13.10	Оплетка лавсановыми нитями плотностью не менее 90%, пропитанная электроизоляционным лаком
БСФО	Медная: S, мм^2 — Число и диаметр проволок, мм 35 — 189 × 0,49 50 — 259 × 0,49 70 — 323 × 0,52 95 — 361 × 0,58	Обмотка лентами Ф-4. Двойная обмотка стеклонитями. Толщина изоляции по табл. 13.11	Оплетка стеклонитями и хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 85%, пропитанной кремнийорганическим лаком
БСФЭ	То же	То же	То же и поверх лакированной оплетки обмотка лентами Ф-4 и оплетка луженьими медными проволоками диаметром 0,12 – 0,30 мм плотностью не менее 85%
КВСК	Конструкция по табл. 13.12 из медных луженых проволок	ПВХ изоляция толщиной по табл. 13.12. Оплетка стеклонитями плотностью не менее 90%. Оплетка капроиовой иитью плотностью не менее 90%, пропитанная полиамидным лаком. Изолированные жилы имеют отличительную расцветку: красного, зеленого или синего и желтого цветов. Три изолированные жилы скручивают, допускается обмотка по скрутке полиамидиой или ПЭТФ пленкой	Поверх скрученных жил оплетка капроновыми нитями плотностью не менее 90%, пропитанная полиамидным лаком
ПТЛ-200	Конструкция по табл. 13.13 из медных луженых проволок	Обмотка лентами Ф-4 и обмотка стеклянными нитями. Толщина изоляции по табл. 13.13	Оплетка стеклонитями плотностью не менее 90%, покрытая кремнийорганическим лаком
ПТЛЭ-200	То же	То же	То же, и оплетка луженьими медными проволоками диаметром 0,12 – 0,30 мм плотностью не менее 80%
ПТЛ-250	То же из посеребренных проволок	То же с отличительной цветной иитью в обмотке	Оплетка стеклонитями плотностью не менее 90%, покрытая кремнийорганическим лаком
ПТЛЭ-250	То же	То же	То же, и оплетка луженьими медиыми проволокаии диаметром 0,12 – 0,30 мм плотностью не меиее 80%
ПТЛА	Конструкция по табл. 13.15 из алюминиевых проволок	Обмотка лентами Ф-4 и стеклолентой толщиной по табл. 13.15	Оплетка стеклонитями плотностью не менее 90%, покрытая нагревостойким лаком или эмалью

Продолжение табл. 13.5

Марка	Токопроводящая жила	Изоляция	Оболочка или защитное покрытие
		Автомобильные и тракторные	
ЛПРГС	Медиая классов: 5 – сечений 0,5–4 и 16–25 мм² 3 – сечений 6–10 и 50–95 мм²	Резина типа РТИ-2 толщиной Δ: S, мм² / Δ, мм: 0,5–1,5 / 0,6; 2,5–6,0 / 0,8; 10 и 16 / 1,0; 25 и 35 / 1,2; 50 и 70 / 1,4; 95 / 1,6. Допустимое отклонение от толщины – 10 %	Оплетка хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 90 %, покрытая нитроцеллюлозным лаком. Оплетка одножильных проводов сечением 0,5; 4 и 35 мм² имеет отличительные нити желтого или коричневого цвета; проводов сечением 0,75; 6 и 50 мм² – черного цвета или без расцветки; проводов сечением 1,0; 10 и 70 мм² – голубого или синего цвета; проводов сечением 1,5; 16 и 95 мм² – красного или розового цвета и проводов сечением 2,5 и 25 мм² – зеленого цвета. Двух- и трехжильные провода скручивают из готовых одножильных проводов, оплетают хлопчатобумажной пряжей темных цветов плотностью не менее 70 %
ЛПРГСЭ	То же	То же	То же, с оплеткой одножильных и многожильных проводов луженой медной проволокой диаметром 0,12–0,30 мм плотностью не менее 70 %
ПВА	Медная, классы 3 и 4, ГОСТ 22483-77, сечением 0,5–35 мм²	ПВХ изоляция толщиной 0,35–1,6 мм. Сплошная или комбинированная расцветка в виде полос или колец. Цвет эмали белый, черный, красный и голубой	Отсутствует
ПВАЭ	То же	То же, но ПВХ повышенной нагревостойкости	Экранирующая оплетка медной луженой проволокой диаметром 0,12–0,26 мм плотностью не менее 75 %
ПВАЛ	Медная однопроволочная луженая сеченнем 0,5 мм²	То же	Отсутствует
ПГВА	Медная, классы 3 и 4, ГОСТ 22483-77, сечением 0,5–95 мм²	То же, ПВХ нормальной нагревостойкостн	То же
ПГВАЭ	То же	То же	Оплетка луженой медной проволокой диаметром 0,12–0,30 мм плотностью не менее 75 %
ПГВАБ	То же, сечением 1–10 мм²	» »	Обмотка оцинкованной стальиой или алюминиевой проволокой толщиной не менее 0,2 мм и шириной не более 2 мм с шагом не более 3,5 мм
ПГВАД	Медная, класс 4, ГОСТ 22483-77, сечением 0,5 мм²	На две жилы сечением 0,5 мм², расположенные параллельно, наложена ПВХ изоляцня. Толщина изоляции между жнлами равна двойной толщине изоляции жил	Отсутствует

Таблица 13.6. **Строительные длины авиационных, автомобильных и тракторных проводов низкого напряжения**

Длина	БСФО и БСФЭ	КВСК	ЛГРГС сечением, мм²			ЛПРГСЭ сечением, мм²			БПВЛА
			0,5–1,5	2,5–6	10–95	0,5–1,5	2,5–6	10–95	
Основная, м, не менее	30	20	45–250	35–150	25–100	20–150	15–100	10–50	10
Допускаемые маломерные отрезки, м, не менее	10	5	15	15	10	10	7	5	5
% сдаваемой партии не более	30	25	10	10	10	10	10	10	10

Продолжение табл. 13.6

Длина	БПГРЛ	ПТЛА	ПТЛ-200, ПТЛ-250, ПТЛЭ-200 ПТЛЭ-250	ШПВУ	БПВЛ, БПВЛМ, БПВЛЭ, БПВЛМЭ	БИН, БИНЭ, БИНЭЗ, БИН-Н, БИНЭ-Н, БИНЕЗ-Н	ПВА, ПВАЛ, ПВАЭ, ПГВА, ПГВАД, ПГВАЭ сечением, мм²		ПГВАБ
							0,5–25	35–95	
Основная, м, не менее	10	15	15	30	15	15	100	50	50
Допускаемые маломерные отрезки, м, не менее	3	3	3	5	5	3	30	30	20
% сдаваемой партии не более	20	30	15	20	10	15	10	10	10

Таблица 13.7. **Конструктивные данные проводов БИН, БИНЭ, БИНЭЗ, БИН-Н, БИНЭ-Н, БИНЭЗ-Н**

S, мм²	$n \times d$, мм	Сопротивление жилы постоянному току на длине 1 км, Ом, не более		Диаметр жилы, мм	Толщина изоляции, мм		Толщина защитного покрытия проводов БИНЕЗ, БИНЕЗ-Н, мм, не менее
		из посеребренных проволок	из никелированных проволок		номинальная	минимальная	
0,35	19 × 0,15	63,800	66,350	0,75	0,65	0,50	0,20
0,50	19 × 0,18	42,400	45,500	0,90	0,65	0,50	0,20
0,75	19 × 0,23	26,000	27,560	1,15	0,65	0,50	0,20
1,00	19 × 0,26	20,300	21,900	1,30	0,80	0,55	0,20
1,5	19 × 0,32	13,200	14,350	1,60	0,80	0,55	0,20
2,5	19 × 0,42	7,650	8,290	2,10	0,80	0,60	0,20
4,0	49 × 0,32	5,100	5,560	2,88	0,90	0,60	0,25
6,0	49 × 0,39	3,440	3,700	3,51	0,95	0,60	0,25
10,0	49 × 0,52	1,940	2,080	4,68	1,00	0,65	0,30
16,0	84 × 0,49	1,280	1,360	6,12	1,00	0,65	0,30
25,0	133 × 0,49	0,800	0,866	7,35	1,00	0,65	0,30
35,0	189 × 0,49	0,564	0,608	9,04	1,10	0,75	0,30
50,0	259 × 0,49	0,412	0,444	10,30	1,10	0,75	0,30
70,0	259 × 0,58	0,294	0,315	12,20	1,10	0,75	0,30

Таблица 13.8. **Внешний диаметр и массы проводов БИН, БИНЭ, БИНЭЗ, БИН-Н, БИНЭ-Н, БИНЭЗ-Н**

S, мм²	D, мм			g, кг/км					
	БИН, БИН-Н	БИНЭ, БИНЭ-Н	БИНЭЗ, БИНЭЗ-Н	БИН	БИНЭ	БИНЭЗ	БИН-Н	БИНЭ-Н	БИНЭЗ-Н
0,35	2,1	2,5	3,2	9,7	17,4	23,0	9,6	17,0	22,7
0,50	2,2	2,7	3,3	11,6	19,8	25,6	11,5	19,4	25,2
0,75	2,5	2,9	3,6	15,3	23,8	29,9	15,1	23,3	29,5
1,0	2,9	3,3	4,0	19,6	29,9	36,5	19,4	29,4	36,0
1,5	3,2	3,6	4,3	25,6	36,3	43,4	25,4	35,8	42,9
2,5	3,7	4,3	4,9	38,8	56,9	64,8	38,4	55,6	63,5

Продолжение табл. 13.8

S, мм²	D, мм			g, кг/км					
	БИН, БИН-Н	БИНЭ, БИНЭ-Н	БИНЭЗ, БИНЭЗ-Н	БИН	БИНЭ	БИНЭЗ	БИН-Н	БИНЭ-Н	БИНЭЗ-Н
4,0	4,7	5,3	5,9	58,2	76,9	87,8	57,5	75,4	86,3
6,0	5,4	6,0	6,6	80,4	103,0	115,0	79,5	101,0	113,0
10,0	6,7	7,5	8,3	134,0	171,0	192,0	132,0	168,0	190,0
16,0	8,1	8,8	9,7	192,0	236,0	261,0	190,0	232,0	257,0
25,0	9,4	10,2	11,0	288,0	342,0	369,0	284,0	336,0	364,0
35,0	11,3	12,5	13,3	402,0	500,0	532,0	398,0	493,0	524,0
50,0	12,5	13,7	14,5	535,0	635,0	669,0	528,0	627,0	660,0
70,0	14,4	15,6	16,4	729,0	857,0	894,0	723,0	827,0	864,0

Таблица 13.9. **Конструктивные данные проводов БПВЛ, БПВЛЭ, БПВЛА, БПВЛМ, БПВЛМЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	Сопротивление жилы постоянному току на длине 1 км, Ом не более	Толщина изоляции, мм	Максимальный внешний диаметр провода, мм			g, кг/км		
				БПВЛ	БПВЛЭ	БПВЛА	БПВЛ	БПВЛЭ	БПВЛА
0,35	7×0,26	58,0	0,35	2,4	3,1	–	7,1	20	–
0,5	7×0,30	41,3	0,4	2,7	3,3	–	8,9	23,0	–
0,75	7×0,37	26,8	0,4	2,9	3,5	–	11,8	29	–
1,0	19×0,26	20,5	0,45	3,2	3,8	–	16,5	33	–
1,5	19×0,32	13,3	0,5	3,6	4,4	–	23	61	–
2,5	19×0,42	8,0	0,5	4,1	5,0	–	35	68	–
4,0	7×7×0,32	5,0	0,5	5,0	5,8	–	50	86	–
6,0	7×11×0,32 (11×7×0,32)	3,3	0,5	6,2	7,0	–	73	117	–
10,0	7×13×0,37 (13×7×0,37)	2,0	0,6	7,4	8,6	–	127	198	–
16,0	7×12×0,49 (12×7×0,49)	1,2	0,6	8,7	9,9	–	179	263	–
25,0	7×19×0,49 (19×7×0,49)	0,8	0,6	10,0	11,2	–	270	360	–
35,0	7×27×0,49 (27×7×0,49)	0,57	0,8	11,9	13,1	–	372	479	–
	37×1,1	0,848	0,6	–	–	10,8	–	–	134
50,0	37×7×0,49 (19×14×0,49)	0,4	0,8	13,6	15,0	–	515	634	–
	37×1,3	0,607	0,6	–	–	12,3	–	–	179
70,0	7×27×0,68 (27×7×0,68) (19×10×0,68)	0,29	0,8	16,6	17,3	–	695	829	–
	61×1,2	0,432	0,6	–	–	14,2	–	–	243,6
95,0	37×7×0,68 (19×14×0,68)	0,20	0,8	17,9	19,0	–	952	1100	–
	61×1,4	0,317	0,7	–	–	16,4	–	–	326
				БПВЛМ		БПВЛМЭ	БПВЛМ		БПВЛМЭ
0,35	7×0,26	58,0	0,3	2,1		2,6	6,2		12,5
0,5	7×0,30	41,3	0,35	2,3		2,8	8,1		15,0
0,75	7×0,37	26,8	0,35	2,5		3,0	11,0		18,5
1,0	19×0,26	20,5	0,4	2,8		3,3	14,3		23,0
1,5	19×0,32	13,3	0,45	3,2		3,7	20,6		30,0
2,5	19×0,42	8,0	0,45	3,7		4,3	32,1		46,0

Примечания: 1. В скобках указаны варианты конструкции проводов.

2. Отклонение от номинальной толщины изоляции не превышает: проводов БПВЛМ, БПВЛМЭ – 0,05 мм; проводов БПВЛ, БПВЛЭ, БПВЛА сечением от 0,35 до 1,0 мм² – 0,05 мм и сечением 1,5 мм² и выше – 0,1 мм.

Таблица 13.10. **Конструктивные данные провода БПГРЛ**

S, мм²	Конструкция $n \times d$, мм	d, мм	Толщина изоляции, мм		D, мм		g, кг/км
			минимальная	номинальная	номинальный	максимальный	
0,35	49 × 0,10	0,9	0,45	0,55	2,3	2,5	8,7
0,50	63 × 0,10	1,0			2,6	2,8	10,3
0,75	98 × 0,10	1,25			2,85	3,1	13,7
1,00	133 × 0,10	1,5	0,50	0,65	3,4	3,7	19,4
1,5	190 × 0,10	2,0			3,9	4,2	25,8
2,5	323 × 0,10	2,5			4,4	4,7	37,9
4,0	133 × 0,20	3,0	0,55	0,70	5,0	5,3	53,0
6,0	190 × 0,20	4,0		0,75	6,1	6,6	78,0

Таблица 13.11. **Конструктивные данные проводов БФСО и БФСЭ**

S, мм²	Класс жилы по ГОСТ 22483-77	Сопротивление жилы постоянному току на длине 1 км, Ом, не более	d, мм, не более	Минимальная толщина изоляции, мм	Номинальная толщина изоляции, мм	Максимальный внешний диаметр, мм		g, кг/км	
						БСФО	БСФЭ	БСФО	БСФЭ
0,5	2	37,70	0,30	0,25	0,32	3,5	3,5	12,1	19,9
0,75		24,31	0,37			3,8	3,8	15,1	23,3
1,0	3	18,49	0,26		0,34	4,1	4,1	18,6	28,3
1,5		11,97	0,32			4,4	4,4	25,0	35,2
2,5	2	6,95	0,42		0,36	5,0	5,0	36,3	52,3
4,0	3	4,64	0,32			6,1	6,1	54,6	72,8
6,0	2	3,13	0,39		0,44	6,9	6,9	77,9	101,0
10,0		1,76	0,52	0,50	0,60	9,2	9,2	135,0	175,0
16,0	3	1,16	0,49			11,0	11,0	195,0	245,0
25,0		0,73				12,7	12,7	289,0	341,0
35,0	3	0,513	0,49	0,50	0,64	14,8	14,8	390,0	480,0
50,0		0,375		0,60	0,76	17,3	17,3	556,0	657,0
70,0		0,267	0,58			19,7	19,7	755,0	868,0
95,0	2	0,193	0,68			22,4	22,4	1008,0	1130,0

Таблица 13.12. **Конструктивные данные провода КВСК**

S, мм²	Класс жил	$n \times d$, мм	Толщина изоляции, мм		D, мм		g, кг/км
			номинальная	минимальная	номинальный	максимальный	
0,35	4	7 × 0,26	0,41	0,35	5,9	6,3	31
0,50	4	7 × 0,30	0,40	0,35	6,2	6,6	36
0,75	3	7 × 0,37	0,40	0,35	6,6	7,1	46
1,0	4	19 × 0,26	0,50	0,45	7,4	7,9	61
1,5	4	19 × 0,32	0,50	0,45	8,1	8,7	79
2,5	4	19 × 0,42	0,55	0,50	9,4	10,2	120
4,0	4	7 × 7 × 0,32	0,56	0,50	11,1	11,9	175
6,0	4	7 × 7 × 0,40	0,55	0,50	12,5	13,4	252

Таблица 13.13. **Конструктивные данные проводов ПТЛ-200, ПТЛ-250, ПТЛЭ-200 и ПТЛЭ-250**

S, мм²	$n \times d$, мм	Сопротивление жилы постоянному току на длине 1 км, Ом, не более	Толщина изоляции из Ф-4, мм		D, мм			
					неэкранированного		экранированного	
			номинальная	минимальная	номинальный	максимальный	номинальный	максимальный
0,35	19 × 0,15	57,1	0,32	0,25	2,0	2,2	2,4	2,7
0,50	16 × 0,20	38,2	0,32	0,25	2,1	2,4	2,6	2,9
0,75	14 × 0,31	24,3	0,32	0,25	2,4	2,6	2,8	3,1
1,00	14 × 0,31	19,0	0,36	0,30	2,6	2,9	3,1	3,4
1,5	11 × 0,41	12,2	0,36	0,30	2,9	3,2	3,4	3,7
2,5	19 × 0,41	7,08	0,44	0,35	3,5	3,9	4,1	4,5
4,0	49 × 0,31	4,73	0,44	0,35	4,3	4,7	4,9	5,3
6,0	49 × 0,39	3,30	0,44	0,35	5,0	5,5	5,6	6,1
10,0	49 × 0,52	2,00	0,56	0,40	6,4	7,1	7,2	7,9
16,0	120 × 0,41	1,18	0,56	0,40	7,8	8,6	8,6	9,4
25,0	133 × 0,49	0,80	0,56	0,40	9,0	9,9	9,8	10,7
35,0	266 × 0,41	0,523	0,64	0,50	10,9	11,6	12,1	12,8
50,0	37 × 7 × 0,49	0,400	0,64	0,50	12,1	13,5	13,3	14,7
70,0	37 × 7 × 0,58	0,290	0,64	0,50	14,0	15,6	15,2	16,8

Примечание. Допускаются конструкции токопроводящих жил сечением: 0,35 мм² – 7 × 0,26 мм; 0,50 мм² – 7 × 0,30 мм; 0,75 мм² – 7 × 0,37 мм.

Таблица 13.14. **Масса проводов ПТЛ-200, ПТЛ-250, ПТЛЭ-200, ПТЛЭ-250**

S, мм²	g, кг/км			
	ПТЛ-200	ПТЛЭ-200	ПТЛ-250	ПТЛЭ-250
0,35	8,4	16,5	8,4	16,5
0,50	10,5	19,1	10,5	19,1
0,75	13,9	23,0	13,9	23,0
1,00	17,0	27,5	17,0	27,5
1,5	23,6	34,3	23,6	34,3
2,5	38,0	55,6	38,0	55,6
4,0	54,0	72,7	54,0	72,7
6,0	75,0	96,7	74,5	96,2
10,0	129,0	171,0	128,0	170,0
16,0	188,0	234,0	187,5	233,0
25,0	281,0	338,0	279,0	336,0
35,0	396,0	507,0	394,0	505,0
50,0	528,0	649,0	525,0	646,0
70,0	724,0	861,0	718,0	855,0

изоляции проводов сечением до 4 мм² – не менее $500 \cdot 10^6$ Ом · м, свыше 4 мм² – не менее $10 \cdot 10^6$ Ом · м. Провода выдерживают вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с ускорением до 20 м/с², ударные нагрузки (многократные) 150 м/с² при длительности удара от 1 до 3 мс и линейные нагрузки с ускорением до 150 м/с². Провода стойки к истиранию, смене температур от −60 до +70 °С, к воздействию относительной влажности воздуха до 98% при температуре 40 °С и пониженного атмосферного давления до $6{,}7 \cdot 10^2$ Па.

Таблица 13.15. **Конструктивные данные провода ПТЛА**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		Диаметр по изоляции, мм, не менее	g, кг/км
		номинальный	максимальный		
4,0	7 × 0,85	4,4	5,1	3,25	27,7
6,0	7 × 1,04	5,0	5,6	3,85	36,2
10,0	7 × 1,37	6,2	6,8	4,85	57,8
16,0	19 × 1,04	7,3	8,3	6,05	82,3
25,0	19 × 1,30	8,5	9,6	7,30	114
35,0	37 × 1,10	10,2	11,5	8,70	166
50,0	37 × 1,30	11,6	12,9	10,10	217
70,0	61 × 1,20	13,3	14,9	11,80	283

Провода стойки к воздействию смеси масла и бензина и течение 6 ч, малогорючи.

Провод БПГРЛ в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин. Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях – не менее $100 \cdot 10^6$ Ом · м. Провод устойчив к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц с ускорением до 40 м/с²; к многократным ударам с ускорением 150 м/с²; к линейным нагрузкам с ускорением 500 м/с². Провода сечением до 2,5 мм² выдерживают многократные изгибы на угол ±90° (под натяжением): 50 000 изгибов по радиусу 50 мм; 2500 изгибов по радиусу, равному 2,5 D, а провода сечением 4 и 6 мм² 2500 изгибов по радиусу, равному 5 D. После испытаний допускается обрыв не более 15% проволок в жиле. Провода выдерживают:

Рис. 13.5. Провод ЛПРГС

Рис. 13.6. Провод ПГВА

циклическое воздействие температур в пределах от −60 до +125 °С; воздействие пониженного атмосферного давления 400 Па при температуре +125 °С в течение 100 ч; длительное воздействие относительной влажности воздуха до 98% при температуре до +40 °С.

Провод БСФЭ испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин. **Провод БСФО** испытывают переменным напряжением 3,0 кВ на АСИ. Сопротивление изоляции проводов в нормальных климатических условиях – не менее $1000 \cdot 10^6$ Ом·м. Провод БСФЭ испытывают переменным напряжением 200 В частоты 50 Гц в течение 1 мин: а) после 3 ч воздействия температуры +400 °С и пониженного атмосферного давления 2 кПа; б) при одновременном воздействии температуры +400 °С и пониженного атмосферного давления 2 кПа в течение 3 ч. Сопротивление изоляции провода БСФЭ не менее 10^8 Ом·м после 3 ч воздействия температуры +400 °С; одновременного воздействия в течение 3 ч температуры +400 °С и пониженного атмосферного давления 2 кПа; не менее $10 \cdot 10^6$ Ом·м после 48 ч пребывания проводов БСФО и БСФЭ в атмосфере относительной влажности 98% и при температуре 20 °С.

Кабель КВСК в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин в нормальных климатических условиях. Отдельные изолированные жилы сечением 0,35 – 1,5 мм² до наложения оплетки из стеклопряжи испытывают переменным напряжением 5 кВ, а провода сечением 2,5 мм² и выше – напряжением 7 кВ на АСИ. Сопротивление изоляции кабелей в нормальных климатических условиях не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·м, а после 48 ч пребывания в атмосфере с относительной влажностью до 98% при температуре +40 °С – не менее $10 \cdot 10^6$ Ом·м. Кабели выдерживают воздействие вибрационных ударных и линейных нагрузок в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц и акустических шумов в диапазоне частот от 50 до 10 000 Гц при уровне звукового давления до 160 дБ. Кабели стойки к воздействию пониженного атмосферного давления до 4 кПа, соляного тумана, устойчивы к поражению плесневыми грибами.

Провода ПТЛ-200, ПТЛ-250, ПТЛЭ-200 и ПТЛЭ-250 в готовом виде в нормальных климатических условиях испытывают переменным напряжением 1,5 кВ, а при температуре 200 или 250 °С (соответственно марке провода) – напряжением 1 кВ частоты 50 Гц. Сопротивление изоляции при температуре +200 или +250 °С (соответственно марке провода) не менее $300 \cdot 10^6$ Ом·м. Провода устойчивы к вибрационным, ударным и линейным нагрузкам в диапазоне частот от 5 до 1000 Гц, повышенной влажности воздуха до 98% при температуре +40 °С, циклическому воздействию температур в пределах от −60 до +200 или +250 °С (в соответствии с маркой провода) и пониженному атмосферному давлению 1,13 кПа.

Провод ПТЛА в готовом виде испытывают в нормальных условиях переменным напряжением 1,5 кВ и при температуре 250 °С напряжением 1 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин. Сопротивление изоляции в нормальных условиях не менее $300 \cdot 10^6$ Ом·м и при температуре +250 °С не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·м. Провода стойки к относительной влажности 98% при температуре +40 °С.

Провода ЛПРГС и ЛПРГСЭ (рис. 13.5) испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частоты 50 Гц. Изолированные жилы испытывают на АСИ:

Сечение жилы, мм²	0,5 – 1,5	2,5 – 6	10 – 16
Испытательное напряжение, кВ	2	4	5
Сечение жилы, мм²	25 – 35	50 – 70	95
Испытательное напряжение, кВ	6	7	8

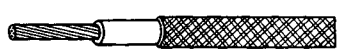


Рис. 13.7. Провод ПГВАД

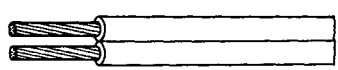


Рис. 13.8. Провод ПГВАЭ

Рис. 13.9. Провод ПГВАБ

Провода не распространяют горение, обладают водостойкостью, масло- и бензостойкостью, эластичностью лаковой пленки на проводе при температуре (25±5)°С, нагревостойкостью при температуре (70±±5)°С, холодостойкостью лаковой пленки до −60°С и резиновой изоляции – до −40°С.

Провода ПВА, ПВАЭ, ПВАЛ, ПГВА, ПГВАЭ и ПГВАБ в готовом виде испытывают переменным напряжением частоты 50 Гц по категории ЭИ-1, а ПГВЛД в течение 1 мин переменным напряжением 1000 В частоты 50 Гц, приложенным между жилами. Провода ПВА и ПВАЛ стойки к длительному воздействию температуры (150±2)°С. Провода всех марок выдерживают давление груза в течение 8 ч при температуре 110°С, масло- и бензостойки, холодостойки при температуре (−40±3)°С, не распространяют горение. Провода ПГВА, ПГВАЭ и ПГВАБ стойки к растрескиванию лакового покрытия.

РАЗДЕЛ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

СУДОВЫЕ КАБЕЛИ

14.1. НОМЕНКЛАТУРА

Судовые кабели с резиновой, ПВХ и ПЭ изоляцией предназначены для силовых и контрольных цепей, освещения, сигнализации и связи на судах морского флота неограниченного района плавания, речного флота, береговых и плавучих сооружениях. Кабели с резиновой изоляцией предназначены: для питания стационарных токоприемников при температуре от −40 до +45°С и питания передвижных токоприемников при температуре от −30 до +45°С. Кабели с ПВХ изоляцией предназначены для работы при фиксированном монтаже в условиях температур от −40 до +65°С, а с ПЭ и кремнийорганической резиновой изоляцией или с изоляцией из радиационно-модифицированного ПЭ от −50 до +65°С.

Прокладка кабелей без предварительного подогрева допускается при температуре не ниже −15°С, а кабелей в свинцовой оболочке – не ниже −5°С. При монтаже и эксплуатации допускается изгиб кабеля радиусом не менее 5 *D*. Длительно допустимая рабочая температура жил кабелей: с резиновой и ПВХ изоляцией 65°С, с ПЭ изоляцией 70°С, с кремнийорганической резиновой изоляцией не более 85°С.

В табл. 14.1 приведены номенклатура судовых кабелей, а в табл. 14.2 и 14.3 их сортамент.

14.2. КАБЕЛИ ОСНОВНОЙ СЕРИИ

Кабели основной серии изготавливают по ГОСТ 7866.1-76 – ГОСТ 7866.3-76 с медными или алюминиевыми жилами с резиновой изоляцией, изоляцией из кремнийорганической резины или радиационно-модифицированного ПЭ в резиновой, ПВХ или свинцовой оболочке, экранированные или неэкранированные. Они предназначены для прокладки в различных электрических сетях, эксплуатируемых на судах морского флота неограниченного района плавания, речного флота, береговых и плавучих сооружениях.

Кабели для силовых и осветительных цепей АКНР, КНР, АКНРЭ, АКНРУ, КНРУ, АКНРП, КНРП, СРМ, КНРк, КНРЭк, КНРПк, КРКВ, КРКВЭ и НРШМ предназначены для присоединения к подвижным и переносным токоприемникам, эксплуатируются при переменном напряжении до 690 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении 1200 В (рис. 14.1 – 14.5).

Кабеля управления и телефонной связи применяются при переменном напряжении до 400 В частотой 1200 Гц или 500 В постоянного напряжения. Кабели КНРТ, КНРпТ, КНРТЭ, КНРЭТЭ, КНРпТЭ, КНРЭТ, КНРТУ, КНРпТУ, КНРЭТУ, КНРТП, КНРпТП, КНРЭТП, КНРТЭк, КНРЭТЭк, КНРпТк, КНРТЭк, КНРпТПк, КСРПВ, КСРПВЭ прокладывают внутри помещений и на открытых палубах при условии защиты от прямого воздействия солнечной радиации (рис. 14.6), а кабели НГРШМ, МРШН, МРШНЭ, МРШН-100, МРШНЭ-100 эксплуатируют в цепях управления в воздушной среде при изгибах с одновременным закручиванием, при условии защиты от прямого воздействия солнечной радиации и в морской воде при воздействии радиального гидростатического давления до 4,9 МПа.

Все перечисленные выше марки кабелей

Таблица 14.1. **Номенклатура судовых кабелей**

Марка (код ОКП)	Наименование	ГОСТ, ТУ
	Кабели для силовых и осветительных установок	
АКНР (358675 1400)	С алюминиевыми жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	ГОСТ 7866.1-76
АКНРП (358661 0400)	То же, в оплетке оцинкованными стальными проволоками	То же
АКНРУ (358666 0300)	То же, что АКНР, но в усиленной оболочке	» »
АКНРЭ (358663 0300)	То же, что АКНР, в экранирующей оплетке луженными медными проволоками	» »
КВРВБ (358641 0400)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в ПВХ оболочке, бронированный стальными лентами, в ПВХ шланге	ТУ 16.505.405-78
КНР (358675 0300)	С медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	ГОСТ 7866.1-76
КНРк (358642 0100)	То же, в оболочке из ПВХ	ГОСТ 7866.2-76
КНРПк (358641 0100)	То же, с оплеткой или повивом из оцинкованных стальных проволок между ПВХ оболочкой и шлангом	То же
КНРП (358661 0300)	То же, что КНР, но в оплетке оцинкованными стальными проволоками	ГОСТ 7866.1-76
КНРУ (358660200)	То же, что КНР, но в усиленной резиновой маслобензостойкой оболочке	То же
КНРЭ (358663 0200)	То же, что КНР, но в оплетке луженными медными проволоками	» »
КНРЭк (358643 0100)	То же, что КНРк, но с экраном из медной проволоки между ПВХ оболочкой и шлангом	ГОСТ 7866.2-76
КМВВЭ (35862 3010)	С медными жилами, с ПВХ изоляцией, в ПВХ оболочке, в экранирующей оплетке медными луженными проволоками	ГОСТ 17301-79
КРКВ	С медными жилами, с изоляцией из кремнийорганической резины, в ПВХ оболочке	ГОСТ 7866.3-76
КРКВЭ	То же, но в общем экране из медной или медиой луженой ленты, расположенном между двумя оболочками из ПВХ пластиката	То же
НРШМ (358675 0400)	С медными гибкими жилами, в резиновой изоляции и маслостойкой оболочке, ие распространяющей горение, переносной	» »
СРМ (358651 0100)	С медиыми жилами, с резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке	ГОСТ 7866.1-76
СПОВ (358611 6100)	С медными жилами, с изоляцией из радиационио-модифицированного (облученного) ПЭ, в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.305-81
СПОВЭ (358613 6300)	То же, в общем экране	То же
СПОЭВ (358612 7200)	То же, что СПОВ, с экранированными жилами	» »
СПОЭВЭ (358614 6100)	То же, в общем экране	» »
	Кабели управления, сигнализации и телефонной связи	
	Кабели одиночной скрутки	
КНРТ (358675 0200)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в резиновой маслостойкой оболочке, ие распространяющей горение	ГОСТ 7866.1-76
КНРТП (358661 0100)	То же, в оплетке оцинкованными стальными проволоками	То же
КНРТУ (358666 0100)	То же, что КНРТ, но в усиленной оболочке	» »
КНРТЭ (358663 0100)	То же, что КНРТ, но с экранирующей оплеткой луженными медиыми проволоками	» »
КНРТЭк (358643 0200)	То же, что КНРТ, но с экраном из медных проволок между ПВХ оболочкой и шлангом	ГОСТ 7866.2-76
КНРЭТ (358664 0100)	С медными жилами, экранированными металлизированной бумагой, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горения	ГОСТ 7866.1-76
КНРЭТП (358661 0200)	То же, в оплетке оцинкованными стальными проволоками	То же
КНРЭТУ (358665 0100)	То же, что КНРЭТ, но в усилеиной оболочке	» »

Продолжение табл. 14.1

Марка (код ОКП)	Наименование	ГОСТ, ТУ
КНРЭТЭк (3586440100)	То же, но в общем экране между ПВХ оболочкой и шлангом	ГОСТ 7866.2-76
КСРПВ (3586330100)	С медными жилами с изоляцией из радиационно-сшитого ПЭ	ГОСТ 7866.3-76
КСРПВЭ (3586330100)	То же, в общем экране из медной или медной лужеиой ленты, расположенной между двумя оболочками из ПВХ пластиката	ТУ 16.705.169-80
	Кабели парной скрутки	
КНРпТ (3586751500)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, со скрученными в пары жилами, в резиновой маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	ГОСТ 7866.1-76
КНРпТк (3586426200)	То же, в ПВХ оболочке	ГОСТ 7866.2-76
КНРпТП (3586610500)	То же, что КНРпТ, но в оплетке стальными оцинкованными проволоками	ГОСТ 7866.1-76
КНРпТПк (3586416300)	То же, с оплеткой или повивом из стальных проволок между ПВХ оболочкой и шлангом	ГОСТ 7866.2-76
КНРпТУ (3586660400)	То же, что КНРТУ, но с жилами, скрученными в пары	ГОСТ 7866.1-76
КНРпТЭ (3586630400)	То же, что КНРТЭ, но с жилами, скрученными в пары	То же
КНРпТЭк (3586436500)	То же, с экраном в виде оплетки или повива из медных проволок, расположенных между ПВХ оболочками и шлангом	ГОСТ 7866.2-76
	Кабели малогабаритные для цепей управления	
КМПВ (3586110500 – 500 В; 3586110800 – 1000 В)	С медными жилами, с ПЭ изоляцией, в ПВХ оболочке	ГОСТ 17301-79
КМПВЭ (3586120500 – 500 В; 3586120800 – 1000 В)	То же, в общем экране	То же
КМПВЭВ (3586130300 – 500 В; 3586130600 – 1000 В)	То же, в ПВХ оболочке поверх экрана	» »
КМПЭВ (3586130700 – 500 В; 3586130800 – 1000 В)	То же, что КМПВ, с экранированными, частично экранированными или попарно экранированными жилами	» »
КМПЭВЭ (3586140400 – 500 В; 3586140600 – 1000 В)	То же, в дополнительном общем экране	» »
КМПЭВЭВ (3586140700 – 500 В; 3586140800 – 1000 В)	То же в ПВХ оболочке поверх экрана	» »
	Гибкие кабели для цепей управления	
МРШН (3586750700)	С медными жилами, с резиновой изоляцией, в маслостойкой оболочке, не распространяющей горение	ГОСТ 7866.1-76
МРШНЭ (3586740800)	То же, в общей экранирующей оплетке луженными медными проволоками	То же
МЭРШН-100 (3586740600)	То же, что МРШН, но в оболочке из маслостойкой резины, с экранированными жилами	» »
МЭРШНЭ-100 (3586740900)	То же, в общей экранирующей оплетке медными луженными проволоками поверх оболочки	» »
НГРШМ (3586750500)	С медными гибкими жилами, с резиновой изоляцией для токопереходов	» »
	Кабели для танкеров	
КВКРВБ (3586410300)	Контрольный с медными жилами, с резиновой изоляцией, в ПВХ оболочке, бронированный двумя стальными лентами, в наружном ПВХ шланге	ТУ 16.505.405-78
КВТРВБ (3586410200)	Телефонный с медными жилами, с резиновой изоляцией, экранированный	То же

Примечание. Кабели СПОВ, СПОВЭ, СПОЭВ, СПОЭВЭ применяют также в цепях управления и сигнализации.

Таблица 14.2. **Сортамент судовых кабелей для силовых и осветительных установок**

Марка	S, мм², при числе жил								Номинальное напряжение
	1	2	3	4–10	4–12	4–37	19–27	19–48	
КНР и КНРУ	1,0–400	1,0–120	1,0–240	–	–	1,0–2,5	–	–	Переменное до 690 В частотой 400 Гц или постоянное 1200 В
КНРк	1,0–400	1,0–120	1,0–120	–	–	1,0–2,5	–	–	
КНРП	1,0–400	1,0–120	1,0–240	1,0	–	1,5–2,5	–	–	
КНРПк	1,0–400	1,0–120	1,0–120	–	–	1,5–2,5	–	–	Переменное до 400 В частотой до 1200 Гц или постоянное 500 В
КРКВ, КРКВЭ	0,75–300	0,75–95	0,75–150*	–	–	0,75–2,5	–	–	
АКНР, АКНРУ и АКНРП	16–240	16–240	16–240	–	–	–	–	–	
АКНРЭ	10–120	16–70	10–120	–	–	–	–	–	
КНРЭ и КНРЭк	1,0–120	1,0–50	1,0–120	1,0	–	1,5–2,5	–	–	
НРШМ	1,0–400	1,0–70	1,0–120	–	–	1,0–2,5	–	–	
СРМ	1,0–10	1,0–10	1,0–10	–	–	–	–	–	
КВРВБ	–	1,5–50	1,5–95	–	–	–	–	–	Переменное до 690 В частотой 50 Гц или постоянное 1000 В
КМВВЭ	0,75–10	0,75–10	0,75–10	–	0,75–1,5	0,75–1,5	–	–	Переменное до 500 В частотой 400 Гц или постоянное 750 В
СПОВ, СПОВЭ, СПОЭВ и СПОЭВЭ	0,35–95	0,35–95	0,35–95	–	0,35–2,5	0,35–2,5	1,5	0,35–1,0	Для сечений 0,35–2,5 мм² переменное 690 В частотой до 200 кГц или постоянное до 690 В. Для сечений 4 мм² и выше – переменное 690 В частотой 400 Гц или постоянное 1000 В

* Трехжильные кабели сечением свыше 1 мм² могут быть изготовлены с дополнительной нулевой жилой сечением от 1 до 50 мм².

Таблица 14.3. **Сортамент судовых кабелей управления, сигнализации и связи**

Марка	Число жил	Переменное напряжение, В			
		400	500	690	1000
		S, мм²			
КНРТ, КНРТП, КНРТУ, КНРТЭ, КНРЭТУ, КНРЭТЭ, КНРЭТП, КНРТЭк, КНРЭТ, КНРЭТЭк	2–48	1,0	–	–	–
КНРпТ, КНРпТк, КНРпТП, КНРпТПк, КНРпТУ, КНРпТЭ, КНРпТЭк	2–74	1,0	–	–	–
НГРШМ	4–37		–	1,0; 1,5	–
	4–16			2,5	
НРШМ	2		–	1–70	
	3			1–120	
МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100 и МЭРШНЭ-100	2–37	1,0; 1,5	–	–	–
	2–16	2,5	–	–	–
КВКРВБ и КВТРВБ	4–10	1,0*	–	–	–
	7–24	1,5*		–	
КМПВ	1–52	–	0,35	–	–
	1–52	–	0,5–1,5	–	0,5–1,5
	1–37		2,5	–	2,5
КМПВЭ, КМПВЭВ	2–52	–	0,35	–	–
	2–52	–	0,5–1,5	–	0,5–1,5
	2–37		2,5	–	2,5
КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ	2–52	–	0,35–1,0	–	–
	16×2э, 19×2э, 37×2э (попарно экранированные)	–	0,75	–	–
	2–52	–	1,5	–	1,5
КСРПВ, КСРПВЭ	4–54**	0,5–1	1,5	–	1,5

* Переменное 380 или постоянное 500 В.

** Состав кабелей: 4×1; 6(2×3); 8(2×4); 10(2×5); 12(4×3); 14(2×7); 16(4×4); 18(2×7 + 1×4); 24(2×12); 29(4×7); 32(2×16); 38(2×19); 44(2×20 + 1×4); 48(4×12); 54(2×27).

Рис. 14.1. Трехжильный кабель марки КНРП

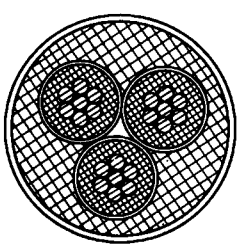


Рис. 14.2. Поперечный разрез трехжильного кабеля марки КНРП

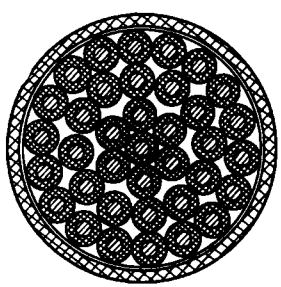


Рис. 14.3. Поперечный разрез 37-жильного кабеля марки СРМ

с медными и алюминиевыми жилами изготовляют по ГОСТ 7866.1-76 – 7866.3-76, конструкции жил соответствуют ГОСТ 22483-77. В качестве изоляции применяют: резину типа РТИ-1 или кремнийорганическую резину, а для оболочек – маслобензостойкую ре-

зину типа РШН-2, не распространяющую горение и ПВХ.

Основные конструктивные данные, в том числе толщина изоляции в зависимости от типов кабелей и сечений, приведены в табл. 14.4. Кабели МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100, МЭРШНЭ-100, НГРШМ сечением 1,0 и 1,5 мм^2 имеют толщину изоляции – 1,0 мм; 2,5 мм^2 – 1,2 мм (диаметр изолированной жилы соответственно: 3,32; 3,46 и 4,12 мм). Кабели КНРТ, КНРТП, КНРТУ, КНРТЭ, КНРЭТП, КНРЭТУ, КНРЭТЭ и КНРЭТ имеют толщину изоляции 1,0 мм (диаметр изолированной жилы 3,13 мм), кабели КСРПВ и КСРПВЭ сечением 0,5 мм^2 имеют толщину изоляции 0,5 мм, а остальные – 0,6 мм.

Допускается отклонение от установленных толщин в пределах до – 10%.

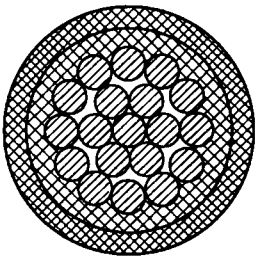


Рис. 14.4. Поперечный разрез одножильного кабеля марки КНРУ

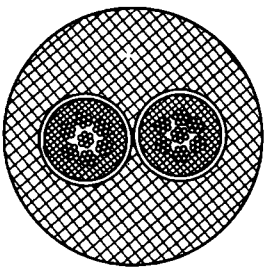


Рис. 14.5. Поперечный разрез двухжильного кабеля марки НРШМ

Таблица 14.4. **Конструктивные данные жил судовых кабелей с резиновой изоляцией**

S, мм^2	АКНР, АКНРП, АКНРУ, АКНРЭ, КНР, КНРП, КНРУ, КНРЭ, СРМ, КНРпТ, КНРпТП, КНРпТУ, КНРпТЭ, КНРпТк, КНРпТПк, КНРпТЭк, КНРПк, КНРТЭк, КНРЭк, КНРЭТЭк		НРШМ, КРКВ, КРКВЭ	
	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр изолированной жилы, мм
1,0	1,0	3,32	1,0	3,32
1,5	1,0	3,66	1,0	3,60
2,5	1,0	4,12	1,2	4,50
4,0	1,0	4,65	1,2	5,00
6	1,0	5,60	1,2	6,0
10	1,2	6,70	1,4	6,90
16	1,2	7,40	1,4	8,34
25	1,4	9,55	1,6	10,67
35	1,4	10,50	1,6	12,06
50	1,6	12,60	1,6	14,74
70	1,6	13,9	1,6	16,27
95	1,8	16,1	1,8	18,37
120	1,8	18,0	1,8	20,35
150	2,0	20,0	2,0	22,74
185	2,2	22,0	2,2	27,00
240	2,4	25,0	2,4	28,70
300	2,6	27,9	2,6	31,28
400	2,8	31,25	2,8	36,20

Таблица 14.5. **Порядок расположения экранированных жил в кабелях КНРЭТ, КНРЭТЭ, КНРЭТП, КНРЭТУ**

Число жил	Номера экранированных жил
2	1 и 2
3	1, 2 и 3
4	1, 2 и 3
5	1, 2, 3 и 5
7	1, 3, 5 и 7
10	1, 2, 3, 5, 7, и 9
12	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, и 11
14	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 и 13
16	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 13 и 15
19	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 и 19
24	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 и 23
27	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 и 27
30	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27 и 29
33	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31 и 33
37	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35 и 37
41	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39 и 41
44	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41 и 43
48	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45 и 47

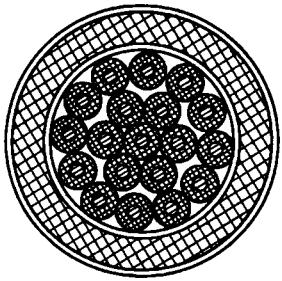


Рис. 14.6. Поперечный разрез 19-жильного кабеля марки КНРЭТЭ

Для защиты от помех не менее 50% жил кабелей КРЭТ, КРЭТЭ, КРЭТУ, КРЭТП и КНРЭТЭк поверх изоляции обматывают кашированной фольгой (металлизированной бумагой) с перекрытием не менее 10%, причем металлизированной поверхностью наружу (табл. 14.5). Изолированные жилы кабелей МЭРШН-100 и МЭРШНЭ-100 оплетают медной луженой проволокой диаметром не более 0,15 мм плотностью не менее 65%, а изолированные жилы кабелей НГРШМ имеют оплетку капроновыми или лавсановыми нитями плотностью не менее 65%. В кабелях КРКВЭ и КСРПВЭ экран в виде обмотки медной и медной луженой ленты располагают между внутренней и внешней оболочками из ПВХ пластиката.

Изолированные жилы кабелей КНРпТ, КНРпТУ, КНРпТЭ, КНРпТП, КНРПТк, КНРПТЭк, КНРпТПк скручивают из жил разного цвета в пары с шагом не более 200 мм.

Изолированные и экранированные жилы и пары кабелей, кроме НГРШМ, МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100 и МЭРШНЭ-100, скручивают в кабель концентрическими повивами в разные стороны. В каждом повиве кабелей КНРпТ, КНРпТУ, КНРпТЭ, КНРпТП, КСРПВ, КСРПВЭ сечением жил до 2,5 мм^2 включительно имеют счетную пару и пару направления, а во всех остальных кабелях – счетную жилу и жилу направления.

Поверх изоляции одножильных кабелей и по внешнему повиву изолированных и экра-

Таблица 14.6. **Толщины резиновой и свинцовой оболочек судовых кабелей**

Марки кабелей	Материал оболочки	Диаметр под оболочкой, мм	Толщина оболочки, мм
АКНР, АКНРП, АКНРЭ, КНР, КНРП, КНРТ, КНРТП, КНРпТ, КНРпТП, КНРпТЭ, КНРТЭ, КНРЭТ, КНРЭ, КНРЭТП, КНРЭТЭ, НРШМ	Резиновая	До 10 10 – 15 15 – 25 25 – 40 40 – 50 Свыше 50	2,5 3,0 3,0 3,5 4,5 5,0
КНРУ, КНРТУ, АКНРУ, КНРпТУ, КНРЭТУ	То же	До 10 10 – 15 15 – 25 25 – 40 40 – 50 Свыше 50	3,1 3,6 3,6 4,1 5,1 5,6
НГРШМ	То же	До 10 10 – 15 15 – 25 25 – 40 Свыше 40	2,0 2,0 2,5 3,0 3,0
МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100, МЭРШНЭ-100	То же	До 10 10 – 15 15 – 25 25 – 40 Свыше 40	2,5 2,5 3,0 3,5 3,5
СРМ	Свинцовая	До 16 Свыше 16	1,15*/1,24 1,25*/1,35

* В числителе указана номинальная, в знаменателе – максимальная толщина оболочки.

Рис. 14.7. Кабель марки КНРТП

нированных жил кабелей КНРк, КНРЭк, КНРПк, КНРТЭк, КНРЭТЭк, КНРпТк, КНРпТЭк, КНРпТПк накладывают обмотку из одной ленты синтетической пленки с перекрытием не менее 10%, поверх которой накладывают внутреннюю оболочку из ПВХ (рис. 14.7).

Поверх внутренней оболочки кабелей КНРЭк, КНРТЭк, КНРЭТЭк и КНРпТЭк накладывают экран из медной проволоки диаметром не более 0,3 мм, выполненный в виде двухслойной обмотки или оплетки плотностью не менее 80%. На экран накладывают наружную оболочку из ПВХ пластиката. Такую же металлическую прослойку прокладывают в кабелях КНРПк и КНРпТПк, но из стальных оцинкованных проволок диаметром 0,3 мм плотностью не менее 65%.

Оболочку в зависимости от типов кабелей накладывают из маслостойкой шланговой

Таблица 14.7. **Толщины ПВХ оболочек судовых кабелей с резиновой изоляцией**

Диаметр под внутренней или внешней оболочками, мм	Толщина оболочек, мм			
	внутренних кабелей		внешних кабелей	
	одножильных	многожильных	КНРк, КНРпТК	КНРпК, КНРЭк, КНРТЭк, КНРпТПк, КНРЭТЭк, КНРпТЭк
До 5	1,2	1,0	1,2	1,2
5–10	1,5	1,0	1,2	1,2
10–15	2,0	1,5	1,2	1,2
15–20	2,5	1,5	1,5	1,5
20–30	2,5	2,0	1,5	1,5
30–45	2,5	2,5	1,8	2,0
Свыше 45	–	2,5	2,0	3,0

Таблица 14.8. **Толщины ПВХ оболочек, мм, кабелей КРКВ, КСРПВ, КРКВЭ и КСРПВЭ**

Диаметр под внутренней или внешней оболочками, мм	КРКВ, КСРПВ	КРКВЭ, КСРПВЭ	
		внутренних	внешних
5–10	2,0	2,0	1,8
10–15	2,5	2,5	1,8
15–25	2,5	2,5	2,0
25–30	3,0	3,0	2,0
30–40	3,0	3,0	2,3
40–50	4,0	4,0	2,3
Свыше 50	–	–	2,5

Таблица 14.9. **Внешний диаметр одно-, двух- и трехжильных кабелей, мм, марок АКНР, АКНРУ, АКНРП, АКНРЭ, КНР, КНРУ, КНРП, КНРЭ, СРМ**

S, мм^2	АКНР	АКНРЭ, АКНРУ, АКНРП	КНР	КНРЭ, КНРУ, КНРП	СРМ
			Одножильные		
1,0	–	–	8,8	10,0	6,1
1,5	–	–	9,1	10,3	6,4
2,5	–	–	9,6	10,8	6,9
4	–	–	10,2	11,4	7,5
6	–	–	10,7	11,9	8,0
10	–	–	12,1	13,3	9,4
16	13,1	14,3	13,1	14,3	–
25	14,8	16,0	14,8	16,0	–
35	17,0	18,2	17,0	18,2	–
50	18,7	19,9	18,7	19,9	–
70	20,5	21,7	20,5	21,7	–
95	22,8	24,0	22,8	24,0	–
120	24,4	25,6	24,4	25,6	–
150	26,4	27,6	26,4	–	–
185	28,6	29,8	28,6	–	–
240	32,7	33,9	32,7	–	–
300	–	–	35,5	–	–
400	–	–	38,9	–	–
			Двухжильные		
1,0	–	–	12,0	13,2	10,7
1,5	–	–	12,6	13,8	11,3
2,5	–	–	13,6	14,8	12,3
4	–	–	14,7	15,9	12,0
6	–	–	16,8	18,0	13,1
10	–	–	19,5	20,7	15,8
16	21,6	22,8	21,6	22,8	–
25	25,0	26,2	25,0	26,2	–
35	27,3	28,5	27,3	28,5	–
50	30,8	32,0	30,8	33,0	–
70	35,4	36,6	35,4	–	–
95	40,0	–	40,0	–	–
120	43,2	–	43,2	–	–
150	47,1	–	–	–	–
			Трехжильные		
1,0	–	–	12,5	13,7	9,8
1,5	–	–	13,1	14,3	10,4
2,5	–	–	14,2	15,4	11,5
4	–	–	16,4	17,6	12,7
6	–	–	17,6	18,8	13,9
10	–	–	20,5	21,7	16,8
16	22,7	23,9	22,7	23,9	–
25	26,4	27,6	26,5	27,6	–
35	28,9	30,1	28,9	30,1	–
50	33,6	34,8	33,6	34,8	–
70	37,5	38,7	37,5	38,7	–
95	42,4	43,6	42,4	43,6	–
120	45,9	47,1	45,9	47,1	–
150	52,1	53,3	52,1	–	–
185	57,0	–	57,0	–	–
240	64,5	–	64,5	–	–

резины типа РШН-2, шлангового ПВХ или свинца марки ССУМ по ГОСТ 1292-81. Толщина оболочек указана в табл. 14.6–14.8, отклонение от толщины резиновой оболочки не превышает −20%, внешней ПВХ −15%.

Минимальные толщины свинцовой оболочки кабеля диаметром (под оболочкой) до 16 мм^2 −1,0 мм; свыше 16 мм −1,1 мм, а максимальные толщины – соответственно 1,24 и 1,35 мм.

В табл. 14.9–14.21 приведены внешний диаметр и масса судовых кабелей основ-

Таблица 14.10. **Масса одно-, двух- и трехжильных кабелей АКНР, АКНРУ, АКНРП, АКНРЭ, КНР, КНРУ, КНРП, КНРУ, СРМ на переменное напряжение 690 В**

S, мм^2	g, кг/км								
	АКНР	АКНРУ	АКНРП	АКНРЭ	КНР	КНРУ	КНРП	КНРЭ	СРМ
					Одножильные				
1,0	–	–	–	–	111	143	174	187	239
1,5	–	–	–	–	122	154	186	202	258
2,5	–	–	–	–	142	176	212	226	294
4	–	–	–	–	168	204	240	257	334
6	–	–	–	–	197	234	272	290	381
10	–	–	–	–	266	308	351	371	489
16	243	288	334	357	344	389	435	457	–
25	314	366	416	441	473	525	575	600	–
35	405	473	532	560	634	692	751	780	–
50	504	568	632	663	802	866	930	961	
70	611	681	751	785	1041	1111	1181	1215	–
95	761	839	917	953	1358	1436	1541	1550	–
120	875	958	1042	1081	1629	1712	1796	1839	–
150	1025	1136	1205	1248	1953	2063	2132	–	–
185	1217	1314	1411	1458	2379	2476	2573	–	–
240	1585	1695	1806	1859	3113	3223	3334	–	–
300	–	–	–	–	3796	3916	4035		–
400	–	–	–	–	4717	4848	4980	–	–
					Двухжильные				
1,0	–	–	–	–	194	234	274	292	523
1,5	–	–	–	–	220	262	303	324	371
2,5	–	–	–	–	270	315	361	383	656
4	–	–	–	–	333	382	431	455	618
6	–	–	–	–	450	505	561	587	718
10	–	–	–	–	639	704	768	799	966
16	635	707	778	813	842	914	985	1020	–
25	861	945	1027	1067	1189	1273	1355	1395	–
35	1035	1126	1216	1260	1490	1581	1671	1715	–
50	1321	1424	1525	1875	1938	2041	2142	2192	–
70	1759	1876	1994	2051	2649	2766	2884	–	–
95	2261	2394	2526	–	3496	3629	3761	–	–
120	2647	2792	2934	–	4207	4351	4494	–	–
150	3159	3315	3628	–	–	–	–		–
					Трехжильные				
1,0	–	–	–	–	217	258	299	319	453
1,5	–	–	–	–	247	281	334	355	503
2,5	–	–	–	–	309	356	408	427	593
4	–	–	–	–	388	439	490	515	700
6	–	–	–	–	527	585	644	673	825
10	–	–	–	–	761	829	698	930	1127
16	708	783	859	896	1019	1094	1170	1207	–
25	972	1060	1148	1189	1463	1551	1639	1680	–
35	1146	1271	1367	1413	1858	1953	2049	2094	–
50	1587	1699	1811	1823	2511	2623	2735	2788	–
70	1993	2118	2243	2238	3329	3454	3579	3638	–
95	2569	2710	2851	2775	4420	4561	4702	4769	–
120	3019	3185	3225	3112	5358	5524	5664	5620	–
150	3891	4065	4237	4075	6765	6939	7111	–	–
185	4678	4867	5056	–	8283	8472	8661	–	–
240	6002	6217	6168	–	10 740	10 955	10 906	–	–

Таблица 14.11. **Внешний диаметр и масса многожильных кабелей КНР, КНРУ и КНРП**

Число жил	1 мм²						1,5 мм²		
	КНР		КНРУ		КНРП		КНР		КНРУ
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм
4	13,3	243	14,5	289	14,5	335	14,0	278	15,2
5	14,2	277	15,4	326	15,4	353	16,1	366	17,3
7	16,2	379	17,4	434	17,4	463	17,1	435	18,9
10	18,4	499	20,6	565	20,6	632	20,6	585	21,8
12	19,9	550	21,1	618	–	–	21,1	648	22,3
14	20,7	607	21,9	678	–	–	22,0	720	23,2
16	21,6	766	22,8	740	–	–	23,1	795	24,3
19	22,6	748	23,8	825	–	–	24,1	896	25,3
24	25,8	910	27,0	998	–	–	27,6	1097	28,8
27	26,3	985	27,5	1074	–	–	28,1	1188	29,3
30	27,1	1063	28,3	1159	–	–	29,0	1288	30,2
33	28,0	1143	29,2	1238	–	–	30,1	1391	31,3
37	29,0	1245	30,2	1344	–	–	32,1	1608	33,3

Продолжение табл. 14.11

Число жил	1,5 мм²			2,5 мм²					
	КНРУ	КНРП		КНР		КНРУ		КНРП	
	g, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
4	327	15,2	375	16,3	394	17,5	450	17,5	507
5	421	17,3	477	17,4	454	18,6	514	18,6	574
7	498	18,3	556	18,6	558	19,8	622	19,8	686
10	655	21,8	725	22,6	726	23,8	830	23,8	910
12	720	22,3	793	23,2	845	24,4	924	24,4	1004
14	795	23,2	870	24,3	976	25,5	1029	25,5	1111
16	874	24,3	952	25,5	1049	26,7	1136	26,7	1222
19	978	25,3	1060	26,7	1191	27,9	1283	27,9	1375
24	1191	28,8	1284	30,7	1471	31,9	1575	31,9	1679
27	1284	29,3	1380	32,3	1692	33,5	1801	33,5	1911
30	1327	30,2	1485	33,3	1836	34,5	1949	34,5	2861
33	1493	31,3	1597	34,5	1983	35,7	2100	35,7	3216
37	1717	33,3	1825	35,7	2172	36,9	2293	36,9	2413

Таблица 14.12. **Внешний диаметр кабелей КНРТ, КНРТП, КНРТЭ, КНРТУ, КНРЭТ, КНРЭТП, КНРЭТУ, КНРЭТЭ**

Число жил	*D*, мм						Число жил	*D*, мм					
	КНРТ	КНРТП, КНРТЭ	КНРЭТ	КНРЭТП, КНРЭТЭ	КНРТУ	КНРЭТУ		КНРТ	КНРТП, КНРТЭ	КНРЭТ	КНРЭТП, КНРЭТЭ	КНРТУ	КНРЭТУ
2	11,9	13,1	12,4	13,6	13,1	13,6	19	22,3	23,5	23,7	24,9	23,5	24,9
3	12,3	13,5	12,9	14,1	13,5	14,1	24	25,4	26,6	27,1	28,3	26,6	28,3
4	13,1	14,3	13,8	15,0	14,3	15,0	27	25,9	27,1	27,6	28,8	27,1	28,8
5	14,1	15,3	14,8	16,0	15,3	16,0	30	26,7	27,9	28,5	29,7	27,9	29,7
7	15,0	16,2	16,8	18,0	16,2	18,0	33	27,6	28,8	29,5	30,7	28,8	30,7
10	19,1	20,3	20,2	21,4	20,3	21,4	37	28,5	29,7	30,5	31,7	29,7	31,7
12	19,6	20,8	20,8	22,0	20,8	22,0	41	30,1	33,8	34,9	36,1	33,8	36,1
14	20,4	21,6	21,6	22,8	21,6	22,8	44	31,6	33,8	34,9	36,1	33,8	36,1
16	21,3	22,5	22,6	23,8	22,5	23,8	48	33,1	34,3	35,4	36,6	34,3	36,6

Таблица 14.13. **Масса кабелей КНРТ, КНРТП, КНРТЭ, КНРТУ, КНРЭТ, КНРЭТП, КНРЭТЭ, КНРЭТУ**

Число жил	*g*, кг/км							
	КНРТ	КНРТП	КНРТЭ	КНРЭТ	КНРЭТП	КНРЭТЭ	КНРТУ	КНРЭТУ
2	190	269	288	20	287	307	229	245
3	207	290	309	226	311	332	249	269
4	230	326	349	251	347	370	281	299
5	271	368	392	287	390	414	320	339
7	324	428	453	389	505	532	377	446
10	483	614	645	512	650	683	548	582
12	533	667	700	568	710	744	600	639
14	587	726	760	622	769	805	657	696
16	642	788	823	683	838	875	715	760
19	722	874	911	764	925	964	798	845
24	878	1051	1092	930	1115	1159	864	1022
27	948	1124	1167	1006	1193	1239	1036	1100
30	1023	1203	1247	1082	1276	1321	1111	1179
33	1150	1287	1333	1167	1367	1416	1194	1267
37	1197	1390	1437	1265	1472	1522	1294	1369
41	1423	1644	1697	1509	1742	1801	1533	1627
44	1483	1704	1757	1569	1804	1862	1593	1687
48	1574	1798	1852	1669	1908	1965	1686	1789

Таблица 14.14. **Внешний диаметр, мм, одио-, двух-и трехжильных кабелей марок КНРПк, КНРк, КНРЭк**

S, мм²	КНРПк			КНРк			КНРЭк		
	Число жил								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1,0	4,4	12,3	12,8	8,3	11,2	11,7	9,4	12,3	12,8
1,5	9,7	12,9	13,4	8,6	11,8	12,3	9,7	12,9	13,4
2,5	10,1	13,7	14,3	9,0	12,6	13,2	10,1	13,7	14,3
4	10,7	14,9	15,6	9,6	13,8	14,5	10,7	14,9	15,6
6	11,8	16,9	18,3	10,7	15,8	16,6	11,8	16,9	18,3
10	13,2	20,3	21,3	12,1	19,2	20,2	13,2	20,3	21,3
16	14,2	22,3	23,4	13,1	21,2	22,3	14,2	22,3	23,4
25	15,9	25,7	28,1	14,8	24,6	26,9	15,9	25,7	28,1
35	18,6	28,9	30,5	16,9	27,8	29,9	18,6	28,9	30,5
50	21,6	32,9	35,7	19,5	31,8	34,2	21,6	32,9	35,7
70	22,2	37,1	40,1	21,1	35,6	38,5	42,2	–	40,1
95	25,5	42,7	45,1	24,4	41,2	43,6	25,5	–	45,1
120	27,0	45,7	48,8	25,9	44,2	46,8	26,0	–	48,3
150	29,0	–	–	27,9	–	51,6	–	–	–
185	31,3	–	–	30,2	–	56,5	–	–	–
240	35,3	–	–	33,8	–	62,9	–	–	–
300	38,1	–	–	36,6	–	–	–	–	–
400	41,6	–	–	40,1	–	–	–	–	–

Таблица 14.15. **Масса, кг/км, одио-, двух- и трехжильных кабелей марок КНРПк, КНРк, КНРЭк**

S, мм²	КНРПк			КНРк			КНРЭк		
	Число жил								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1,0	121	207	232	82	148	175	141	237	264
1,5	132	234	265	94	170	202	153	266	298
2,5	154	310	357	108	210	269	187	348	397
4	181	367	471	129	265	365	213	410	518
6	227	468	594	168	357	464	264	555	645
10	303	687	844	237	550	703	347	764	905
16	391	872	1096	307	723	929	428	963	1163
25	512	1238	1597	430	1035	1394	566	1313	1679
35	693	1596	1987	573	1356	1763	756	1683	2080
50	881	2032	2631	779	1825	2388	936	2128	2735
70	1100	2645	3355	989	2431	3248	1161	–	3465
95	1507	3660	4639	1346	3217	4308	1580	–	4274
120	1771	4319	5730	1600	3852	5150	1840	–	5882

Продолжение табл. 14.15

S, мм²	КНРПк			КНРк			КНРЭк		
	Число жил								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
150	2117	–	–	1931	–	6188	–	–	–
185	2556	–	–	2353	–	7789	–	–	–
240	3285	–	–	3029	–	9737	–	–	–
300	3983	–	–	3702	–	–	–	–	–
400	4945	–	–	4643	–	–	–	–	–

Таблица 14.16. **Внешний диаметр, мм, многожильных кабелей марок КНРк, КНРПк, КНРЭк, КНРТЭк, КНРЭТЭк, КНРиТк, КНРпТЭк, КНРиТПк, КНРиТ, КНРиТЭ, КНРиТУ, КНРиТП**

Число жил	КНРпТУ, КНРпТП, КНРпТЭ	КНРПк, КНРЭк	КНРпТЭк, КНРпТПк	КНРпТ	КНРк	КНРТЭк	КНРЭТЭк	КНРпТк	КНРк		КНРПк, КНРЭк	
	S, мм²											
	1,0								1,5	2,5	1,5	2,5
4	12,9	13,7	12,9	12,9	12,6	13,2	13,9	11,7	13,4	14,2	14,4	15,3
5	–	14,6	–	–	13,5	14,1	14,9		14,4	16,4	15,4	18,1
6	14,3	–	14,4	14,3	–	–	–	13,2	–	–	–	–
7	–	15,6	–	–	14,5	15,0	16,9	–	16,5	18,2	18,1	19,3
8	16,6	–	16,6	16,6	–	–	–	15,4	–	–	–	–
10	17,8	20,5	18,5	17,8	19,4	19,8	20,9	16,7	20,6	22,2	21,7	23,3
12	–	–	–	–	19,9	20,2	21,4	–	21,1	22,8	22,2	23,9
14	19,5	–	20,2	19,5	20,8	21,1	22,3	19,0	22,1	23,8	23,2	25,0
16	22,2	–	–	–	21,7	22,0	23,3	–	23,1	25,0	24,2	26,1
19	–	–	–	–	22,7	22,9	24,3	–	24,2	27,2	25,3	28,3
20	–	–	22,9	22,2	–	–	–	21,7	–	–	–	–
24	23,7	–	24,3	23,7	26,0	26,0	28,7	23,1	28,8	31,2	29,9	32,3
27	–	–	–	–	27,5	26,5	29,2	–	29,3	31,8	30,4	32,9
28	24,9	–	25,6	24,9	–	–	–	24,4	–	–	–	–
30	–	–	–	–	28,4	28,3	30,1	–	30,3	32,8	31,4	34,9
32	26,2	–	26,8	26,2	–	–	–	25,6	–	–	–	–
33	–	–	–	–	29,3	29,2	31,1	–	31,3	34,6	32,4	36,1
37	–	–	–	–	30,3	30,2	32,2	–	32,4	35,8	34,5	37,3
38	27,8	–	29,5	27,8	–	–	–	28,3	–	–	–	–
41	–	–	–	–	–	34,3	36,5	–	–	–	–	–
44	–	–	–	–	–	34,3	36,5	–	–	–	–	–
48	30,5	–	32,2	30,5	–	34,8	37,0	31,0	–	–	–	–
54	33,0	–	34,6	33,0	–	–	–	32,4	–	–	–	–
60	34,2	–	35,9	34,2	–	–	–	34,7	–	–	–	–
66	35,5	–	37,1	35,5	–	–	–	35,9	–	–	–	–
74	37,1	–	38,8	37,1	–	–	–	37,6	–	–	–	–

Таблица 14.17. **Масса многожильных кабелей, кг/км, марок КНРк, КНРПк, КНРЭк, КНРТЭк, КНРЭТЭк, КНРпТк, КНРиТЭк, КНРпТПк, КНРиТ, КНРиТЭ, КНРиТУ, КНРпТП**

Число жил	КНРпТУ	КНРпТП	КНРпТЭ	КНРПк	КНРЭк	КНРпТЭк	КНРпТПк	КНРпТ	КНРк
	S, мм²								
	1,0								
4	260	306	328	250	285	242	213	215	190
5	–	–	–	287	325	–	–	–	223
6	317	368	393	–	–	299	266	268	–
7	–	–	–	347	388	–	–	–	279
8	420	479	506	–	–	393	353	363	–
10	477	541	571	535	589	472	429	416	441
12	–	–	–	–	–	–	–	–	493
14	577	645	678	–	–	570	522	510	550
16	–	–	–	–	–	–	–	–	607
19	–	–	–	–	–	–	–	–	689

Продолжение табл. 14.17

Число жил	КНРпТУ	КНРпТП	КНРпТЭ	КНРПк	КНРЭк	КНРпТЭк	КНРпТПк	КНРпТ	КНРк
	S, мм²								
	1,0								
20	729	800	845	–	–	719	664	653	–
24	824	907	946	–	–	811	751	743	839
27	–	–	–	–	–	–	–	–	922
28	914	1000	1042	–	–	901	837	829	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	1000
32	1005	1096	1140	–	–	987	920	916	–
33	–	–	–	–	–	–	–	–	1082
37	–	–	–	–	–	–	–	–	1185
38	1133	1231	1276	–	–	1185	1109	1038	–
41	–	–	–	–	–	–	–	–	–
44	–	–	–	–	–	–	–	–	–
48	1368	1453	1503	–	–	1403	1320	1247	–
54	1570	1685	1740	–	–	1599	1512	1458	–
60	1689	1815	1872	–	–	1723	1633	1580	–
66	1822	1947	2005	–	–	1848	1753	1702	–
74	1988	2117	2179	–	–	2015	1916	1863	–

Продолжение табл. 14.17

Число жил	КНРТЭк	КНРЭТЭк	КНРпТк	КНРПк		КНРк		КНРЭк	
	S, мм²								
	1,0			1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5
4	287	305	152	288	413	223	281	325	457
5	321	355	–	333	498	264	366	373	549
6	–	–	197	–	–	–	–	–	–
7	379	429	–	447	607	364	486	495	662
8	–	–	272	–	–	–	–	–	–
10	552	589	317	623	815	521	664	682	886
12	604	647	–	692	911	587	756	–	984
14	663	705	423	768	1017	659	853	752	1094
16	722	771	–	845	1190	733	952	832	1274
19	805	855		953	1345	836	1148	912	1432
20	–	–	550	–	–	–	–	–	–
24	973	1099	629	1231	1721	1073	1419	1024	1825
27	1046	1183	–	1330	1863	1186	1553	1316	1969
28	–	–	709	–	–	–	–	–	–
30	1189	1264	–	1438	2015	1289	1694	1529	2124
32	–	–	783	–	–	–	–	–	–
33	1272	1356	–	1346	2172	1394	1879	1641	2286
37	1376	1461	–	1760	2460	1531	2058	1959	2580
38	–	–	960	–	–	–	–	–	–
41	–	1710	–	–	–	–	–	–	–
44	–	1770	–	–	–	–	–	–	–
48	–	1873	1155	–	–	–	–	–	–
54	–	–	1268	–	–	–	–	–	–
60	–	–	1452	–	–	–	–	–	–
66	–	–	1566	–	–	–	–	–	–
74	–	–	1718	–	–	–	–	–	–

Таблица 14.18. **Внешний диаметр и масса гибких кабелей марок НРШМ, НГРШМ, МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100, МЭРШНЭ-100**

Число жил	НРШМ		НГРШМ		МРШН		МРШНЭ		МЭРШН-100		МЭРШНЭ-100	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	$S = 1,0$ мм²											
1	8,9	144	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	12,2	228	–	–	12,1	183	13,3	228	13,3	224	14,5	338
3	12,7	252	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	13,6	255	13,0	222	13,5	249	14,7	366	14,9	316	16,1	444
5	14,6	291	14,1	258	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 14.18

Число жил	НРШМ		НГРШМ		МРШН		МРШНЭ		МЭРШН-100		МЭРШНЭ-100	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
7	16,5	397	15,1	316	15,4	347	16,6	479	16,2	356	18,4	599
10	19,8	524	18,7	429	—	—	—	—	—	—	—	—
12	20,3	580	20,2	538	19,2	518	20,4	681	22,7	754	23,9	945
14	21,2	642	21,1	598	—	—	—	—	—	—	—	—
16	22,1	705	22,1	660	22,0	697	23,2	883	24,8	928	26,0	1137
19	23,1	791	23,2	746	23,0	783	24,2	978	26,0	1052	27,2	1272
24	26,4	966	26,7	915	26,3	957	27,5	1178	29,9	1293	31,1	1544
27	26,9	1044	27,3	996	26,9	1035	28,0	1261	30,5	1408	31,7	1664
30	27,8	1130	29,2	1080	—	—	—	—	—	—	—	—
33	28,7	1216	29,2	1166	28,6	1206	29,8	1447	33,6	1745	34,8	2027
37	29,7	1327	31,3	1362	29,6	1316	30,8	1565	34,8	1907	36,0	2198
					S = 1,5 мм²							
1	9,2	125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	12,8	257	—	—	12,7	205	13,9	314	13,9	247	15,1	366
3	13,3	285	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	14,3	292	13,8	258	14,2	286	15,4	408	15,6	357	16,8	491
5	16,3	380	14,9	301	—	—	—	—	—	—	—	—
7	17,4	459	16,0	374	16,3	406	17,5	546	18,1	519	19,3	674
10	21,0	612	20,9	568	—	—	—	—	—	—	—	—
12	21,5	682	21,4	636	21,4	673	22,6	855	23,9	866	25,1	1068
14	22,5	757	22,4	710	—	—	—	—	—	—	—	—
16	23,5	836	23,6	789	23,4	827	24,6	1025	26,2	1075	27,4	1295
19	24,6	944	24,7	896	24,5	934	25,7	1141	27,5	1222	28,7	1454
24	28,2	1159	28,5	1103	28,1	1148	29,3	1385	32,1	1958	33,9	1872
27	28,7	1256	29,1	1203	28,6	1246	29,8	1487	33,3	1735	34,5	2014
30	29,7	1364	31,1	1393	—	—	—	—	—	—	—	—
33	30,7	1472	32,2	1504	30,6	1460	31,8	1718	35,6	2035	36,8	2334
37	32,8	1701	34,4	1646	32,7	1689	33,9	1963	36,9	2231	38,1	2540
					S = 2,5 мм²							
1	10,3	161	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	16,1	361	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	16,8	453	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	18,1	460	16,5	354	18,3	426	19,5	582	18,4	491	19,6	648
5	19,4	535	18,0	437	—	—	—	—	—	—	—	—
7	20,8	659	20,4	610	19,7	595	20,9	762	22,5	794	23,7	985
10	25,6	894	25,4	834	—	—	—	—	—	—	—	—
12	26,2	1005	26,2	947	25,5	984	26,7	1285	28,7	1232	29,9	1473
14	27,5	1128	27,5	1068	—	—	—	—	—	—	—	—
16	28,9	1253	28,9	1190	27,7	1198	27,4	1418	32,6	1636	33,8	1911
19	30,3	1427	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	36,0	1860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	36,8	2022	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	38,0	2200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	39,4	2379	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	40,8	2608	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 14.19. **Внешний диаметр и масса одно-, двух- и трехжильных кабелей КРКВ и КРКВЭ**

S, мм²	КРКВ		КРКВЭ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
	Одножильные			
0,75	7,3	64	11,9	193
1,0	7,5	68	12,1	200
1,5	7,8	77,3	12,4	213
2,5	8,5	99	13,1	245
4	9,2	121	13,8	278
6	9,7	147	14,3	211
10	11,1	212	15,7	396
16	12,1	278	16,7	477
25	13,8	393	18,4	617
35	15,9	531	28,9	802
50	17,5	689	22,5	985
70	19,1	890	24,1	1211
95	21,4	1183	26,4	1539
120	22,9	1423	24,9	1803

Продолжение табл. 14.19

S, мм²	КРКВ		КРКВЭ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
150	24,9	1436	29,9	2145
185	27,2	2136	32,2	2582
240	31,2	2806	36,8	3360
300	34,0	3450	39,6	4050
	Двухжильные			
0,75	10,8	117	15,4	298
1,0	11,2	128	15,8	314
1,5	11,8	145	16,4	340
2,5	13,8	208	18,5	440
4	15,6	270	20,6	537
6	16,6	346	21,6	628
10	19,4	498	24,4	822
16	21,4	647	26,4	1003
25	24,8	911	29,8	1321
35	27,0	1152	32,0	1595
50	31,2	1570	36,8	2144
70	34,4	2015	40,0	2622
95	39,0	2677	44,6	3356

Продолжение табл. 14.19

S, мм²	КРКВ		КРКВЭ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	Трехжильные			
0,75	11,3	141	15,9	328
1,0	11,7	152	16,3	345
1,5	12,3	177	16,9	377
2,5	15,1	274	20,1	534
4	16,4	338	21,4	618
6	17,4	431	22,4	710
10	20,4	634	25,4	975
16	22,6	845	27,6	1219
25	26,2	1211	31,2	1640
35	28,6	1549	33,6	2017
50	33,0	2133	38,6	2716
70	36,5	2767	42,1	3408
95	41,4	3701	47	4424
120	44,7	4451	50,3	5230
150	50,9	5670	56,9	6600

Таблица 14.20. **Внешний диаметр и масса многожильных кабелей КРКВ и КРКВЭ**

Число жил	КРКВ								КРКВЭ							
	Сечение жил, мм²															
	0,75		1,0		1,5		2,5		0,75		1,0		1,5		2,5	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
4	12,1	165	12,6	181	13,3	213	162	329	16,7	364	17,2	387	17,9	429	21,2	605
5	13,0	191	13,5	210	15,3	280	17,5	387	17,6	403	18,1	430	20,3	542	22,5	684
7	13,9	234	15,5	291	16,4	346	18,8	488	18,5	459	20,5	548	21,4	624	23,8	804
10	18,0	353	18,8	391	20,0	469	23,2	668	23,0	656	23,8	707	25,0	803	28,2	1052
12	18,4	394	19,3	437	20,5	527	23,9	761	23,4	703	24,3	760	25,5	870	28,9	1155
14	19,3	438	20,2	488	21,5	592	25,0	860	24,3	761	25,2	826	26,5	950	30,0	1272
16	20,2	484	21,1	539	22,5	657	26,3	961	25,2	822	26,1	890	27,5	1029	31,3	1392
19	21,1	546	22,1	610	23,6	749	27,6	1102	26,1	897	27,1	977	28,6	1147	32,6	1555
24	24,2	670	25,4	750	27,2	923	33,0	1428	29,2	1069	30,4	1168	32,2	1368	38,6	2016
27	24,6	725	25,9	816	27,7	1007	33,7	1524	29,6	1130	30,9	1241	32,7	1461	39,3	2169
30	25,5	789	26,8	888	28,7	1099	34,8	1717	30,5	1208	31,8	1327	33,7	1567	40,4	2330
33	26,4	853	27,7	957	29,7	1190	36,1	1864	31,4	1287	32,7	1411	35,3	1718	41,7	2500
37	27,3	931	28,7	1060	31,8	1386	37,4	2051	32,3	1377	33,7	1528	37,4	1951	43,0	2708

Таблица 14.21. **Внешний диаметр и масса кабелей КСРПВ, КСРПВЭ**

Число жил	Число пар или четверок	КСРПВ		КСРПВЭ	
		D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	$S = 0,5$ мм²				
4	4 отдельные жилы	9,2	94	13,8	251
6	3 × 2	12,8	145	17,4	355
8	4 × 2	13,8	169	18,4	393
10	5 × 2	15,8	225	20,8	495
12	3 × 4	15,5	236	20,5	502
14	7 × 2	17,0	269	22,0	558
16	4 × 4	18,0	294	23,0	598

Число жил	Число пар или четверок	КСРПВ		КСРПВЭ	
		D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
18	1 × 4 + 7 × 2	17,8	307	22,8	608
24	12 × 2	21,4	393	26,4	749
28	7 × 4	19,4	393	24,4	718
32	16 × 2	23,4	475	28,4	862
38	19 × 2	24,6	531	29,6	936
44	1 × 4 + 20 × 2	25,4	585	30,4	1003
48	12 × 4	24,7	603	29,7	1010
54	27 × 2	29,0	699	34,0	1173

Продолжение табл. 14.21

Число жил	Число пар или четверок	КСРПВ		КСРПВЭ	
		D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
	S = 0,75 мм²				
4	4 отдельные жилы	10,1	117	14,7	286
6	3 × 2	15,5	215	20,5	481
8	4 × 2	16,7	251	21,7	535
10	5 × 2	18,0	287	23,0	591
12	3 × 4	17,4	301	22,4	595
14	7 × 2	19,4	347	24,4	672
16	4 × 4	18,9	362	23,9	679
18	1 × 4 + 7 × 2	20,3	401	25,3	740
24	12 × 2	24,7	518	29,7	925
28	7 × 4	22,1	528	27,1	895
32	16 × 2	27,2	632	32,2	1078
38	19 × 2	28,6	714	33,6	1181
44	1 × 4 + 20 × 2	20,5	788	34,5	1269
48	12 × 4	28,4	816	33,4	1280
54	27 × 2	34,7	1019	40,3	1631

Продолжение табл. 14.21

Число жил	Число пар или четверок	КСРПВ		КСРПВЭ	
		D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
	S = 1,0 мм²				
4	4 отдельные жилы	10,6	131	15,2	301
6	3 × 2	16,4	240	21,4	519
8	4 × 2	17,7	282	22,7	581
10	5 × 2	19,1	325	24,1	696
12	3 × 4	18,5	343	23,5	655
14	7 × 2	20,6	395	25,6	739
16	4 × 4	20,1	414	25,1	750
18	1 × 4 + 7 × 2	21,6	460	26,6	820
24	12 × 2	26,4	596	31,4	1036
28	7 × 4	23,6	612	28,6	1003
32	16 × 2	29,1	732	34,7	1250
38	19 × 2	31,6	895	37,2	1455
44	1 × 4 + 20 × 2	32,6	987	38,2	1565
48	12 × 4	31,5	1022	37,1	1581
54	27 × 2	37,4	1186	43,0	1843

ной серии. Предельное отклонение от внешних диаметров +10%. Фактическая масса не превышает номинальную более чем на 10%.

Строительная длина кабелей, за исключением НГРШМ, МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100 и МЭРШНЭ-100, – не менее 125 м. Допускаются маломерные отрезки длиной не менее 25 м в количестве не более 10% общей длины партии. Строительная длина кабеля НГРШМ – не менее 60 м, а МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100 и МЭРШНЭ-100 – не менее 85 м. Допускаются маломерные отрезки длиной не менее 20 м в количестве не более 15% общей длины партии. Для кабелей марок КРКВ, КРКВЭ, КСРПВ и КСРПВЭ диаметром до 25 мм – 125 мм, диаметром свыше 25 мм – не менее 60 м. Допускаются маломерные отрезки длиной не менее 25 м в количестве не более 10% общей длины партии.

14.3. КАБЕЛИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ОБЛУЧЕННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Кабели изготовляют в ПВХ оболочках по ТУ 16.505.305-81 следующих модификаций: неэкранированные (СПОВ), с экранированными жилами (СПОЭВ), с общим экраном по оболочке (СПОВЭ); с экранированными жилами в общем экране по оболочке (СПОЭВЭ) (рис. 14.8). Эти кабели предназначены для универсального применения в силовых цепях, цепях освещения, управления, сигнализации на судах при переменном напряжении до 690 В частотой 400 Гц или постоянном напряжении 1000 В сечением жил свыше 2,5 мм², а сечением от 0,35 до 2,5 мм² – при переменном напряжении частотой до 200 кГц или постоянном напряжении до 690 В при температуре от –40 до +65 °С.

Токопроводящие жилы кабелей скручивают из мягких медных проволок в соответствии с ГОСТ 22483-77 класса 4 сечением 0,35 и 0,5 мм² и класса 2 – сечением 0,7–95,0 мм². В качестве изоляции применяют ПЭ, который подвергают радиационному модифицированию. Некоторые конструктивные данные приведены ниже.

Предельно допустимое отклонение от номинальной толщины: изоляции –10%, оболочки –15%.

В кабелях СПОЭВ и СПОЭВЭ поверх изоляции накладывают экран в виде оплетки медной луженой проволокой диаметром 0,10–0,13 мм или повива из медных проволок диаметром 0,12–0,15 мм плотностью

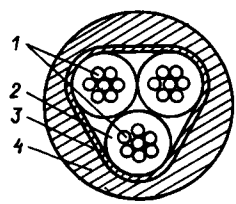


Рис. 14.8. Поперечный разрез трехжильного кабеля марки СПОВ сечением 3 × 16 мм²:
1 – жила медная – мягкая проволока; *2* – изоляция – радиационно-модифицированный ПЭ; *3* – обмотка – лавсановая лента; *4* – оболочка из ПВХ пластиката

не менее 70% оплетки и не менее 90% повива.

Толщина изоляции из облученного ПЭ:

S, мм²	Толщина изоляции, мм	S, мм²	Толщина изоляции, мм
0,35	0,4	10,0	0,9
0,50	0,5	16,0	1,0
0,75	0,5	25	1,2
1,0	0,6	35	1,5
1,5	0,6	50	1,5
2,5	0,7	70	1,8
4,0	0,8	95	2,0
6,0	0,8		

Толщина ПВХ оболочки кабелей с изоляцией из облученного ПЭ:

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина оболочки, мм
До 6,0	0,9
6,0 – 8,0	1,0
8,0 – 11,0	1,2
11,0 – 15,0	1,5
15,0 – 22,0	1,8
22,0 – 30,0	2,0
30,0 – 35,0	2,5
35,0 – 40,0	3,0
Свыше 40,0	3,5

Таблица 14.22. **Внешний диаметр и масса кабелей марок СПОВ, СПОЭВ, СПОВЭ и СПОЭВЭ**

Число жил	СПОВ		СПОЭВ		СПОВЭ		СПОЭВЭ	
	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
				S = 0,35 мм²				
1	3,4	14,1	–	–	4,2	33,8	–	–
2	5,4	33,1	6,4	51,3	6,6	79,4	7,6	107
3	5,6	36,7	6,7	59,1	6,8	85,6	7,9	117
4	6,1	41,6	7,2	68,6	7,3	93,6	8,4	129
7	7,0	60,0	8,6	109	8,2	118	9,8	180
12	9,0	96,0	11,4	182	10,2	171	12,6	275
19	10,8	147	13,2	268	12,0	235	14,4	374
27	12,6	172	16,2	386	13,8	275	17,4	516
30	13,1	215	16,7	422	14,3	321	17,9	554
37	14,6	272	18,0	506	15,8	389	19,2	650
48	16,4	339	21,0	566	17,6	466	22,2	834
				S = 0,50 мм²				
1	3,7	17,0	–	–	4,5	38,3	–	–
2	6,0	41,0	7,0	61,1	7,2	91,9	8,2	120
3	6,3	46,4	7,3	70,0	7,5	99,0	8,5	131
4	6,8	51,4	8,1	81,6	8,0	109	9,3	150
7	8,1	79,6	9,5	126	9,3	148	10,7	204
12	10,7	133	12,7	214	11,9	220	13,9	317
19	12,3	189	15,3	330	13,5	289	16,5	453
27	15,1	275	18,0	450	16,3	397	19,2	595
30	15,6	298	19,3	515	16,8	424	20,5	668
37	16,7	363	20,7	614	17,9	487	21,9	779
48	19,5	467	23,4	773	20,7	621	24,6	957
				S = 0,75 мм²				
1	3,9	20,4	–	–	4,7	42,7	–	–
2	6,4	49,5	7,4	71,0	7,6	105	8,6	133
3	6,7	56,9	7,8	83,5	7,9	114	9,0	149
4	7,3	64,4	8,6	100	8,5	126	9,8	170
7	8,7	101	10,5	160	9,9	173	11,7	246
12	11,5	169	14,1	273	12,7	262	15,3	386
19	13,3	247	16,3	400	14,5	354	17,5	530
27	16,3	326	19,9	572	17,5	455	21,1	729
30	16,9	390	20,5	620	18,1	524	21,7	783
37	18,7	487	22,1	749	19,9	634	23,3	924
48	21,1	611	25,0	946	22,3	779	26,3	1143
				S = 1,0 мм²				
1	4,3	25,0	–	–	5,5	63,1	–	–
2	7,1	61,3	8,3	88,4	8,3	121	9,5	158
3	7,5	71,7	8,7	104	8,7	135	9,9	176

Продолжение табл. 14.22

Число жил	СПОВ		СПОЭВ		СПОВЭ		СПОЭВЭ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
4	8,3	82,3	9,5	117	9,5	152	10,7	196
7	9,8	128	11,6	167	11,0	207	12,8	287
12	13,0	214	15,6	331	14,2	318	16,8	457
19	15,6	330	18,7	508	16,8	456	19,2	656
27	19,1	477	22,0	692	20,3	629	23,2	863
30	19,7	518	22,8	762	20,9	673	24,0	942
37	21,2	618	24,5	906	22,4	787	25,7	1102
48	24,0	780	28,2	1174	25,2	970	29,4	1392
				S = 1,5 мм²				
1	4,6	31,4	–	–	5,8	71,5	–	–
2	7,7	77,7	8,9	101	9,0	142	10,1	175
3	8,3	94,6	9,4	116	9,5	165	10,6	193
4	9,0	108	10,6	139	10,2	182	11,8	225
7	11,1	179	12,5	212	12,3	269	13,7	313
12	14,8	303	16,8	352	16,0	421	18,0	485
19	17,2	447	20,2	639	18,4	583	21,4	799
27	20,9	630	23,9	875	22,1	796	25,1	1064
				S = 2,5 мм²				
1	5,3	46,4	–	–	6,5	91,7	–	–
2	9,4	118	10,8	162	10,6	195	12,0	250
3	9,9	144	11,4	196	11,1	225	12,6	288
4	11,3	178	12,4	223	12,5	270	13,6	318
7	13,3	281	15,4	377	14,5	388	1,6	501
12	17,9	480	20,5	638	19,1	622	21,7	801
				S = 4 мм²				
1	6,0	63,2	–	–	7,2	114	–	–
2	11,2	177	–	–	12,4	268	–	–
3	11,9	214	–	–	13,1	311	–	–
				S = 6 мм²				
1	6,6	85,1	–	–	7,8	141	–	–
2	12,4	234	–	–	13,6	329	–	–
3	13,1	288	–	–	14,3	394	–	–
				S = 10 мм²				
1	7,6	123	–	–	8,8	187	–	–
2	15,0	354	–	–	16,2	473	–	–
3	15,9	442	–	–	17,1	569	–	–
				S = 16 мм²				
1	9,8	197	–	–	11,0	278	–	–
2	19,5	544	–	–	20,7	697	–	–
3	20,7	720	–	–	21,9	884	–	–
				S = 25 мм²				
1	12,5	318	–	–	13,7	420	–	–
2	24,2	806	–	–	25,4	1097	–	–
3	26,1	1147	–	–	27,3	1351	–	–
				S = 35 мм²				
1	14,7	441	–	–	15,9	559	–	–
2	27,9	1213	–	–	29,0	1432	–	–
3	29,6	1520	–	–	30,8	1751	–	–

Продолжение табл. 14.22

Число жил	СПОВ		СПОЭВ		СПОВЭ		СПОЭВЭ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
				S = 50 мм²				
1	16,2	573	–	–	17,4	704	–	–
2	30,8	1574	–	–	32,0	1794	–	–
3	32,9	1962	–	–	34,1	2219	–	–
				S = 70 мм²				
1	18,45	789	–	–	17,45	923	–	–
2	32,9	2037	–	–	34,1	2295	–	–
3	36,0	2870	–	–	37,2	3151	–	–
				S = 95 мм²				
1	20,1	1067	–	–	21,3	1227	–	–
2	38,3	2768	–	–	39,5	3067	–	–
3	41,8	3678	–	–	43,0	4001	–	–

Изолированные жилы скручивают в кабель концентрическими повивами. В многожильных кабелях в каждом повиве две смежные жилы (счетная пара) по цвету отличаются между собой и от остальных жил повива. Наложенная на кабель оболочка из ПВХ имеет толщину, значения которой указаны выше. В кабелях СПОВЭ и СПОЭВЭ поверх оболочки накладывают экран в виде оплетки медной луженой проволокой диаметром 0,15–0,30 мм плотностью не менее 80%.

В табл. 14.22 приведены внешний диаметр и масса кабелей СПОВ, СПОЭВ, СПОВЭ и СПОЭВЭ. Предельное отклонение от внешнего диаметра кабелей +10%.

Строительная длина кабелей – не менее 125 м. Допускаются маломерные отрезки: кабелей СПОВ и СПОВЭ – длиной не менее 30 м – 23% общей длины сдаваемой партии и не менее 10 м – 7% сдаваемой партии; кабелей СПОЭВ и СПОЭВЭ – не менее 70 м – 25% сдаваемой партии, не менее 30 м – 18% и не менее 10 м – 7% сдаваемой партии.

14.4. КАБЕЛИ МАЛОГАБАРИТНЫЕ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ И В ОБОЛОЧКЕ

Особенностью кабелей КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ и КМВВЭ (ГОСТ 17301-79) являются малые толщины изоляции и оболочки, благодаря чему достигаются их малые диаметры, обусловливающие выгодность условий монтажа (рис. 4.9). Эти кабели используют в основном для монтажа цепей управления, сигнализации, связи, межприборных соединений при переменных напряжениях 500 и 1000 В частотой не более 200 кГц или соответственно при постоянных напряжениях 750 и 1500 В при температуре от –50 до +65 °С.

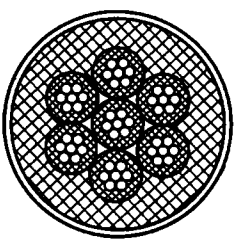


Рис. 14.9. Поперечный разрез семижильного кабеля марки КМВВЭ

Кабель КМВВЭ с ПВХ изоляцией предназначен для силовых и осветительных сетей и цепей управления на переменное напряжение 500 В частотой не более 400 Гц или 750 В постоянного напряжения при температуре от –50 до +65 °С.

В кабелях данной группы, кроме КМПВ, предусмотрено экранирование либо отдельных жил (полное или частичное), либо общее. Все кабели многожильные (см. табл. 14.1, 14.2).

Токопроводящие жилы скручивают из отожженных мягких медных проволок по конструкциям класса 4 сечением 0,35–0,5 мм² и класса 2 сечений 0,75–10,0 мм².

Жилы кабелей КМВВЭ изолируют ПВХ пластикатом, а всех остальных марок – ПЭ.

Оболочки всех кабелей из ПВХ пластиката. Толщина ПВХ оболочек кабелей с ПВХ изоляцией указана ниже:

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	До 10	Свыше 10
Толщина оболочки, мм	1,5	2

Значения толщины изоляции и ПВХ оболочки кабелей с ПЭ изоляцией приведены в табл. 14.23 и 14.24.

Предельно допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции кабелей на напряжение 500 В $\pm 0{,}1$ мм, а на напряжение 1000 В -10%. Допустимое отклонение от номинальной толщины оболочки -20%.

Изолированные жилы в кабелях КМПЭВ, КМПЭВЭ и КМПЭВЭВ с попарно экранированными жилами скручивают в пары с шагом не более 50 мм. Жилы в паре отличаются по цвету. В кабелях с экранированными жилами или парами жил поверх изоляции и по скрутке пар накладывают экран в виде оплетки или повива из медных луженых проволок диаметром 0,10–0,15 мм плотностью не менее 70% для оплетки и 90% для повива.

Изолированные жилы, экранированные жилы и пары скручивают в кабель концентрическими повивами в разные стороны с применением для заполнения ПЭ корделя. При расположении жил в кабелях с частично экранированными жилами руководствуются порядком, указанным в табл. 14.25.

В каждом повиве две смежные жилы отличаются между собой и от остальных жил данного повива, а две смежные пары повива отличаются комбинацией цветов

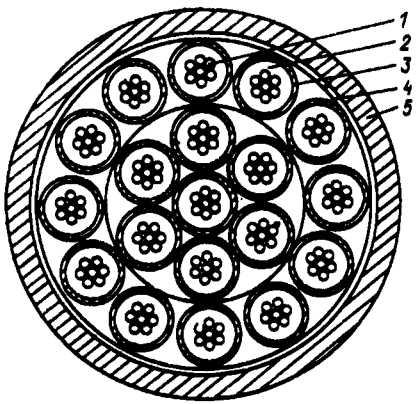


Рис. 14.10. Поперечный разрез 19-жильного кабеля марки КМПЭВ сечением 19 × 0,75 мм²:
1 – жила – медная проволока; *2* – изоляция из ПЭ; *3* – экран – медная луженая проволока; *4* – обмотка – лавсановая лента; *5* – оболочка – ПВХ пластикат

Таблица 14.23. **Толщина изоляции малогабаритных судовых кабелей марок КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ, КМВВЭ**

S, мм²	Толщина изоляции, мм	
	ПЭ	ПВХ
0,35	0,4	–
0,50	0,4	–
0,75	0,4	0,8
1,00	0,5	0,8
1,5	0,6	0,8
2,5	0,6	1,0
4,0	–	1,0
6,0	–	1,2
10,0	–	1,2

Таблица 14.24. **Толщина оболочек малогабаритных судовых кабелей марок КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ, КМВВЭ**

Толщина ПВХ оболочки кабелей с ПЭ изоляцией, мм

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина оболочки поверх скрученных сердечников, мм	Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Толщина оболочки поверх экранирующей оплетки, мм
До 8,0	1,2	До 15,0	1,2
8,0–14,0	1,5	15,0–30,0	1,5
14,0–22,0	1,8	Свыше 30,0	1,8
Свыше 22	2,2		

Таблица 14.25. **Порядок расположения жил в кабелях с частичю экранированными жилами ио повивам**

Число жил	Система расположения жил по повивам
12/8э	4 + 8э
17/11э	1э + 6 + 10э
22/7э	1э + 6э + 15
27/13э	4 + 10 + 13э
39/24э	1э + 6э + 15 + 17э
42/19э	1э + 6э + 12э + 23
50/22э	3э + 11 + 17 + 19э

Примечания: 1. Буква «э» означает экранированная жила. 2. В числителе указано общее число жил, в знаменателе – число экранированных жил.

между собой и от остальных пар данного повива. По внешнему повиву допускается обмотка лентой из ПЭТФ или полиамидной пленки с перекрытием, поверх которой накладывают ПВХ оболочку. Одножильные кабели КМВВЭ оболочки не имеют.

Таблица 14.26. **Максимальный внешний диаметр и масса кабелей марок КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ**

Число жил	КМПВ		КМПВЭ		КМПВЭВ		КМПЭВ		КМПЭВЭ		КМПЭВЭВ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
						S = 0,35 мм²						
1	4,4	20,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	6,4	33,8	7,7	82,8	10,5	127	7,4	49,9	8,7	108	11,6	158
3	6,6	40,3	7,9	91,0	10,8	136	7,7	61,5	9,0	122	11,9	174
4	7,0	47,5	8,4	101	11,2	148	8,4	74,4	9,7	139	12,4	194
7	8,1	67,6	9,5	128	12,2	180	9,7	111	11,0	185	13,8	246
10	9,8	91,2	11,1	165	14,0	226	—	—	—	—	—	—
12	10,1	103	11,4	178	14,2	240	13,0	190	14,3	299	17,1	367
14	10,6	115	11,9	193	14,6	257	13,5	214	14,9	316	17,6	397
19	12,1	159	13,5	249	16,4	321	14,9	272	16,2	385	19,0	496
24	14,0	195	15,3	297	18,0	378	17,2	339	18,5	469	21,9	594
27	14,2	211	15,5	316	18,4	398	17,5	371	18,8	503	22,2	631
30	14,6	229	16,0	337	18,8	421	—	—	—	—	—	—
37	15,7	271	17,1	385	20,5	498	19,4	478	20,7	631	24,2	777
52	18,2	362	19,5	496	22,9	624	23,2	676	24,5	854	28,1	1020
						S = 0,5 мм²						
1	4,5	22,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	6,6	37,8	7,9	88,6	10,8	134	7,7	54,4	9,0	114	11,8	165
3	6,9	45,6	8,3	98,0	11,0	145	8,0	67,7	9,4	130	12,1	183
4	7,4	54,3	8,7	110	11,6	159	8,7	82,3	10,0	150	12,8	206
7	8,5	78,3	9,8	142	12,7	196	10,1	124	11,4	200	14,2	263
10	10,3	107	11,7	184	14,5	247	—	—	—	—	—	—
12	10,7	121	12,0	200	14,7	265	13,5	213	14,9	315	16,3	396
14	11,1	136	12,4	218	15,3	285	14,1	240	15,4	346	18,3	430
19	12,9	188	14,2	282	17,1	358	15,5	307	16,8	423	20,4	538
24	14,7	231	16,1	338	18,9	423	17,9	383	19,3	518	22,7	648
27	15,1	252	16,4	361	19,8	447	18,3	420	19,6	557	23,1	650
30	15,5	274	16,8	387	20,4	499	—	—	—	—	—	—
37	16,6	325	17,9	445	21,5	563	21,0	568	22,3	728	25,7	881
52	19,3	437	20,6	577	24,1	711	24,3	769	25,6	954	29,2	1120
						S = 0,75 мм²						
1	4,7	26,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	7,0	45,5	8,4	99,1	11,2	147	8,1	63,1	9,5	126	12,2	180
3	7,4	56,0	8,7	112	11,6	161	8,6	79,9	9,9	146	12,7	202
4	7,9	67,7	9,2	128	12,1	180	9,2	98,0	10,6	169	13,3	228
7	9,1	101	10,5	170	13,3	228	10,8	150	12,1	232	14,9	299
10	11,3	139	12,7	223	15,4	291	—	—	—	—	—	—
12	12,1	172	13,5	262	16,4	335	14,4	258	15,7	367	18,5	453
14	12,7	193	14,1	287	16,9	363	15,2	292	16,5	406	19,9	518
19	14,1	247	15,4	349	18,2	430	16,7	376	18,0	502	21,5	623
24	16,2	304	17,5	421	20,9	536	19,4	466	20,7	619	24,1	764
27	16,5	333	17,8	453	21,2	570	19,7	512	21,0	668	24,5	816
30	17,1	363	18,4	485	21,8	605	—	—	—	—	—	—
37	18,3	435	19,6	567	23,0	695	22,5	700	23,9	872	27,4	1040
52	21,9	614	23,2	774	26,6	927	26,3	953	27,6	1150	31,1	1340
						S = 1,0 мм²						
1	5,1	29,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	7,7	52,5	9,0	111	11,9	161	8,8	71,9	10,1	139	12,9	196
3	8,0	65,4	9,4	126	12,2	178	9,2	91,7	10,6	162	13,3	221
4	8,7	79,6	10,0	145	12,9	200	10,0	113	11,3	189	14,1	252
7	10,1	120	11,4	195	14,3	257	12,4	189	13,8	282	16,5	357
10	13,2	180	14,5	277	17,4	354	—	—	—	—	—	—
12	13,5	204	14,9	303	17,7	382	15,7	300	17,1	418	20,6	534
14	14,2	230	15,5	333	18,4	415	16,5	340	17,8	463	21,3	583
19	15,6	294	16,9	408	20,5	520	18,3	439	19,6	575	23,1	706
24	18,0	365	19,4	496	22,9	623	21,9	570	23,2	736	26,6	893

Продолжение табл. 14.26

Число жил	КМПВ		КМПВЭ		КМПВЭВ		КМПЭВ		КМПЭВЭ		КМПЭВЭВ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
27	18,4	399	19,7	533	23,2	662	22,3	625	23,7	796	27,1	955
30	19,0	436	20,4	574	23,9	707	—	—	—	—	—	—
37	21,1	547	22,4	702	26,0	850	24,9	821	26,2	1010	29,6	1180
52	24,5	737	25,9	916	29,4	1080	29,9	1170	31,2	1400	34,7	1610
						S = 1,5 мм²						
1	5,6	38,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	8,8	70,0	10,1	136	13,0	192	9,9	92	11,2	167	14,0	229
3	9,2	89,2	10,6	158	13,4	216	10,5	120	11,8	199	14,5	264
4	10,0	110	11,3	184	14,2	246	11,3	149	12,7	240	15,4	312
7	12,4	184	13,8	276	16,6	350	14,1	250	15,4	355	18,2	438
10	15,4	253	16,7	366	20,2	477	—	—	—	—	—	—
12	15,8	290	17,2	405	20,7	519	18,0	402	19,4	536	22,9	666
14	16,6	329	17,9	450	21,5	568	18,9	459	20,2	600	23,8	735
19	18,4	425	19,7	559	23,2	688	21,7	619	23,0	782	26,5	937
24	22,0	553	23,3	715	26,8	868	25,2	771	26,5	959	29,9	1140
27	22,4	608	23,8	774	27,3	930	25,7	850	27,1	1050	30,5	1230
30	23,2	664	24,5	835	28,1	990	—	—	—	—	—	—
37	24,9	795	26,3	980	29,8	1150	29,6	1170	30,9	1390	34,3	1600
52	30,0	1130	31,4	1350	34,9	1550	34,5	15,90	35,9	1850	40,4	2160
						S = 2,5 мм²						
1	6,2	52,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	9,9	98,0	11,2	172	14,1	233	—	—	—	—	—	—
3	10,5	129	11,8	207	14,6	271	—	—	—	—	—	—
4	11,4	162	12,8	246	15,5	314	—	—	—	—	—	—
7	14,1	273	15,4	376	18,3	458	—	—	—	—	—	—
10	17,7	379	19,0	507	22,4	631	—	—	—	—	—	—
12	18,2	440	19,5	572	23,0	700	—	—	—	—	—	—
14	19,1	502	20,5	641	23,9	774	—	—	—	—	—	—
19	21,9	681	23,2	842	26,6	990	—	—	—	—	—	—
24	25,4	849	26,7	1030	30,1	1200	—	—	—	—	—	—
27	25,9	942	27,3	1140	30,7	1320	—	—	—	—	—	—
30	26,8	1030	28,2	1230	31,6	1410	—	—	—	—	—	—
37	29,8	1290	31,1	1510	34,5	1710	—	—	—	—	—	—

Таблица 14.27. **Максимальный внешний диаметр и масса частично экранированных кабелей марок КМПЭВ, КМПЭВЭ и КМПЭВЭВ**

n × *S*, мм²	КМПЭВ		КМПЭВЭ		КМПЭВЭВ	
	D, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км	*D*, мм	*g*, кг/км
12/8э × 0,35	12,5	178	14,1	276	16,8	347
17/11э × 0,35	14,4	223	16,0	333	18,6	414
22/7э × 0,35	14,2	235	15,5	370	18,6	457
27/13э × 0,35	16,3	297	17,8	421	21,1	534
39/24э × 0,35	18,2	427	19,7	565	23,0	688
42/19э × 0,35	18,8	435	20,1	590	23,9	731
50/22э × 0,35	21,5	516	23,0	678	26,3	821
12/8э × 0,5	13,2	192	14,7	293	17,3	368
17/11э × 0,5	15,1	253	16,6	369	19,9	474
22/7э × 0,5	14,9	269	16,2	390	19,3	457
27/13э × 0,5	17,2	341	18,7	473	22,0	590
39/24э × 0,5	19,7	515	21,2	665	24,5	797
42/19э × 0,5	19,7	496	21,0	651	24,8	731
50/22э × 0,5	22,6	598	24,1	767	27,3	916

Примечание. В числителе указано общее число жил, в знаменателе — число экранированных жил.

В кабелях КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ и КМВВЭ (рис. 14.10) поверх оболочки, а в одножильных кабелях КМВВЭ поверх изоляции накладывают экранирующую оплетку из медных луженых проволок. В кабелях КМПВЭВ и КМПЭВЭВ допускается наложение экрана в виде повива или оплетки из медных нелуженых проволок.

Таблица 14.28. **Строительная длина малогабаритных кабелей**

Марка	Строительная длина, м, не менее	Маломерные отрезки	
		длиной, м, не менее	количество от общей длины сдаваемой партии, %, не более
КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ	200	30	23
		10	7
КМВВЭ	125	30	23
		10	7
КМПЭВ, КМПЭВЭ, КМПЭВЭВ	125	70	25
		30	18
		10	7

Допускают поверх общего экрана плотностью не менее 80% обмотку лентой из ПЭТФ или полиамидной пленки с перекрытием не менее 30%.

Поверх общего экрана кабелей КМПВЭВ и КМПЭВЭВ накладывают вторую оболочку из ПВХ пластиката. На оболочке кабелей допускают продольные риски.

Максимальные внешний диаметр и масса малогабаритных кабелей приводятся в табл. 14.26 и 14.27. Строительные длины малогабаритных кабелей указаны в табл. 14.28.

14.5. КАБЕЛИ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ СРЕД

Эти кабели выпускают по ТУ 16.505.405-72, они предназначены для эксплуатации во взрывоопасных средах танкеров типа «Крым» в помещениях и пространствах II категории (согласно правилам Регистра СССР). Они работают в состоянии фиксированного монтажа на судне при прокладке по металлическим конструкциям, а также при свободной прокладке в деревянных протекторах при переменном напряжении до 690 В частотой 50 Гц или до 1000 В постоянного напряжения в силовых сетях, контрольных цепях и телефонной связи при переменном напряжении до 380 В частотой 50 Гц или до 500 В постоянного напряжения. Кабели обеспечивают работу при длительно допустимой температуре нагрева жил до 65 °С и кратковременной (до 5 с) температуре на жиле до 150 °С при токах короткого замыкания.

Кабели выпускаются трех типов: силовой (КВРВБ), контрольный (КВКРВБ) и телефонный (КВТРВБ). Число жил и диапазон сечений указаны в табл. 14.2, 14.3. Конструктивно все три типа кабелей примерно одинаковы.

Токопроводящие жилы сечением 1,0—1,5 мм² изготовляют по конструкции типа 2

Таблица 14.29. **Толщина резиновой изоляции кабелей для танкеров**

S, мм²	Толщина изоляции, мм	
	КВРВБ	КВКРВБ, КВТРВБ
1,0 и 1,5	2,0	1,2
2,5—6	2,4	—
10 и 16	1,4	—
25—70	1,6	—
95	1,8	—

Таблица 14.30. **Толщина ПВХ оболочки кабелей для танкеров**

Диаметр под оболочкой, мм	Толщина внутренней оболочки, мм	Диаметр под оболочкой, мм	Толщина внешней оболочки, мм
До 10	2	До 20	1,8
10—25	2,5	20—35	2,0
25—40	3,0	Свыше 35	2,2
40—50	4,0		
Свыше 50	4,5		

Таблица 14.31. **Внешний диаметр и масса кабелей марок КВРВБ, КВКРВБ, КВТРВБ**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км	$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км
КВРВБ			3×35	40,2	3374
			3×50	43,5	4014
2×1,5	21,0	678	3×70	46,9	4846
2×2,5	23,6	851	3×95	55,6	6365
2×4	25,6	958			
2×6	26,9	1086			
2×10	26,9	1341	КВКРВБ		
2×16	28,9	1581			
2×25	32,5	2022	4×1	18,1	489
2×35	34,8	2330	10×1	24,9	891
2×50	38,8	2971	7×1,5	21,8	756
3×1,5	21,9	744	16×1,5	29,7	1475
3×2,5	24,5	970	24×1,5	34,9	1941
3×4	25,1	1009			
3×6	28,1	1229	КВТРВБ		
3×10	30,2	1682			
3×16	32,3	1993			
3×25	37,4	2671	4×1	18,3	512
			10×1	26,1	956
			7×1,5	22,7	802
			16×1,5	31,1	1570
			24×1,5	37,7	2167

(ГОСТ 22483-77), сечением 2,5–10 мм², сечением 16 мм² (семипроволочные), сечением 25 мм² и выше – типа 1.

Изоляция из резины типа РТИ-1 толщиной согласно табл. 14.29. Предельное отклонение от номинальной толщины изоляции –10%.

Поверх каждой жилы кабелей КВТРВБ накладывают экран из кашированной фольги, скрепленной лавсановой нитью. Допускается парная скрутка жил кабелей без кашированной фольги при условии обеспечения показателей установленной формы переходного затухания. Изолированные жилы кабелей КВРВБ скручивают: сечением 1,5–6 мм² между собой, сечением 10 мм² и выше – вокруг профилированного сердечника из ПВХ пластиката. Толщина ребра сердечника с жилами: сечением 10 и 16 мм² 1,4 мм; сечением 25–70 мм² – 1,6 мм и сечением 95 мм² – 1,8 мм.

При скрутке изолированных жил кабелей КВКРВБ и КВТРВБ две смежные жилы имеют расцветку или маркировку изоляции, отличающую их друг от друга и от остальных жил данного повива. Поверх изоляции всех жил кабеля КВРВБ сечением 10 мм² и выше накладывают ленту из пленки ПЭТФ с перекрытием не менее 20%. В силовых кабелях сечением 1,5–6 мм² включительно, а также в контрольных и телефонных кабелях лента из пленки ПЭТФ накладывается поверх скрученных жил с перекрытием не менее 20%.

На скрученные жилы с заполнением накладывают ПВХ оболочку толщиной согласно табл. 14.30, а затем броню из двух стальных лент так, чтобы верхняя лента перекрывала зазоры между витками нижней ленты. Броню покрывают ПВХ оболочкой толщиной согласно табл. 14.30. Внешний диаметр и масса приведены в табл. 14.31. Предельно допустимое отклонение от номинального диаметра кабеля +10%.

Строительная длина кабелей 400±50 м. Допускается изготовление кабелей с другими длинами, оговоренными в заказе.

14.6. ПАРАМЕТРЫ СУДОВЫХ КАБЕЛЕЙ

В табл. 14.32 приведены основные электрические требования к отдельным группам кабелей. Переходное затухание на ближнем конце между рядом лежащими парами кабеля, измеренное на частоте 800–1000 Гц, кабелей КНРЭТ, КНРЭТУ, КНРЭТЭ и КНРЭТП с числом жил до семи включительно – не менее 37,5 дБ, свыше семи – не менее 55 дБ, кабелей КНРпТ, КНРпТУ, КНРпТЭ и КНРпТП, КНРпТк, КНРпТЭк, КНРпТПк – 74 дБ.

Переходное затухание кабелей КВРВБ, КВКРВБ и КВТРВБ с числом жил до семи включительно – не менее 52 дБ, а свыше семи жил – не менее 70 дБ, а кабелей КСРПВ и КСРПВЭ с числом жил до четырех включительно – не менее 54,7 дБ, свыше четырех жил – не менее 63,5 дБ.

Электрическая емкость двух рядом лежащих незкранированиых жил малогабаритных кабелей длиной 1 м, за исключеиием КМВВЭ, – 100 пФ. Емкость экранированных и многожильных кабелей с изоляцией из облученного ПЭ не более 260 пФ. Емкость кабелей КСРПВ и КСРПВЭ между жилами пар и рабочих пар при температуре (25±10)°С на 1 м длины – не более 10 пФ.

Таблица 14.32. **Электрические испытании судоных кабелей**

Марка	Напряжение, кВ	Продолжительиость приложения напряжения, мии	Сопротивление изоляцин 10^6 Ом·км
КНР, КНРУ, КНРП, КНРЭ, АКНР, АКНРУ, АКНРП, АКНРЭ, НРШМ, НГРШМ, СРМ	2,5	15	100
КНРк, КНРЭк, КНРПк, КНРТЭк, КНРЭТЭк	2,5	15	120
КНРТ, КНРТП, КНРТУ, КНРТЭ, КНРЭТ, КНРЭТп, КНРЭТУ, КНРЭТЭ, МРШН, МРШНЭ, МЭРШН-100, МЭРШНЭ-100	15	2,0	100
КНРпТЭк, КНРпТ, КНРпТП, КНРпТПк, КНРпТЭ, КНРпТУ	2,0	15	100
СПОВ, СПОЭВ, СПОВЭ, СПОЭВЭ	2,5	15	300
КМПВ, КМПВЭ, КМПВЭВ, КМПЭВЭ	0,5–2,5	15	1000*

Продолжение табл. 14.32

Марка	Напряжение, кВ	Продолжительность приложения напряжения, мин	Сопротивление изоляции 10^6 Ом·км
КМПЭВ, КМПЭВЭВ, КМВВЭ	1–3,5	15	5**
КВРВБ	5	15	100
КВКРВБ	1,5	15	100
КВТРВБ	1,5	15	100

* ПЭ изоляция.
** ПВХ изоляция.
Примечания: 1. Все жилы кабеля испытывают на АСИ.
2. Кабели КВРВБ, КВКРВБ, КВТРВБ испытывают после 6 ч пребывания в воде переменным напряжением 3 кВ в течение 10 мин.
3. Кабели КРКВ, КРКВЭ, КСРПВ, КСРПВЭ испытывают на АСИ, категория Э-3, без погружения в воду. Сопротивление 1 км кабеля с кремнийорганической изоляцией 500 Ом, с изоляцией из радиационно-модифицированного ПЭ 1000 Ом.

РАЗДЕЛ ПЯТНАДЦАТЫЙ

ЖАРОСТОЙКИЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА С МИНЕРАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

15.1. НОМЕНКЛАТУРА

Жаростойкие кабели в зависимости от назначения изготовляют с медными, из сплавов сопротивления или из термоэлектродных сплавов жилами, размещенными в медной, из нержавеющей стали или из жаростойких сплавов трубе, промежутки между которыми заполнены окисью магния. Сопротивление изоляции кабелей с минеральной (магнезиальной) изоляцией зависит от содержания в ней влаги. В нормальных условиях и при содержании влаги в изоляции не более 0,4% сопротивление изоляции находится в пределах $(900-4550)\cdot 10^6$ Ом·км и зависит от числа и сечения жил кабеля. Сопротивление изоляции кабеля с магнезиальной изоляцией в среде с относительной влажностью $(95\pm3)\%$ при 20 °С уменьшается и через 3–4 ч становится стабильным, равным $2\cdot 10^6$ Ом·км. При относительной влажности $(80\pm5)\%$ при 20 °С сопротивление изоляции, равное $2\cdot 10^6$ Ом·км, устанавливается примерно через 24 ч.

В нормальном состоянии электрическая прочность изоляции кабеля с магнезиальной изоляцией составляет 6 МВ/м, а в изогнутом состоянии – 3 МВ/м. Импульсная прочность магнезиальной изоляции 6–12 МВ/м. Пробивное напряжение при повышении температуры до 250 °С изменяется незначительно. Дальнейшее повышение температуры приводит к резкому снижению пробивного напряжения.

Магнезиальная изоляция имеет $\operatorname{tg}\delta = 0{,}001 \div 0{,}004$ при 20, 0,01 при 250 и 0,08 при 800 °С. При увлажнении изоляции до 1,5–2,0% значение $\operatorname{tg}\delta$ равно 0,04. При плотности магнезиальной изоляции, равной 1900–2000 кг/м^3, $\varepsilon = 3{,}8 \div 4{,}5$. При повышении температуры до 250 °С и частоты до 400 МГц значение ε возрастает незначительно, при влажности 1,5–2,0% – до 5,2.

При помещении открытого конца кабеля с магнезиальной изоляцией в воду влага в течение 6 мес проникает не более чем на 200 мм. За 30 ч пребывания его в атмосфере с относительной влажностью $(95\pm3)\%$ при 20 °С влага проникает на глубину 40–60 мм. Подогрев концов кабеля обеспечивает испарение всей поглощенной влаги. Номенклатура жаростойких кабелей с магнезиальной изоляцией приведена в табл. 15.1, а сортамент этих кабелей – в табл. 15.2.

Таблица 15.1. **Номенклатура жаростойких кабелей с минеральной изоляцией**

Марка (код ОКП)	Кабель	ТУ
КМЖ (35 6811 0200)	С медными жилами, с магнезиальной изоляцией, в медной оболочке	ТУ 16.505.870-75
КМЖВ (35 6811 0100)	То же, в ПВХ шланге	То же
КНМСН (35 6822 0100)	С никелевыми жилами, в стальной оболочке, нагревостойкий	ТУ 16.505.564-75
КНМСНХ (35 6822 0300)	То же, с нихромовой жилой	То же
КНМСНХ-Н	То же, в оболочке из сплава ХН78Т	» »
КНМСпН	То же, с никелевой жилой	» »
КНМСС (35 6832 0100)	То же, с жилами из нержавеющей стали, в стальной оболочке	» »
КНМС2С (35 6832 0800)	То же, в двух стальных оболочках	» »
КНМС3С (35 6832 1200)	То же, в трех стальных оболочках	» »
КНМСпС (35 6832 1000)	То же, в оболочке из сплава ХН78Т	» »
КНМСп2С (35 6832 1000)	То же, в двух оболочках из сплава ХН78Т	» »
КНМСп3С (35 6832 1300)	То же, в трех оболочках из сплава ХН78Т	» »
КТМС (ХК) (35 6774 0100)	То же, с жилами хромель Т-копель	ТУ 16.505.757-75
КТМСп(ХК) (35 6774 0400)	То же, в оболочке из сплава ХН78Т	То же
КТМСМ(ХА) (35 6775 0500)	С термоэлектродными жилами из сплавов хромель Т и алюмель, с минеральной изоляцией, в стальной оболочке	ТУ 16.705.073-78
КТМСМ(ХК) (35 6774 0500)	То же, с термоэлектродными жилами хромель Т и копель	То же
КТМСпМ(ХА) (35 6775 0600)	То же, с термоэлектродными жилами из сплавов хромель Т и алюмель в оболочке из сплава ХН78Т	» »
КТМСпМ(ХК) (35 6774 0600)	То же, с термоэлектродными жилами хромель Т и копель	» »

Таблица 15.2. **Сортамент жаростойких кабелей с минеральной изоляцией**

Марка	Число жил	S, мм², при рабочем напряжении, В			
		до 1	115	500	750
КМЖ, КМЖВ	1	–	–	1,0; 1,5; 2,5; 4,0	6; 10; 16; 25; 50; 70; 95; 120
	2	–	–	1,0; 1,5 и 2,5	1,5; 2,5; 4; 6,10 и 16
	3	–	–	1,0; 1,5 и 2,5	1,5; 2,5; 4; 6,0 и 16
	4	–	–	1,0; 1,5 и 2,5	1,5 и 2,5
	5	–	–	1,0; 1,5 и 2,5	1,5 и 2,5
	7	–	–	1,0 и 1,5	1,5 и 2,5
	12	–	–	1,0	1,0
	19	–	–	–	1,0
КНМСН, КНМСНХ, КНМСпС, КНМСС	1	–	0,070 0,159	0,283; 0,502; 0,785 и 1,131	–
	2	–	0,025 0,050	–	–
КНМСН	2	–	–	0,636	–
	4	–	–	0,708	–
КНМС2С	1	–	0,070	0,196; 0,332	–
	2	–	0,070	0,220	–
	4	–	–	0,166	–
КНМС3С	1	–	–	0,138	–
КТМС(ХА), КТМС(ХК)	2	0,02; 0,06; 0,3; 0,5; 0,6; 0,9	–	–	–
КТМСМ(ХА), КТМСпМ(ХА), КТМСМ(ХК), КТМСпМ(ХК)	4	0,05; 0,009; 0,125 0,44 и 1,13	–	–	–

15.2. СИЛОВЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ КАБЕЛИ С МАГНЕЗИАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Однопроволочные токопроводящие жилы силовых и контрольных кабелей изготовляют из бескислородной меди. В поперечном сечении кабеля жилы размещают равномерно по окружности внутри трубы из бескислородной меди, промежутки между ними заполняют прессованной окисью магния (рис. 15.1). На поверхности оболочки отсутствуют грубые следы обработки, выводящие ее толщину за пределы допустимых отклонений. Матовая поверхность и цвета побежалости на оболочке не являются браковочными признаками. В кабелях КМЖВ поверх медной оболочки накладывают герметичный шланг из ПВХ пластиката. Наружный диаметр, масса и максимальная длина кабеля с магнезиальной изоляцией приведены в табл. 15.3. Допускается сдача маломерных отрезков длиной не менее 10 м в количестве не более 20%.

Кабели КМЖ и КМЖВ должны эксплуатироваться с концевыми заделками для герметизации торцов кабеля и ввода кабелей в электрооборудование через индивидуальные отверстия (конструкции ЗККМЖ. 01) или через сальники (конструкция ЗККМЖ. 02), изображенные на рис. 15.2. Заделки различают по маркоразмерам в зависимости от сечения и количества жил кабеля, напряжения и конструктивного исполнения заделки (табл. 15.4). Торцы кабелей в заделках герметизируют с помощью компаунда ВГО-1, предназначенного для работы при максимальной рабочей температуре 250 °С. Изолирование токопроводящих жил кабелей в заделках осуществляется с помощью трубок марки ТКР из кремнийорганической резины (максимальная температура 180 °С), трубок марки К-672 из кремнийорганической резины (максимальная температура 250 °С), трубок из Ф-4 (максимальная температура 250 °С), обмоткой электроизоляционной самосклеивающейся лентой марки ЛЭТСАР (для максимальной температуры

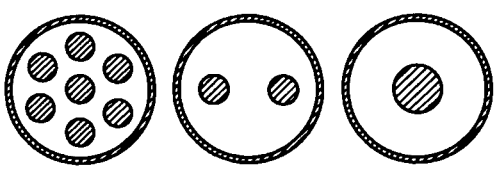


Рис. 15.1. Схема жаростойких кабелей с магнезиальной изоляцией

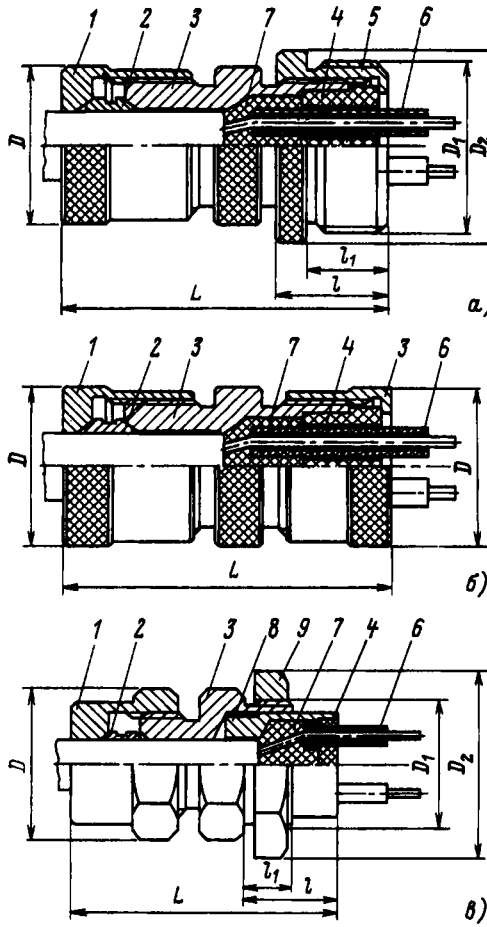


Рис. 15.2. Конструкция концевых заделок кабелей с магнезиальной изоляцией:

а – ЗККМЖ.01; *б* – ЗККМФ.02; *в* – ЗККМЖ.03; *1* – гайка упорная; *2* – кольцо уплотнительное; *3* – корпус; *4* – изолирующий диск; *5* – гайка накидная; *6* – трубки изолирующие; *7* – герметизация из компаунда; *8* – колпачок; *9* – крепежная гайка

250 °С). Электрическое сопротивление токопроводящих жил кабелей КМЖ и КМЖВ приведено в табл. 15.5. Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях [(25±10) °С] не менее 10^6 Ом · км; при 250 °С – не менее $0{,}001 \cdot 10^6$ Ом · км. Кабели на рабочее напряжение 500 В в нормальных условиях [(25±10) °С] испытывают напряжением 2 кВ в течение 1 мин, а кабели на рабочее напряжение 750 В – напряжением 3 кВ.

Кабели с магнезиальной изоляцией выдерживают не менее двух двойных

изгибов на цилиндр диаметром 20 *D* и один одиократный изгиб на цилиндр 4 *D*. Кабели КМЖ устойчивы к расплющиванию и обладают продольной герметичностью до 20 МПа.

Кабели с магнезиальной изоляцией КМЖ с концевыми заделками пригодны для эксплуатации при температуре от −50 до +250 °С, а кабели КМЖВ – от −40 до +70 °С, устойчивы к воздействию относительной влажности до 98% при 40 °С и сохраняют герметичность при погружении в воду. Шланг из ПВХ пластиката (кабель КМЖВ) холодостоек, стоек к растрескиванию и не распространяет горение. Срок службы

Таблица 15.3. **Сортамент, размеры, масса и строительная длина кабеля с минеральной изоляцией**

Число жил × *S*, мм²	Номинальные размеры, мм					*g*, кг/км		Строительная длина кабеля, км
	Диаметр жилы, мм	Толщина медной оболочки	Диаметр медной оболочки	Толщина ПВХ шланга	*D*	КМЖ	КМЖВ	
На напряжение 500 В								
1 × 1	1,13	0,5	4,5	1,0	6,5	87,2	113	200
1 × 1,5	1,38	0,5	5,0	1,0	7,0	105	133	200
1 × 2,5	1,78	0,5	5,5	1,0	7,5	127	158	150
1 × 4	2,25	0,6	6,0	1,0	8,0	163	196	150
2 × 1	1,13	0,6	7,5	1,3	9,5	210	250	200
2 × 1,5	1,38	0,6	8,0	1,3	10,6	237	294	200
2 × 2,5	1,78	0,7	8,7	1,3	11,3	297	359	150
3 × 1	1,13	0,6	8,0	1,3	10,6	230	287	150
3 × 1,5	1,38	0,7	8,7	1,3	11,3	294	356	150
3 × 2,5	1,78	0,7	9,5	1,3	12,1	353	420	100
4 × 1	1,13	0,7	8,7	1,3	11,3	291	353	100
4 × 1,5	1,38	0,7	9,5	1,3	12,1	343	410	100
4 × 2,5	1,78	0,8	10,5	1,3	13,1	441	514	100
5 × 1	1,13	0,7	10,0	1,3	12,6	365	435	100
5 × 1,5	1,38	0,8	11,0	1,3	13,6	456	532	100
5 × 2,5	1,78	0,8	12,2	1,3	14,8	563	646	50
7 × 1	1,13	0,07	10,0	1,3	12,6	377	447	50
7 × 1,5	1,38	0,8	11,0	1,3	13,6	474	550	50
12 × 1	1,13	0,9	12,7	1,3	15,3	615	701	25
На напряжение 750 В								
1 × 6	2,76	0,6	8,0	1,3	10,6	256	313	100
1 × 10	3,57	0,7	8,7	1,3	11,3	329	391	100
1 × 16	4,51	0,8	10,0	1,3	12,6	450	520	100
1 × 25	5,64	0,8	11,0	1,3	13,6	565	641	50
1 × 35	6,68	0,8	12,2	1,3	14,8	705	788	50
1 × 50	8,00	0,8	13,0	1,3	15,6	855	943	50
1 × 70	9,44	1,0	15,5	1,5	18,5	1218	1339	25
1 × 95	11,0	1,0	17,2	1,5	20,2	1552	1685	25
1 × 120	12,36	1,2	19,5	1,5	22,5	1966	2115	25
2 × 1,5	1,38	0,8	10,0	1,3	12,6	369	439	100
2 × 2,5	1,78	0,8	11,0	1,3	13,6	439	515	100
2 × 4	2,25	0,8	12,2	1,3	14,8	534	617	50
2 × 6	2,76	0,9	13,2	1,3	15,8	649	738	50
2 × 10	3,57	1,0	15,0	1,3	17,6	862	962	25
2 × 16	4,51	1,1	17,2	1,5	20,2	1155	1288	25
3 × 1,5	1,38	0,8	10,5	1,3	13,1	407	480	100
3 × 2,5	1,78	0,8	11,7	1,3	14,3	499	579	100
3 × 4	2,25	0,9	12,7	1,3	15,3	615	701	50
3 × 6	2,76	0,9	14,0	1,3	16,6	747	841	50
3 × 10	3,57	1,0	16,0	1,5	19,0	1008	1132	25
3 × 16	4,51	1,1	18,2	1,5	21,2	1350	1490	25
4 × 1,5	1,38	0,8	11,7	1,3	14,3	490	570	50
4 × 2,5	1,78	0,9	12,7	1,3	15,3	603	689	50
5 × 1,5	1,38	0,9	14,0	1,3	16,6	681	775	25
5 × 2,5	1,78	1,0	15,0	1,3	17,6	815	915	25
7 × 1,5	1,38	0,9	14,0	1,3	16,6	700	794	25
7 × 2,5	1,78	1,0	15,0	1,3	17,6	846	946	25
12 × 1	1,13	1,0	16,5	1,5	19,5	938	1066	25
19 × 1	1,13	1,2	19,5	1,5	22,5	1331	1480	25

Таблица 15.4. **Размеры, мм, концевых заделок кабелей с минеральной изоляцией типа КМЖ**

Число жил × S, мм²	Диаметр кабеля, мм	ЗККМЖ.01						ЗККМЖ.02		ЗККМЖ.03					
		D	D_1	D_2	l	l_1	L не более	D	L не более	D	D_1	D_2	l не более	l_1	L не более
500 В															
1 × 1,0	4,5	11,5	M16 × 1	20	13	11	35	11,5	35	–	–	–	–	–	–
1 × 1,5	5,0	13,5	M16 × 1	20	13	11	35	13,5	35	–	–	–	–	–	–
1 × 2,5	5,5	13,5	M16 × 1	20	13	11	35	13,5	35	–	–	–	–	–	–
1 × 4,0	0,6	13,5	M16 × 1	20	13	11	35	13,5	35	–	–	–	–	–	–
2 × 1,0	7,5	13,5	M16 × 1	20	13	11	35	13,5	35	–	–	–	–	–	–
2 × 1,5	8,0	15,5	M20 × 1,5	25	15	12	43	15,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
2 × 2,5	8,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
3 × 1,0	8,0	15,5	M20 × 1,5	25	15	12	43	15,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
3 × 1,5	8,7	15,5	M20 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
3 × 2,5	9,5	19,5	M20 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
4 × 1,0	8,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	46
4 × 1,5	9,5	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
4 × 2,5	10,5	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
5 × 1,0	10,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
5 × 1,5	11,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
5 × 2,5	12,2	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
7 × 1,0	10,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
7 × 1,5	11,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	53
12 × 1,0	12,7	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	30	M27 × 2,0	47,3	30	9,5	63
750 В															
1 × 6,0	8,0	15,5	M20 × 1,5	25	15	12	43	15,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	44
1 × 10	8,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	44
1 × 16	10,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	44
1 × 25	11,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
1 × 35	12,2	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
1 × 50	13,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
1 × 70	15,5	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	60
1 × 95	17,2	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	30	M33 × 2,0	63,5	32	11,0	60
1 × 120	19,5	31,5	M33 × 1,5	38	19	15	59	31,5	59	41	M24 × 2,0	75,0	32	13,0	67
2 × 1,5	10,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	56
2 × 2,5	11,0	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
2 × 4,0	12,2	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
2 × 6,0	13,2	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
2 × 10	15,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
2 × 16	17,2	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	30	M33 × 2,0	63,5	32	11	67
3 × 1,5	10,5	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M20 × 1,5	34,6	14	9,5	44
3 × 2,5	11,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	22	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
3 × 4,0	12,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	56
3 × 6,0	14,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	58
3 × 10	16,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,3	22	9,5	58
3 × 16	18,2	31,5	M33 × 1,5	38	19	15	59	31,5	59	30	M33 × 2,0	63,5	32	11	67
4 × 1,5	11,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,5	22	9,5	56
4 × 2,5	12,7	19,5	M22 × 1,5	25	15	12	43	19,5	43	27	M27 × 2,0	47,5	22	9,5	56
5 × 1,5	14,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,5	22	9,5	58
7 × 1,5	14,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,5	22	9,5	58
7 × 2,5	15,0	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	27	M27 × 2,0	47,5	22	9,5	58
12 × 1,0	16,5	24,5	M27 × 1,5	32	18	15	54	24,5	54	30	M33 × 2,0	63,5	32	11,0	67
19 × 1,0	19,5	35,5	M36 × 1,0	40	19	15	59	35,5	59	41	M42 × 2,0	75	32	13,0	67

кабелей КМЖ с заделками при температурах окружающей среды от −50 до +100 °С не менее 25 лет, а при температурах до 250 °С – не менее 5 лет, кабель КМЖВ при температуре от −40 до +70 °С – не менее 12 лет. Ресурс работы заделок при нагреве под нагрузкой до 100 °С – 25000 ч, до 250 °С – 3500 ч, а заделок с изолирующими трубками марки ТКР при температуре до 180 °С – 3500 ч, до 250 °С – 50 ч. Через каждые 25000 ч эксплуатации должны проверяться характеристики кабелей и следует

Таблица 15.5. **Электрическое сопротивление на длине 1 км, Ом, медных токопроводящих жил кабелей КМЖ и КМЖВ при 20 °С**

S, мм²	Номинальное	Максимальное	S, мм²	Номинальное	Максимальное
1	17,2	18,3	25	0,690	0,731
1,5	11,5	12,2	35	0,493	0,522
2,5	6,9	7,3	50	0,350	0,390
4	4,3	4,6	70	0,246	0,261
6	2,87	3,05	95	0,181	0,192
10	1,72	1,83	120	0,144	0,162
16	1,078	1,142			

принимать решение о возможности дальнейшей их эксплуатации.

Кабель поставляют в бухтах внутренним диаметром не менее 600 мм, перевязанными не менее чем в трех местах и обернутыми упаковочным материалом. Масса бухты кабеля не превышает 120 кг. Концы кабеля залиты герметизирующим компаундом марки К-115 или другим равноценным материалом. В комплекте с кабелем поставляют концевую арматуру в количествах соответственно заявке потребителя (в каждый комплект входят корпус концевой заделки ЗККМЖ.01.03, упорное кольцо ЗККМЖ.01.02, упорная гайка ЗККМЖ.01.01, накладная гайка ЗККМЖ.01.05 и изолирующий диск ЗККМЖ.01.04).

Монтаж кабеля и концевых заделок должен производиться при температуре не ниже -10 °С и относительной влажности воздуха не более 65%. Радиус изгиба кабеля при монтаже должен быть не менее $6D$. На всех стадиях монтажа концевых заделок необходимо проверять сопротивление изоляции кабеля, которое не должно быть ниже 10^6 Ом·км. В процессе монтажа концевых заделок недопустимо оставлять незагерметизированные торцы кабелей более чем на 2 мин. При эксплуатации кабелей должны быть приняты меры с учетом возможности механического повреждения концевых заделок, попадания на них влаги, нефтепродуктов, кислот и других агрессивных сред.

Предельно допустимая электрическая нагрузка одиночно прокладываемых кабелей КМЖ (нагрев жил до 85 °С при температуре окружающей среды 40 °С) приведена в табл. 15.6 и 15.7. Допустимая токовая нагрузка кабелей, проложенных открыто, зависит от температуры окружающей среды, что учитывается применением коэффициента k_1:

t, °С	25	30	40	50	60
k_1 для КМЖ	1,06	1,0	0,85	0,68	0,46
k_1 для КМЖВ	1,16	1,0	0,94	0,75	0,51

Допустимая токовая нагрузка кабелей, проложенных пучком, устанавливается с учетом коэффициента k_2:

Число кабелей	2	3	4	5	6
k_2	0,8	0,69	0,63	0,59	0,56
Число кабелей	8	10	12	14	
k_2	0,51	0,48	0,44	0,42	

Допустимая токовая нагрузка кабелей, проложенных закрытым способом (нагрев 60 °С) с различной заделкой, должна устанавливаться с учетом приведенных коэффициентов:

t °С	25	30	40	50	60	70
ЗККМЖ.03	1,04	1,0	0,96	0,92	0,84	0,80
ЗККМЖ.01, ЗККМЖ.02	1,12	1,09	1,06	1,02	0,98	0,94
t °С	80	90	100	120	130	140
ЗККМЖ.03	0,61	0,46	–	–	–	–
ЭККМЖ.01, ЗККМЖ.02	0,90	0,81	0,77	0,66	0,53	0,36

Таблица 15.6. **Максимальные токовые нагрузки одножильных кабелей КМЖ**

S, мм²	Ток, А	
	Постоянное и переменное напряжение частоты 50 Гц	Переменное напряжение частоты 400 Гц
1	22	22
1,5	28	28
2,5	37	37
4	49	49
6	62	62
10	84	80
16	111	100
25	146	129
35	177	150
50	226	174
70	277	198
95	333	212
120	377	232

Таблица 15.7. **Максимальная токовая нагрузка двух-, трех-, четырех и семижильных кабелей марки КМЖ**

S, мм²	Ток, А			
	Двухжильный	Трехжильный	Четырехжильный	Семижильный
1	19	15	13	11
1,5	24	20	18	15
2,5	32	25	22	18
4	43	33	–	–
6	53	42	–	–
10	73	57	–	–
16	98	76	–	–

15.3. НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Токопроводящие жилы нагревательных кабелей изготовляют однопроволочными из иержавеющей стали (марки 12Х18Н9Т или 12Х18Н80Т), нихрома (марки Х20Н80 или Х20Н80Н) или никеля (марки НП2, НП3 или НП4). Одну, две или четыре жилы размещают в одной, двух или трех оболочках из нержавеющей стали (марки 08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т) или из сплава ХН78Т и промежутки между ними заполияют периклазом (марки ПЭ-1М или ПЭ-ВМ). Внешняя оболочка имеет светлую поверхность. Следы обработки, риски, вмятины не превышают $\pm 0{,}05$ мм. Матовая поверхность и цвета побежалости не являются браковочными признаками. Конструктивные размеры нагревательных кабелей в одной оболочке приведены в табл. 15.8, а кабелей в двух и трех оболочках – в табл. 15.9.

Кабели КНМСС, КНМСпС, КНМСпСп, КНМСН, КНМСпН, КНМСНХ, КНМСНХ-Н в иормальных климатических условиях выдерживают переменное напряжение частоты 50 Гц в течение 1 мин между жилой и оболочкой диаметром 6,0; 5,0; 4,0; 3,0 мм – 1 кВ, диаметром 2,0 и 1,5 мм – 600 В и диаметром 1,3 и 0,9 мм – 200 В; кабели КНМС2С, КНМСп2С, КНМС3С и КНМСп3С между жилой и внутренней оболочкой и между соседиими оболочками – 1 кВ; двух- и четырехжильные кабели КНМС2С и КНМСп2С между жилами и внутреиней оболочкой – 800 В и между оболочками – 1 кВ; одиожильиые кабели при температуре 600 °С выдерживают 800 В, двух- и четырехжильиые между жилами – 600 В, между оболочками – 800 В.

Электрическое сопротивление жил кабелей КНМСС, КНМСН и КНМСНХ (из нержавеющей стали, никеля и нихрома) приведено в табл. 15.10, а жил и оболочек из нержавеющей стали кабелей КНМС2С и КНМС3С – в табл. 15.11. Сопротивлеиие изоляции между жилой и оболочкой, между жилой и соединеиными вместе остальными жилами и оболочкой и между соседними оболочками в нормальных климатических условиях не менее $100000 \cdot 10^6$, а при 600 °С – не меиее $0{,}1 \cdot 10^6$ Ом·м. Емкость между жилой и первой (внутренней) оболочкой одножильных кабелей КНМС2С в нормальных климатических условиях не более 300 пФ/м.

Нагревательные кабели выдерживают ие менее двух циклов изгибов на цилиндре диаметром $10D$. Кабели КНМСС, КНМСН и КНМСНХ диаметром до 1,5 мм выдерживают навивание на цилиндр диаметром

Таблица 15.8. **Размеры, мм, и масса нагревательных кабелей в одиой оболочке**

Марка	$n \times S$	d	Толщина оболочки	D	g, кг/км
КНМСС, КНМСпСп, КНМСпС	1 × 0,025	0,18	0,15	0,9	3,7
	2 × 0,025	0,18	0,15	$0{,}9 \pm 0{,}04$	3,8
	2 × 0,050	$0{,}26 \pm 0{,}05$	0,22	1,3	8,0
КНМСС, КНМСпС	1 × 0,070	0,30	0,25	1,5	10,0
	1 × 0,159	0,45	0,20	$2{,}0 \pm 0{,}05$	16,0
	1 × 0,283	0,60	$0{,}35 \pm 0{,}07$	3,0	37,0
	1 × 0,502	$0{,}80 \pm 0{,}12$	$0{,}55 - 0{,}05$	4,0	70,0
	1 × 0,785	$1{,}00 \pm 0{,}15$	0,65	5,0	106,0
	1 × 1,131	$1{,}20 \pm 0{,}18$	0,75	6,0	158,0
КНМСН	1 × 0,070	0,30	0,25	1,5	10,5
	1 × 0,159	$0{,}45 \pm 0{,}05$	0,20	2,0	16,0
	1 × 0,283	0,60	0,35	3,0	37,0
	1 × 0,502	$0{,}80 \pm 0{,}12$	$0{,}55 + 0{,}07$	$4{,}0 \pm 0{,}05$	70,0
	1 × 0,785	$1{,}00 \pm 0{,}15$	$0{,}65 - 0{,}05$	5,0	107
	1 × 1,131	$1{,}20 \pm 0{,}18$	0,75	6,0	159
КНМСН	4 × 0,708	0,95	0,60	6,0	158,0
	2 × 0,636	$0{,}90 \pm 0{,}14$	0,62	5,0	107,0
КНМСНХ	1 × 0,070	0,30	0,25	1,5	10,0
	1 × 0,159	$0{,}45 \pm 0{,}05$	0,20	2,0	16,0
	1 × 0,283	0,60	$0{,}35 + 0{,}07$	$3{,}0 \pm 0{,}05$	37,0
	1 × 0,502	$0{,}80 \pm 0{,}12$	$0{,}55 - 0{,}05$	4,0	70,0
	1 × 0,785	$1{,}00 \pm 0{,}15$	0,65	5,0	107,0
	1 × 1,131	$1{,}20 \pm 0{,}18$	0,75	6,0	159,0

Таблица 15.9. Размеры, мм, и масса нагревательных кабелей в двух и трех оболочках

Марка	$n \times S$	d	Толщина первой оболочки	Диаметр первой оболочки	Толщина второй оболочки	Диаметр второй оболочки	Толщина наружной оболочки	D	g, кг/км
КНМС2С	1 × 0,332	0,65	0,24	2,58	–	–	0,57	5,0	96,9
	1 × 0,196	0,50	0,18	2,32	–	–	0,28	4,0	65,4
	1 × 0,070	0,30 ± 0,05	0,16 ± 0,07	1,80 ± 0,05	–	–	0,45 + 0,07	3,0 ± 0,05	42,5
	2 × 0,188	0,42	0,17 – 0,05	2,30	–	–	0,24 – 0,05	4,0	66,0
	2 × 0,220	0,53	0,22	2,80	–	–	0,45	5,0	101,0
	4 × 0,166	0,46	0,25	3,82	–	–	0,85	5,0	97,9
КНМС3С	1 × 0,138	0,40	0,19	1,80	$0{,}28^{+0{,}07}_{-0{,}05}$	3,28 ± 0,05	0,85	5,0	101,0

Таблица 15.10. **Электрическое сопротивление жил нагревательных кабелей на длине 1 км, Ом**

D, мм	S, мм²	КНМСС (сталь)	КНМСН (никель)	КНМСНХ (нихром)
1,5	0,070	13,5	1,50	21,0
2,0	0,159	6,2	0,70	9,2
3,0	0,283	3,0	0,50	4,5
4,0	0,502	1,0	0,30	2,5
5,0	0,785	0,9	0,20	1,5
6,0	1,131	0,7	0,15	1,0
6,0	0,708	–	0,20	–
5,0	0,636	–	0,25	–

2 мм, а диаметром до 2 мм – диаметром 6 мм. Кабели устойчивы к воздействию на них температур от –60 до +600 °С, относительной влажности 100 % при 40 °С. Срок службы кабелей 12 лет (наработка не менее 15 000 ч). Кабели поставляют в бухтах внутренним диаметром 400–600 мм. Концы кабеля герметично заделывают компаундом К-115 (МРТУ 6.05.1251-69).

Одножильные нагревательные кабели КНМСС, КНМНС и КНМСНХ диаметром 3, 4, 5 и 6 мм, КНМС2С и КНМС3С предназначены для работы при постоянном напряжении 500 В или переменном напряжении частотой до 1000 Гц, двух- и четырехжильный кабель КНМС2С – при напряжении 250 В и одножильные кабели КНМСС, КНМСН и КНМСНХ диаметром 1,5 и 2,0 мм – при напряжении 115 В.

Кабели со стальной жилой предназначены для работы при воздействии потоков тепловых нейтронов $1 \cdot 10^{14}$ 1/см² и при мощности дозы гамма-потока $1 \cdot 10^9$/ч.

Концы кабелей во время эксплуатации должны быть герметично заделаны. Крепление кабелей при монтаже должно производиться с помощью крепежных деталей и исключать нарушение герметичности оболочки. При монтаже кабеля может производиться одновременный изгиб по радиусу, который должен быть не менее 5 D, а кабелей диаметром 1,5 и 2,0 мм – по радиусу не менее 3 D.

15.4. ТЕРМОПАРНЫЕ КАБЕЛИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ПЕРИКЛАЗА

Термопарные кабели изготовляют с однопроволочными жилами из термоэлектродных сплавов хромель Т, алюмель и копель. В двухжильном кабеле одна жила изготовляется из сплава хромель Т, другая из сплава алюмель или копель, в четырехжильном кабеле – две жилы из сплава хромель Т и две другие жилы – из сплава алю-

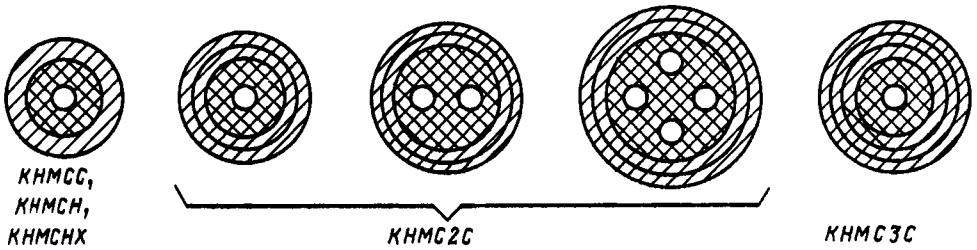


Рис. 15.3. Термопарные кабели с изоляцией из периклаза

мель или из сплава копель. Расположение жил в кабеле изображеио на рис. 15.3. Термоэлектродные жилы располагают параллельно в стальной трубе (08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т), промежутки между ними заполияются периклазом ПЭ-1М или ПЭ-ВМ (кристаллическим оксидом магния). Оболочка из нержавеющей стали герметична, поверхность ее светлая, без грубых следов обработки (рисок, вмятин) в пределах допусков. Матовая поверхность и цвета побежалости не являются браковочными призиаками. Конструктивные размеры кабелей и предельные их отклонения приведены в табл. 15.12. Фактическая масса кабелей не превышает расчетное значение более чем иа 10%. Длина кабелей не менее 5 м.

Таблица 15.11. **Электрическое сопротивление жил и оболочек нагревательных кабелей иа длине 1 км, Ом**

Марка	D, мм	S, мм^2	Жила	Виутреииая оболочка	Наружная оболочка
КНМС2С	3,0	0,070	13,5	2,0	–
	4,0	0,196	5,0	0,9	–
	5,0	0,332	3,0	0,7	–
	5,0	0,220	4,3	0,68	–
	5,0	0,166	5,8	0,82	–
КНМС3С	5,0	0,138	7,0	0,68	1,3

Термопарные кабели диаметром 1,0 и 1,5 мм (жилы 2 × 0,2 и 2 × 0,6 мм^2) испытывают переменным напряжением 100 В в течение 1 мин, диаметром 3,0 мм (жила 2 × 0,3 мм^2) – напряжением 250 В, кабели диаметром 4; 5; 6; 4,6 и 7,2 мм (жилы 2 × 0,5; 2 × 0,6; 2 × 0,9; 4 × 0,44 и 4 × × 1,13 мм^2) – напряжением 500 В. Электрическое сопротивлеиие пары термоэлектродных жил постоянному току при 20 °С (справоч-

Таблица 15.12. **Данные термопарных кабелей**

$n \times S$	d, мм	Толщина оболочки, мм	D, мм	g, кг/км	l, м
		КТМС(ХА); КТМС(ХК)			
2 × 0,02	0,15 ± 0,05	0,15	1,0 ± 0,05	5	100
2 × 0,06	0,27 ± 0,05	0,25	1,5 ± 0,05	11	100
2 × 0,3	0,65 ± 0,05	0,35	3,0 ± 0,05	39	100
2 × 0,5	085 ± 0,10	0,52	4,0 ± 0,05	74	50
2 × 0,6	0,90 ± 0,10	0,62	5,0 ± 0,05	110	30
2 × 0,9	1,08 ± 0,10	0,75	6,0 ± 0,05	163	20
4 × 0,44	0,75 ± 0,075	0,35	4,6 ± 0,05	83	25
4 × 1,13	1,20 ± 0,10	0,50	7,2 ± 0,05	205	10
2 × 0,025	0,18 ± 0,05	0,14 ± 0,05	0,9 ± 0,04	4,2	100
2 × 0,03	0,20 ± 0,05	0,15 ± 0,05	1,0 ± 0,04	5,0	100
2 × 0,05	0,26 ± 0,05	0,22 ± 0,05	1,3 ± 0,04	8,6	100
		КТМСМ(ХА); КТМСпМ(ХА)			
2 × 0,125	0,40 ± 0,05	0,35	3,0 ± 0,05	39,9	25
2 × 0,502	0,80 ± 0,10	0,75	6,0 ± 0,05	165,0	25
		КТМСМ(ХК); КТМСпМ(ХК)			
2 × 0,125	0,40 ± 0,05	0,35	3,0 ± 0,05	89,9	25
2 × 0,502	0,80 ± 0,10	0,75	6,0 ± 0,5	165,0	25

ные данные) приведено в табл. 15.13. Термо-ЭДС (табл. 15.14) в термоэлектродных жилах из сплавов в паре хромель Т – алюмель и хромель Т – копель и четырехжильных кабелей с термоэлектродными жилами из сплавов хромель Т – алюмель соответствует требованиям ГОСТ 3044-84 с допускаемым отклонением ±0,16 мВ до 800 °С. Сопротивление изоляции между отдельными жилами и между соединенными жилами и оболочкой в нормальных климатических условиях (по ГОСТ 16962-71) ие менее 10^6 при 600 °С – не менее $0{,}1 \cdot 10^6$ и при 800 °С – не менее $0{,}01 \cdot 10^6$ Ом · км.

Кабели выдерживают один цикл изгибов на угол 180° вокруг цилиндра диаметром 5 *D*. Кабели КТМС(ХК) предназиачены для работы при температуре до 600 °С, кабели КТМС(ХА) – до 800 °С, а до 900 °С в течение 1 ч (термо-ЭДС при этих температурах не проверяют и не гарантируют) в условиях относительной влажности воздуха 98% при 35 °С. Срок службы кабелей 8 лет (наработка 10000 ч).

Таблица 15.13. **Электрическое сопротивление пар термоэлектродных жил термопарных кабелей на длине 1 км, Ом (справочные данные)**

D, мм	*n* × *S*, мм²	Хромель Т, алюмель	Хромель Т, копель
0,5	2 × 0,009	106,3	121,1
0,7	2 × 0,02	50,5	57,4
0,9	2 × 0,025	39,6	45,2
1,0	2 × 0,03	32,1	36,5
1,3	2 × 0,04	24,3	27,7
1,5	2 × 0,06	16,0	16,5
3,0	2 × 0,3	3,5	3,8
4,0	2 × 0,5	1,8	2,1
5,0	2 × 0,6	1,7	2,0
6,0	2 × 0,9	1,2	1,4
4,6	4 × 0,44	2,3	2,6
7,2	4 × 1,13	1,0	1,3

Таблица 15.14. **Термо-ЭДС термоэлектродных жил хромель-алюмелевых и хромель-копелевых термопар, мВ**

Температура рабочего конца, °С	ХА	ХК
100	3,94 – 4,26	6,68 – 7,08
200	7,97 – 8,29	14,39 – 14,79
300	12,05 – 12,37	22,68 – 23,08
400	16,22 – 16,58	31,23 – 31,75
500	20,45 – 20,85	39,96 – 40,60
600	24,69 – 25,13	48,73 – 49,49
700	28,91 – 29,39	57,41 – 58,29
800	33,06 – 22,58	65,97 – 66,97
900	37,09 – 37,65	–
1000	41,02 – 41,62	–
1100	44,84 – 45,48	–
1200	48,53 – 49,21	–

Кабели поставляют в бухтах внутренним диаметром 300 – 800 мм. Концы кабеля герметично заделывают компаундом К-115. Монтаж кабелей допускается производить при температуре ие ниже – 20 °С. Жилы изолируют периклазом, а затем заключают в герметичную оболочку из коррозионио-стойкой стали 08Х18М10Т или 12Х18Н10Т. Кабели испытывают переменным напряжением 250 В частоты 50 Гц в течение 1 мин. Сопротивление изоляции между каждой жилой и остальными жилами, соединенными вместе, и жилы с оболочкой в состоянии поставки ие меиее $1000 \cdot 10^6$ Ом · м, кабелей КТМСМ(ХК) и КТМСпП(ХК) при температуре 600 °С не менее $0{,}1 \cdot 10^6$ Ом · м; кабелей КТМСМ(ХА) и КТМСпМ(ХА) при температуре 800 °С не менее $0{,}1 \cdot 10^6$ Ом · м, кабелей КТМСпМ(ХА) при температуре 1000 °С – $0{,}0001 \cdot 10^6$ Ом · м. Кабель выдерживает один цикл изгибов на угол 180° вокруг цилиндра диаметром 5 *D*. Наработка кабелей КТМСМ(ХК) и КТМСМ(ХА) при 600 и 800 °С не менее 10000 ч, кабелей КТМСпМ(ХК) при 600 °С и КТМСпМ(ХА) при 800 °С – не менее 15000 ч, кабелей КТМСпМ(ХА) при температуре 1000 °С – не менее 100 ч. Срок сохраняемости кабелей 8 лет.

Кабели устойчивы при воздействии вибрационных нагрузок при 10 – 5000 Гц с ускорением до 392 м/с²; многократных ударов с ускорением 1470 м/с², одиночных ударов с ускорением 9810 м/с²; линейных нагрузок с ускорением до 4905 м/с²; акустических шумов в диапазоне частот 50 – 10000 Гц при уровне звукового давления до 170 дБ. Кабели устойчивы к длительиому воздействию температуры до 1000 °С и до 1200 °С – в течение 10 мин, а также температур до – 190 °С, выдерживают давление от $1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па до 48,4 МПа. Наработка кабелей в режимах и условиях при температуре 1000 °С не меиее 10 ч и при температуре 1200 °С не менее 10 мии. Срок сохраняемости кабелей не менее 15 лет.

Кабели КТМСМ(ХК) и КТМСпМ(ХК) предназначены для работы при температурах до 600, кабели КТМСМ(ХА) – до 800 и кабели КТМСпМ(ХА) – до 1000 °С. Они изготовляются четырех- и шестижильиыми (по одной жиле хромеля и алюмеля или копеля) и жилы, состоящей из двух отрезков из хромеля Т и алюмеля, сваренных встык [место сварки является рабочим спаем терможилы и расположено на расстоянии (1000 ± 100) или (1500 ± 100) мм от начала кабеля].

РАЗДЕЛ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

16.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели и провода для геофизических работ предназначены для исследования скважин, бурящихся на нефть, газ, уголь, руду и другие ископаемые, а также для проведения полевых геофизических работ различными методами, в том числе сейсмическими. В зависимости от условий эксплуатации кабели изготовляют грузонесущими и негрузонесущими. Номенклатура выпускаемых кабелей и проводов приведена в табл. 16.1.

Кабели для геофизических работ при эксплуатации погружают в скважины на значительную глубину, поэтому они должны выдерживать определенные статические и динамические нагрузки, возникающие за счет растягивающих усилий от собственной массы и массы приборов, подвешиваемых к концу кабеля, а также от резких толчков и других механических воздействий. Вследствие этого основными требованиями, предъявляемыми к кабелям для геофизических работ, являются высокая разрывная прочность, большая строительная длина, соответствующая глубине скважины, и др. По мере углубления скважины температура среды в ней повышается. Геотермическая ступень равна около 33 м/°С. Однако это значение

Таблица 16.1. **Номенклатура кабелей и проводов для геофизических работ**

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
	Кабели грузонесущие		
КГ1-70-250 (35 8553 0401)	С изоляцией Ф-4МБ, одножильный, с разрывным усилием 70 кН, на рабочую температуру до 250 °С	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 250 °С и гидростатическое давление до 147 МПа	ГОСТ 6020-82
КГ1-55-180 (35 8513 0200)	С изоляцией Ф-40, одножильный, с номинальным разрывным усилием 55 кН, на рабочую температуру до 180 °С	То же при температуре в призабойной зоне до 180 °С и гидростатическом давлении до 98 МПа	То же
КГ1-30-180 (35 8513 0400)	То же, с разрывным усилием 30 кН	Работы в скважинах с герметизированным устьем через сальниковое уплотнение при производстве гидродинамических исследований в фонтанирующих и нагнетательных нефтяных, водных, а также газовых скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 180 °С и гидростатическое давление до 98 МПа	» »
КГ3-60-180 (35 8513 0100)	С изоляцией Ф-40Ш, трехжильный с разрывным усилием 60 кН, на рабочую температуру до 180 °С	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 180 °С и гидростатическое давление до 98 МПа	» »
КГ7-70-180 (35 8513 0500)	То же, семижильный	То же	» »
КГ17-60-180ШМ (35 8513 0600)	С изоляцией Ф-40Ш, семнадцатижильный, в маслостойкой оболочке, с номинальным разрывным усилием 60 кН, на рабочую температуру до 180 °С	Изготовление многоэлектродных установок (зондов) к геофизическим приборам, работающим в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 180 °С и гидростатическое давление до 78,4 МПа	» »
КГ1-55-90	С ПЭ изоляцией, одножильный, с номинальным разрывным усилием 55 кН, на рабочую температуру до 90 °С	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 78,4 МПа	» »
КГ1-50-90К (35 8511 0100)	То же, с номинальным разрывным усилием 50 кН	Спектрометрические исследования в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 78,4 МПа	» »

Продолжение табл. 16.1

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
КГ1-30-90 (35 8511 0400)	То же, с номинальным разрывным усилием 30 кН	Работы в скважинах с герметизированным устьем через сальниковое уплотнение при производстве гидродинамических исследований в фонтанируемых и нагнетательных нефтяных и водных скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 39,2 МПа, а также для применения в телеметрических приборах контроля рыболовного трала	ГОСТ 6020-82
КГ3-60-90 (35 8511 0600)	С ПЭ изоляцией, трехжильный, с номинальным разрывным усилием 60 кН, на рабочую температуру до 90 °С	Работы в скважинах, а также в морской воде под давлением 39,2 МПа и при переменном напряжении 1000 В частотой 50 Гц	» »
КГ3-60-90ПО (35 8511 1501)	То же, в ПЭ оболочке по броне	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 80 МПа	» »
КГ3-40-90	С ПЭ изоляцией, трехжильный, с номинальным разрывным усилием 40 кН, на рабочую температуру до 90 °С	Геофизические исследования прострелочных и взрывных работ в скважинах, бурящихся на нефть, газ, руду и другие ископаемые в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 78,4 МПа	ТУ 16.505.612-79
КГ7-70-90 (35 8511 1000)	С ПЭ изоляцией, семижильный, с номинальным разрывным усилием 70 кН, на рабочую температуру до 90 °С	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 78,4 МПа	ТУ 16.505.612-79
КГ3 10 70ВО (35 8514 0400)	С резиновой изоляцией, трехжильный, с номинальным разрывным усилием 10 кН, на рабочую температуру до 70 ° С, в оплетке волокнистым материалом	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 90 °С и гидростатическое давление до 29,4 МПа	То же
КГ3-18-70ВО (35 8554 0500)	То же, с номинальным разрывным усилием 18 кН	То же	» »
КГ3-18-70ШМ (35 8514 0700)	То же, в маслостойкой резиновой оболочке	Работы и отбор образцов в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 70 °С и гидростатическое давление до 58,8 МПа	
КГ3-3-70Ш (35 8554 0600)	То же, с номинальным разрывным усилием 3 кН, в резиновой оболочке	Исследования в мелких скважинах картировочного бурения и разведочных угольных и рудных скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 70 °С и гидростатическое давление до 29,4 МПа	
КГ1-2-50КШ (35 8551 1100)	С одной коаксиальной парой, с ПЭ изоляцией, с номинальным разрывным усилием 2 кН, на рабочую температуру до 50 °С, в маслостойкой резиновой оболочке	Работы в скважинах, имеющих в призабойной зоне температуру до 50 °С и гидростатическое давление до 1,96 МПа	» »
КГНН-10	С резиновой изоляцией, с основной и сигнальной жилами, в оболочке из маслостойкой резины, бронированный стальными проволоками, с номинальным разрывным усилием 98,1 кН	Работы в скважинах, заполненных многофазной пластовой жидкостью (нефть и вода с растворенным и свободным газом не более 50 м³ на 1 т нефти) глубиной до 1500 м при давлении 29,4 МПа и температуре от −30 до +90 °С	ТУ 16.505.154-75

Продолжение табл. 16.1

Марка (код ОКП)	Наименование	Область применения	ГОСТ, ТУ
		Кабели и провода для полевых работ	
ГПМП	Провод сигиальный с медной жилой, с ПЭ изоляцией сечеиием 6 мм^2	Соединиеиие различиой полевой и стациоиариой геологоразведочной аппаратуры	ГОСТ 6021-77
ГПСМП	То же, со сталемедиой жилой сечением 4 мм^2	То же	То же
ГПСМПО	То же облегчеиный сечеиием 1 мм^2	» »	» »
ГСМ	То же сечением 0,5 и 0,35 мм^2	» »	» »
КСПВ-27	Кабель 27-жильный, с ПЭ изоляцией для полевых сейсмических работ	Соединеиие сейсмоприемииков с аппаратурой сейсмостаиций при проведении сейсморазведочиых работ иа поверхиости земли в полевых условиях	ТУ 16.505.148-75
КЦПВ-74	То же 74-жильный	Перелача сигналов от сейсмоприемников к приборам цифровых сейсмостаиций в полевых условиях	ТУ 16.505.176-75
ПТГ-660 (3551160200)	Провод гибкий, одножильный с изоляцией из фторопласта Ф-4ОШ	Выводные коицы электродвигателей для работы при температуре от -50 до $+200$ °С	ТУ 16.505.245-80

для различных геофизических районов может колебаться в больших пределах (от 11,5 до 90 м/°С). Указанные обстоятельства вызывают необходимость иметь кабели с диапазоном нагревостойкости от 70 до 250°С и более. В зависимости от метода и схемы электроразведки геофизические кабели изготовляют одно-, трех- и семижильными. Поскольку геофизические кабели работают в различных буровых растворах, отличающихся друг от друга плотностью, одиой из важных характеристик является отиошеиие массы единицы длины кабеля к его объему. Основные эксплуатационные параметры кабелей для геофизических работ приведены в табл. 16.2.

16.2. КАБЕЛИ ГРУЗОНЕСУЩИЕ

Кабели для геофизических работ в глубоких скважинах с тяжелыми условиями эксплуатации изготовляют грузонесущими с разрывным усилием до 70 кН. Грузонесущие свойства кабелям придает броня, иакладываемая иа кабель двумя повивами высокопрочной стальной оцинкованной проволоки. Кроме того, в большиистве кабелей для повышения механической прочности токопроводящие жилы изготовляют сталемедиыми. В зависимости от требуемой нагревостойкости кабеля жилы изолируют резиной типа РТИ-0 или РТИ-1, фторопластом или ПЭ. В кабелях с резииовой изоляцией поверх изолированных жил накладывают слой нефтемаслостойкой резины на основе полихлоропренового каучука. Иногда кабели обматывают лентой прорезиненной ткани. В трех-, четырех- и семижильных кабелях изолироваиные жилы скручивают в левом направлении с заполнением резиной, хлопчатобумажиой пряжей или вискозной нитью. Изолированные жилы имеют расцветку или иумерацию. Скрученые жилы обматывают прорезиненной ткаиью или ПЭТФ лентой. Накладывают оплетку из хлопчатобумажной пряжи, оболочку из ПВХ пластиката, ПЭ или маслостойкой резины и бронируют, а в некоторых случаях иакладывают и оболочку и броню. Броия состоит из стальных оциикованных проволок марки В по ГОСТ 7372-79, наложенных двумя повивами в противоположные стороны с шагом $(7,5 \pm 1)\,d$. Расчетный предел прочиости проволоки от 1372 до 1960 МПа, допустимое число скручиваний на 360° от 19 до 26. Для геометрически правильного размещения проволок в первом повиве применяют проволоки диаметром 0,8 или 1,1, а во внешнем — 1,1 или 1,3 мм (рис. 16.1 — 16.6). Проволоки брони предварительно деформируют. Проволоки внешнего повива брони, снятые с кабеля, сохраняют форму спирали по кабелю. В табл. 16.3 указаны коиструкции, а в табл. 16.4 внешний диаметр и масса грузонесущих кабелей.

Основиые электрические параметры приведеиы в табл. 16.5.

Кабель КГ1-50-90К испытывают в течение 3 мин перемеиным иапряжеиием 2 кВ, приложеиным между внутреним и внешиим проводником, и 1 кВ иапряжением, приложенным между внешним проводником и броней.

Сопротивление оболочки грузонесущей части кабеля марки КГ17-60-180 ШМ, пере-

Рис. 16.1. Кабель КГ-53-180

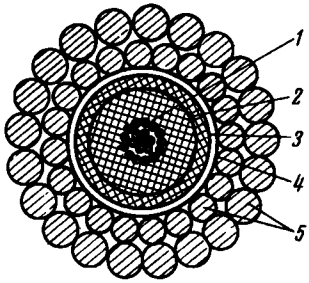


Рис. 16.2. Кабель КГ-1-66-250

1 – токопроводящая жила; *2* – изоляция из Ф-4МБ; *3* – обмотка теплостойкой резиной; *4* – оболочка из теплостойкой резины; *5* – броня из стальных проволок

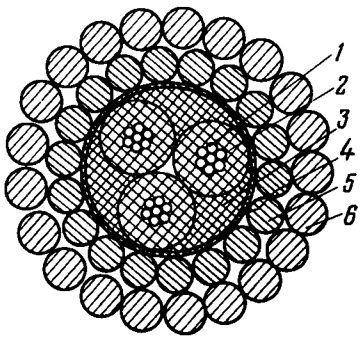


Рис. 16.3. Кабель КГ3-60-90:

1 – токопроводящая жила; *2* – ПЭ изоляция; *3* – заполнение хлопчатобумажной пряжей; *4* – обмотка ПЭТФ лентой; *5* и *6* – броня стальными проволоками

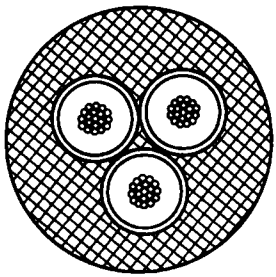


Рис. 16.4. Кабель КГ3-3-70Ш

Рис. 16.5. Кабель КГ3-10-70ВО

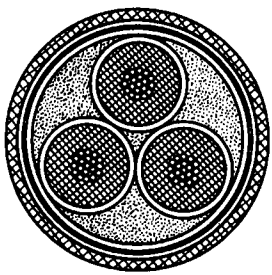


Рис. 16.6. Кабель КГ3-18-70ВО

считанное на 20 °С, – не менее $20 \cdot 10^6$ Ом·км. Сопротивление изоляции жил бронированных кабелей, кроме кабеля КГ1-50-90К, после 2 ч выдержки при максимальном гидростатическом давлении и температуре не менее $2 \cdot 10^6$ Ом на строительную длину. Сопротивление изоляции зондовых жил и оболочки грузонесущей части кабеля КГ-17-60-180 после 10 мин выдержки при максимальных гидростатическом давлении и температуре не менее $100 \cdot 10^6$ и $20 \cdot 10^6$ Ом·км соответственно.

Коэффициент затухания и волновое сопротивление коаксиальной пары на частоте 5 МГц кабелей КГ1-50-90К и КГ1-2-50КШ не более 53 дБ/км и 55 Ом.

Изолированные зондовые жилы в резиновой оболочке кабеля КГ17-66-250 после 6 ч пребывания в воде при температуре (25 ± 10) °С выдерживают переменное напряжение 2,5 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции этих жил не менее $10000 \cdot 10^6$ Ом в пересчете на температуру 20 °С, а сопротивление изоляции грузонесущего элемента не менее $20 \cdot 10^6$ Ом·км.

Готовый кабель КГ17-66-250 испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции зоидовых жил кабеля не менее $20 \cdot 10^6$ Ом·км.

Сопротивление изоляции готового кабеля при температуре 250 °С и давлении 147 МПа не менее: $0{,}005 \cdot 10^6$ Ом на строительную длину грузонесущей части и $2 \cdot 10^6$ Ом·км зондовых жил.

Таблица 16.2. **Эксплуатационные параметры кабелей для геофизических работ в скважине**

Марка	Число жил	Разрывное усилие, кН	Максимальная рабочая температура, °С	Рабочее гидростатическое давление, МПа	Допустимая глубина опускания кабеля, м (ориентировочная)	Масса кабеля, кг/км	Объем кабеля, см³/м	Отношение массы кабеля к его объему	Длина			Сопротивление жилы, Ом, не более
									основная, м	допустимая маломерная		
										не менее, м	от общей длины партии, %, не более	
КГ1-70-250	1	70,0	250	147	7500	420	80,0	5,25	—	—	—	25,53
КГ1-55-180	1	55	180	98	6000	345	6,1	5,70	5000 6000	2000	25	4,31
КГ1-30-180	1	30	180	98	5500	195	31,0	6,30	3500 5500	1700	20	4,31
КГ3-60-180	3	60	180	98	6000	530	83,0	6,40	5000 6000	2000	15	25,53
КГ7-70-180	7	70	180	98	6000	602	119,0	5,10	5000 6000	2000	15	25,53
КГ17-60-180ШМ	17	60	180	78,4	1600	1400	620	2,26	50*	20	20	40,0
КГ1-55-90	1	55	90	78,4	5500	361	69,0	5,20	3500 5500	1900	15	40,0
КГ1-50-90К	1	50	90	78,4	1200	346	75,0	4,6	1000 1200	600	20	4,31
КГ1-30-90	1	30	90	39,2	5000	178	31,0	5,70	3000 5000	1000	20	4,31
КГ3-60-90	3	60	90	39,2	5500	422	82,0	5,15	3500 5500	2200	15	25,53
КГ3-60-90ПО	3	60	90	80	4000	445	115,0	3,86	4000*	2200	15	25,53
КГ3-40-90	3	40	90	78,4	3200	280	55,4	5,06	2500 3200	1000 1500	5 25	39,6 —
КГ7-70-90	1	70	90	78,4	5500	517	115,0	4,50	3500 5500	2200	15	25,53
КГ3-10-70ВО	3	10	70	29,4	1000	362	200,0	1,81	1000	400	5	56,0
КГ3-18-70ВО	3	18	70	29,4	1000	480	277,5	1,73	1000	400	5	38,0
КГ3-18-7ОШМ	3	18	70	58,8	2000	567	295,0	1,92	2000	—	—	38,0
КГ3-3-7ОШ	3	3	70	29,4	360	186	120,7	1,54	360	120	5	50,0
КГ1-2-5ОКШМ	1	2	50	1,96	1900	125	64,0	1,95	150*	—	—	30,0
КГТН-10	1	98,1	90	29,4	1500	1100	248,7	4,40	1300 1500	800	20	4,87

* Не менее указанной длины.

Таблица 16.3. **Конструкции грузонесущих геофизических кабелей**

Марка	Токопроводящая жила				Изоляция	Защитный покров	Броня	
	Число и диаметр проволок в жиле, мм						Число и диаметр стальных оцинкованных проволок, мм	
	центральных		в повивах				первого повива	второго повива
	медных	межных луженых	медных	стальных оцинкованных				
КГ1-70-250	–	–	10 × 0,37	–	Фторопласт 4МБ или Ф-4МБ-2 толщиной 0,5 мм ±10%. Поверх изоляции обмотка резиной РШТМ-2 толщиной 1 мм	Резиновая оболочка (РШТМ-2) толщиной 1,0 мм ±20% и обмотка ПЭТФ лентой с перекрытием	17 × 1,1	120 × 1,3
КГ1-55-180	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	Фторопласт Ф-40Ш толщиной 1,4 мм ± ±10%. Допускается изоляция 0,7 мм и оболочка 0,8 мм	Поверх изоляции обмотка ПЭТФ лентой с положительным перекрытием	14 × 1,1	17 × 1,3
КГ1-30-180	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	Фторопласт Ф-40Ш толщиной 0,7 мм ± ±10%	–	12 × 0,80	14 × 1,1
КГ3-60-180	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	То же	Поверх трех скрученных изолированных жил обмотка одной ПЭТФ лентой	19 × 1,1	21 × 1,30
КГ7-70-180	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	Фторопласт Ф-40Ш толщиной 0,7 мм ± 10%. Изолированные жилы скручивают с заполнением промежутков между жилами вискозной нитью, а в кабелях в тропическом исполнении – хлопчатобумажной пряжей. Одна жила в повиве имеет маркировку отличительной нитью, расцветкой, рифлением и другими способами. Поверх скрученных жил накладывается обмотка ПЭТФ лентой	–	23 × 1,1	25 × 1,3
КГ17-60-180ШМ	1 × 0,68	–	–	6 × 0,50	То же, что для кабеля КГ7-70-180, но обмотка из одной ленты прорезиненной ткани	Оболочка из маслостойкой резины РШН-2 толщиной 3,0 мм ± 20%	14 × 1,1	17 × 1,3
КГ1-55-90	1 × 0,68	–	–	6 × 0,50	Фторопласт 40-Ш толщиной 1,5 мм ± 10%	–	15 × 1,1	18 × 1,3
КГ1-50-90К	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	ПЭ высокой плотности толщиной 1,2 мм ± 10%, оплетка медными проволоками диаметром 0,15 мм	ПЭ высокой плотности, оболочка толщиной 1,0 мм ± ±20%	24 × 0,8	22 × 1,1
КГ1-30-90	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	ПЭ высокой плотности толщиной 0,7 мм ± 10%	То же	12 × 0,3	14 × 1,1
КГ3-60-90	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	То же	» »	18 × 1,1	20 × 1,3
КГ3-60-90ПО	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	» »	» »	18 × 1,1	20 × 1,3
КГ3-40-90	1 × 0,30	–	–	–	ПЭ высокой плотности толщиной 0,6 мм ± 10%. Изолированные жилы скручивают с заполнением промежутков между жилами хлопчатобумажной пряжей	Обмотка ПЭТФ лентой, броня из стальной оцинкованной проволоки	12 × 0,8	14 × 1,1

Продолжение табл. 16.3

Марка	Токопроводящая жила				Изоляция	Защитный покров	Броня	
	Число и диаметр проволок в жиле, мм						Число и диаметр стальных оцинкованных проволок, мм	
	центральных		в повивах				первого повива	второго повива
	медных	медных луженых	медных	стальных оцинкованных				
КГ7-70-90	1 × 0,37	–	6 × 0,37	–	ПЭВП толщиной 0,7 мм ± 10 %. В остальном как для кабеля КГ7-70-180	–	23 × 1,1	25 × 1,3
КГ3-10-70ВО	–	1 × 0,41	–	18 × 0,40	Резиновая РТИ-0 толщиной 1,4 мм ± ± 10 %	Поверх скрутки изолированных жил допускается обмотка двумя лентами из прорезиненной ткани. Допускается скрутка жил без заполнения между жилами. Оплетка пропитывается пропиточным составом и рубраксом	–	–
КГ3-18-70ВО	–	1 × 0,52	–	18 × 0,50	Резиновая РТИ-0 толщиной 1,8 мм ± ± 10 % и обмотка лентой прорезиненной ткани. Изолированные жилы имеют нумерацию или расцветку путем окраски резины. Промежутки между жилами имеют заполнение резиной	Поверх скрученных жил обмотка двумя лентами прорезиненной ткани и оплетка хлопчатобумажной кордной нитью, пропитанная пропиточным составом и рубраксом	–	–
КГ3-18-70ШМ	–	1 × 0,52	–	18 × 0,50	Резиновая РТИ-0 толщиной 1,8 мм ± ± 10 %. Поверх изоляции обмотка прорезиненной тканью. Промежутки между скрученными жилами заполнены резиной	Оболочка из маслостойкой резины РШН-2 толщиной 2,5 мм ± 20 %	–	–
КГ3-3-70Ш	–	7 × 0,5	–	18 × 0,25	Резиновая РТИ-0 толщиной 1,0 мм ± ± 10 %. Изолированные жилы имеют нумерацию или расцветку резины. Промежутки между скрученными жилами заполнены резиной	Поверх скрученных изолированных жил накладывается оболочка из резины типа РШН-2 толщиной 2,0 мм ± 20 %	–	–
КГ1-2-50КШ	–	–	12 × 43	10 × 0,3	ПЭ низкой плотности толщиной 1,9 мм ± 5 %. Поверх изоляции оплетка медными проволоками диаметром 0,15 мм	ПВХ оболочка толщиной 1,2 мм ± 17 %	–	–
КГНН-10	Основная 49 × 0,32	–	Сигнальная 7 × 0,37	–	Резиновая РТИ-0 толщиной 1,2 мм ± ± 10 % основной жилы и 0,7 мм ± 10 % сигнальной жилы. Поверх изоляции накладывают оболочку из маслостойкой резины толщиной 0,3 мм ± 10 %. Изолированные основную и сигнальную жилы скручивают в кабель с заполнением промежутков хлопчатобумажной пряжей.	Скрученные жилы обматывают прорезиненной тканью и бронируют стальными оцинкованными проволоками по ОСТ 16.0.686.346-76	36 × 1,1	36 × 1,3

Примечание. В токопроводящих жилах кабеля КГ1-70-250 и КГ1-2-50КШ соответственно 7 × 0,30 и 12 × 43 мм стальных оцинкованных центральных проволок.

Таблица 16.4. **Внешний диаметр и масса грузонесущих кабелей для геофизических работ**

Марка	*D*, мм	*g*, кг/км	Марка	*D*, мм	*g*, кг/км
КГ1-70-250	10,0	420			
КГ1-55-180	8,8	345	КГ3-60-90ПО	12,1	445
КГ1-30-180	6,3	195	КГ3-40-90	8,4 + 5%	280
КГ3-60-180	10,3	530	КГ7-70-90	10,1	517
КГ7-70-180	12,3	602	КГ3-10-70ВО	16,0	362
КГ17-60-180ШМ	28,1	1400	КГ3-18-70ВО	19,4	480
КГ1-55-90	9,4	361	КГ3-18-70ОШМ	18,8	567
КГ1-50-90К	9,8	346	КГ3-3-70Ш	12,4	186
КГ1-30-90	6,3	178	КГ1-2-50КШМ	9,0	125
КГ3-60-90	10,2	422	КГНН-10	17,3 + 5%	1100

Таблица 16.5. **Электрические параметры грузонесущих кабелей**

Марка	Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 10^6 Ом·м	Коэффициент затухания между внешним и внутренним проводом на частоте 50 кГц, дБ/км	Волновое сопротивление между токопроводящей жилой и броней на частоте 50 кГц, Ом
КГ1-70-250	15000	5,5 – 7,5	62
КГ1-55-180	15000	4,0 – 6,0	70
КГ1-30-180	15000	6,0 – 8,0	63
КГ3-60-180	15000	3,6 – 5,5	70
КГ7-70-180	–	Боковая жила 4,5 – 7,5	70
		Центральная жила 5,0 – 8,0	83
КГ17-60-180ШМ	10000	–	–
КГ1-55-90	10000	7,5 – 9,9	100
КГ1-50-90К	10000	–	–
КГ1-30-90	10000	6,0 – 8,0	63
КГ3-60-90	10000	3,5 – 5,5	75
КГ3-60-90ПО	10000	3,5 – 5,5	75
КГ3-40-90	10000	–	–
КГ7-70-90	10000	Боковая жила 5,0 – 8,0	75
		Центральная жила 5,0 – 8,0	88
КГ3-10-70ВО	250	–	–
КГ3-18-70ВО	250	–	–
КГ3-18-70ШМ	150	–	–
КГ3-30-70ШМ	–	–	–
КГ1-2-50КШ	10000	–	–
КГНН-10	100	–	–

Примечания: 1. Сопротивление изоляции жилы после 6 ч пребывания в воде при температуре (50 ± 5) °С кабелей КГ3-10-70ВО, КГ3-18-70ВО, КГ3-18-70ШМ не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км, кабеля КТБД-6 – 150 Ом·км.

2. Изолированные жилы кабелей КГ3-10-70ВО, КГ3-18-70ВО, КГ-18-70ШМ испытывают при температуре (50 ± 5) °С напряжением 3 кВ в течение 5 мин; кабель КГ3-30-70Ш – напряжением 8 кВ.

3. Кабели КГ17-60-180ШМ, КГ3-40-90, КГ3-30-70Ш, КГ1-2-50КШ, КГНН-10, КТБД испытывают при температуре (50 ± 5) °С в течение 5 мин напряжением 2 кВ, кабель КГ1-70-250 – напряжением 1,5 кВ.

16.3. КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Провод ПТГ-660 сечением 2,5 мм^2 применяют для выводных концов специальных электродвигателей на переменное напряжение 660 В, работающих в условиях температур от −50 до +200 °С. Внешний диаметр – не более 3,5 мм, масса 33,8 кг/км. Строительная длина не менее 3 м. Токопроводящую жилу скручивают из 19 медных проволок диаметром 0,42 мм и изолируют фторопластом Ф-40Ш минимальной толщиной 0,5 мм (номинальная 0,6 мм). Сопротивление токопроводящей жилы постоянному току на длине 1 км при температуре 20 °С – не более 6,95 Ом. В готовом виде провод испытывают переменным напряжением 3 кВ в течение 1 мин. Сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях $0{,}1 \cdot 10^6$ Ом·км.

Таблица 16.6. **Коиструктиввые давные волевых проводов с ПЭ изоляцией дли геофизических работ**

Марка	S, мм²	Число и диаметр проволок в жиле, мм		Толщина изоляции, мм	D, мм	g, кг/км	Разрывное усилие, Н
		медиых	стальных				
ГПМП	6	19 × 0,64	–	1,2	6,2	73,5	1254
ГПСМП	4	12 × 0,49	7 × 0,50	1,2	5,4	46,5	2548
ГПСМПО	1	12 × 0,26	7 × 0,25	1,0	3,7	15,5	635
ГСП	0,5	4 × 0,30	3 × 0,30	0,6	2,3	10,5	392
	0,35	1 × 0,26	6 × 0,25	0,4	2,0	4,3	294

Кабели КСПВ-27 и КЦПВ-74 предназначены для исследования недр методом сейсморазведки в полевых условиях при температуре от −40 до +50 °С. Максимальное рабочее напряжение кабелей 24 В. Жилы этих кабелей из биметаллической (сталь – медь) проволоки в кабеле КСПВ диаметром 0,40 мм и в кабеле КЦПВ – 0,50 мм с ПЭ изоляцией и в оболочке из ПВХ толщиной: в кабеле КСПВ – 1,2 мм и в кабеле КЦПВ – 2,0 мм. Допустимое отклонение от номинальной толщины изоляции – 10%, а оболочки кабеля КСПВ – 15%, кабеля КЦПВ – 10%. Внешний диаметр кабеля КСПВ-27 – 8,7 мм, а кабеля КЦПВ-74 – 19,5 мм; масса 86 и 330 кг/км (соответственно). Кабели поставляют длинами 400±40 м. Разрывное усилие кабеля КСПВ-27 – 980 Н, а кабеля КЦПВ-74 – 4900 Н.

В кабеле КСПВ-27 изоляция 17 жил имеет натуральный цвет, 6 жил – красного и по 2 жилы – черного и зеленого цвета. На сердечник из 3 изолированных жил (2 красного и 1 натурального цвета), скручиваемых с шагом (20–25) D, накладывают первый повив из 9 изолированных жил (по 2 жилы красного, черного и зеленого и 3 жилы натурального цвета) с шагом (17–19) D, второй повив из 15 изолированных жил (13 натурального и 2 красного цвета) с шагом (11–13) D с чередующимся направлением повивов. Поверх скрученных жил в направлении, противоположном направлению второго повива, накладывают скрепляющую ПЭТФ ленту с перекрытием не менее 50% и ПВХ оболочку толщиной 1,2 мм – 10%.

В кабеле КЦПВ-74 изолированные жилы различного цвета скручивают в пару с шагом 100 мм, а пары скручивают в кабель по системе повивной скрутки. Смежные пары в каждом повиве имеют различные взаимно согласованные шаги скрутки. В каждом повиве имеется одна счетная пара с расцветкой, отличающейся от расцветки всех остальных пар повива. Повивы располагают во взаимно противоположном направлении. Поверх скрученных жил накладывают ПЭТФ ленту с перекрытием и ПВХ оболочку толщиной 2,0 мм.

Провода ГПМП, ГПСМП, ГПСМПО и ГСП предназначеиы для геофизических исследований на поверхности земли в полевых условиях при окружающей температуре от −50 до +50 °С с кратковременным нагревом их в летний период до +80 °С. Токопроводящая жила провода марки ГПМП состоит из медных, а проводов ГПСМП, ГПСМПО и ГСП – из стальных и медных проволок. Жилы изолируют ПЭ высокой плотности с допуском по толщине изоляции не более ±10%. Конструктивные данные проводов приведены в табл. 16.6.

Длина проводов ГПМП, ГПСМП и ГПСМПО не менее 500 м, а ГСП – 200 м. Сопротивление токопроводящих жил постоянному току на длине 1 км, пересчитанное на +20 °С, не более: кабеля КСПВ-27 – 550 Ом; КЦПВ-74 – 400 Ом; ГПМП – 2,94 Ом; ГПСМП – 7,7 Ом и ГПСМПО – 40 Ом; ГСП сечением 0,5 мм² – 80 Ом; 0,35 мм² – 270 Ом. Изолированные жилы кабеля КСПВ-27 испытывают переменным напряжением 2,0 кВ частотой 50 Гц.

Кабели марок КСПВ-27 и КЦПВ-74 в готовом виде испытывают переменным напряжением 500 В в течение 5 мин. Сопротивление изоляции каждой жилы кабеля КЦПВ-74 по отношению к другим жилам, пересчитанное на температуру 20 °С, не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км, кабеля КСПВ-27 – 50×10^6 Ом·км. Электрическая емкость между токопроводящими жилами в каждой паре кабеля КЦПВ-74 не более 0,08 мкФ/км, а переходное затухание между любой парой строительной длины при частоте 800 Гц – не менее 80 дБ. Готовые провода марок ГПМП и ГПСМП испытывают на АСИ напряжением 8 кВ, ГПСМПО – 6 кВ, а ГСП – 3 кВ. Сопротивление изоляции при 20 °С – не менее $250 \cdot 10^6$ Ом·км.

РАЗДЕЛ СЕМНАДЦАТЫЙ

КАБЕЛИ КОНТРОЛЬНЫЕ, СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

17.1. НОМЕНКЛАТУРА

Контрольные кабели предназначены для присоединения к электрическим приборам, аппаратам в электрических распределительных устройствах переменного до 660 В частоты до 100 Гц или постоянного напряжения до 1000 В при температуре окружающей среды от −50 до +50 °С и относительной влажности воздуха до (98±2)% при температуре +40 °С. Кабели всех марок могут быть проложены на открытом воздухе при условии обеспечения их защиты от механических повреждений и воздействия прямых световых лучей. Длительно допустимая температура на жилах кабелей с резиновой и ПЭ изоляцией не должна превышать 65, а с изоляцией из ПВХ пластиката – 70 °С. Прокладка кабелей без предварительного иагрева может производиться при температуре не ниже: 20 – небронированных кабелей в свинцовой оболочке; 15 – небронированных кабелей в резиновой или ПВХ оболочке или бронированных одной профилированной стальной оцинкованной лентой; 7 °С – остальных бронированных кабелей. Допустимый радиус изгиба кабелей в свинцовой оболочке при прокладке и монтаже не менее 10 *D*; бронированных кабелей в свинцовой оболочке – 12 *D*; бронированных кабелей в резиновой или ПВХ оболочке – 10 *D*; кабелей в резиновой и ПВХ оболочке небронированных 6 *D*.

Кабели сигнализации и блокировки предназначены для железнодорожных цепей, пожарной автоматики, телеграфа и других систем на номинальное переменное напряжение 380 или постоянное 700 В при условии эксплуатации в неподвижном состоянии при температуре окружающей среды кабелей в оболочке из ПВХ пластиката от −40 до +60 °С и кабелей в ПЭ оболочке от −50 до +60 °С. Прокладка небронированных кабелей и кабелей в пластмассовом защитном шланге поверх брони без предварительного нагрева может производиться при температуре окружающего воздуха не ниже −15, а остальных кабелей – не ниже −10 °С. Допустимый радиус изгиба бронированных кабелей сигнализации и блокировки при прокладке и монтаже равен 12 *D*, остальных – 7 *D*.

В табл. 17.1 приведена номенклатура контрольных кабелей и кабелей для сигна-

Таблица 17.1. **Номенклатура и конструктивные особенности контрольных кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией и кабелей для сигнализации и блокировки**

Марка (код) кабелей с жилами		Оболочка	Броня	Защитный покров
медными	алюминиевыми			
Контрольные кабели (ГОСТ 1508-78Е) *С резиновой изоляцией*				
КРВБ (3563150100)	АКРВБ (3563450300)	ПВХ пластикат	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
КРВБбГ (3563150200)	АКРВБбГ (3563450500)	То же	Одна профилированная стальная лента	Отсутствует
КРВБГ (3563150200)	АКРВБГ (3563450400)	» »	Две стальные ленты	»
КРВБн (3563150500)	–	» »	То же	Не распространяющий горение
КРВГ (3563151700)	АКРВГ (3563450100)	» »	Отсутствует	Отсутствует
КРВГЭ (3563151800)	АКРВГЭ (3563450200)	ПВХ пластикат поверх общего экрана из алюминиевой или медной фольги	»	»
КРНБ (3563160200)	АКРНБ (3563460200)	Резиновая, не распространяющая горение	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
КРНБбГ (3563160600)	АКРНБбГ (3563460500)	То же	Одна профилированная стальная лента	Отсутствует
КРНБГ (3563160300)	АКРНБГ (3563460300)	» »	Две стальные ленты	»
КРНБн (3563160400)	–	» »	То же	Не распространяющий горение
КРНГ (3563160100)	АКРНГ (3563460100)	» »	Отсутствует	Отсутствует

Продолжение табл. 17.1

Марка (код) кабелей с жилами		Оболочка	Броня	Защитный покров
медными	алюминиевыми			
КРСБ (35 6317 0300)	–	Свинцовая	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
КРСБГ (35 6317 0200)	–	» »	То же	Отсутствует
КРСГ (35 6317 0400)	–	» »	Отсутствует	»
КРСК (35 6317 0100)	–	» »	Круглые оцинкованные стальные проволоки	Пропитанная кабельная пряжа
		С ПВХ изоляцией		
КВВБШв (35 6314 0800)	АКВВБШв (35 6344 0700)	Отсутствует	Две стальные ленты	ПВХ шланг
КВВБ (35 6314 0300)	АКВВБ (35 6344 0300)	ПВХ пластикат	То же	Пропитанная кабельная пряжа
КВВБбГ (35 6314 0500)	АКВВБбГ (35 6344 0500)	То же » »	Одна профилированная оцинкованная стальная лента	Отсутствует
КВВБГ (35 6314 0400)	АКВВБГ (35 6344 0400)	» »	Две стальные ленты	»
КВВБн (35 6314 0100)	–		То же	Не распространяющий горение
КВВГз (35 6314 0100)	АКВВГз (35 6344 0100)	» »	Отсутствует	Отсутствует
КВВГЭ (35 6314 0200)	АКВВГЭ (35 6344 0200)	ПВХ пластикат поверх общего экрана из алюминиевой или медной фольги	»	»
КВПбШв (35 6314 0700)	–	Отсутствует	Проволоки круглые оцинкованные стальные	ПВХ шланг
КВВГ-П (35 6314 1100)	АКВВГ-П (35 6344 0300)	ПВХ пластикат	Отсутствует	То же
		С ПЭ изоляцией		
КПВБ (35 6312 0200)	АКПВБ 35 6342 0200	ПВХ пластикат	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
КПВБбГ (35 6312 0400)	АКПВБбГ 35 6342 0400	То же	Одна профилированная оцинкованная стальная лента	Отсутствует
КПВБГ (35 6312 0300)	АКПВБГ 35 6342 0300	» »	Две стальные ленты	»
КПБбШв (35 6312 1100)	АКПБбШв 35 6342 1200	Отсутствует	То же	ПВХ шланг
КПВГ (35 6312 0100)	АКПВГ 35 6342 0100	ПВХ пластикат	Отсутствует	Отсутствует
КППбШв (35 6312 1300)	–	То же	Круглые оцинкованные стальные проволоки	ПВХ шланг
КПВГ-П (35 6312 1900)	АКПВГ-П 35 6342 1600	» »	Отсутствует	То же
		С изоляцией из самозатухающего ПЭ		
КПсБбШв (35 6312 0200)	АКПсБбШв (35 6342 1300)	Отсутствует	Две стальные ленты	ПВХ шланг
КПсВГ-П (35 6312 0700)	АКПсВГ-П (35 6342 0800)	ПВХ пластикат	Отсутствует	Отсутствует
КПсВБбГ (35 6312 0900)	АПсВБбГ (35 6342 1000)	То же	Одна профилированная оцинкованная стальная лента	»
КПсВБГ (35 6312 0900)	АКПсВБГ (35 6342 0900)	» »	Две стальные ленты	»
КПсВБн (35 6312 1600)	–	» »	То же	Не распространяющий горение
КПсВГ (35 6312 0500)	АКПсВГ (35 6342 0500)	» »	Отсутствует	Отсутствует

Продолжение табл. 17.1

Марка (код) кабелей с жилами медными	Марка (код) кабелей с жилами алюминиевыми	Оболочка	Броня	Защитный покров
КПсВГЭ (35 6312 0600)	АКПсВГЭ (35 6342 0600)	То же поверх экрана из алюминиевой или медной фольги	Отсутствует	Отсутствует
КПсПбШв (35 6312 1200)	–	ПВХ пластикат	Круглые оцинкованные стальные проволоки	ПВХ шланг
КПсВБ (35 6312 0700)	ЛКПсВБ (35 6342 0800)	То же	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
Кабели для сигнализации и блокировки с ПЭ изоляцией (ГОСТ 6436-75)				
СББбШв (35 6555 0700)	–	Отсутствует	Две стальные ленты	ПВХ шланг
СББбШп (35 6554 6400)	–	» »	То же	ПЭ шланг
СБВБ (35 6555 0200)	–	ПВХ пластикат	» »	Пропитанная кабельная пряжа
СБВБГ (35 6555 0300)	–	То же	» »	Отсутствует
СБВГ (35 6555 0100)	–	» »	Отсутствует	» »
СБПБ (35 6554 0200)	–	ПЭ	Две стальные ленты	Пропитанная кабельная пряжа
СБПБГ (35 6555 0300)	–	» »	То же	Отсутствует
СБПУ (35 6554 0100)	–	ПЭ утолщенная	Отсутствует	» »

Примечание. Буква «з» в марках кабелей означает, что между жилами имеется заполнение.

лизации и блокировки. Сортамент этих кабелей приведен в табл. 17.2, 17.3.

17.2. КОНТРОЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Контрольные кабели изготовляют в исполнении У и Т, категорий размещения 2, 3, 4, 5 по ГОСТ 15150-69 с жилами сечением 0,75 – 10 мм^2 из одной медной или алюминиевой проволоки (в соответствии с классом 1 по ГОСТ 22483-77) с резиновой изоляцией (типа РТИ-1 по ОСТ 16.0.505.015-79), с изоляцией из ПВХ пластиката марки И40-13 по ГОСТ 6132-79 и из самозатухающего ПЭ (отвечающего требованиям ГОСТ 16336-77). Толщина изоляции указана в табл. 17.4. Допускаемое минусовое отклонение от номинальной толщины изоляции 0,1 мм.

Изолированные токопроводящие жилы скручивают. При этом допускается изготовление сердечника из изолированных жил без скрутки (в количестве до четырех) при наличии последующих повивов. Допускают также при скрутке применение заполнения. В каждом повиве имеется счетная жила синего или голубого цвета, а рядом с ней жила направления красного или розового цвета. Допускается применение счетной жилы и жилы направления других цветов, но отличающихся друг от друга и от остальных жил. Кабели с ПВХ и резиновой изоляцией с числом жил более 7 имеют отличительную цифровую или цветную маркировку. В плоском кабеле изолированные жилы одинакового цвета укладывают параллельно в одной плоскости. Допускается скрутка кабелей из попарно скрученных изолированных жил, где счетная пара и пара направления отличаются цветом друг от друга и от остальных пар. Допускаются другие способы маркировки.

В кабелях марок КППбШв, КПБбШв, АКПБбШв, КВБбШв, КВПбШв, АКВБбШв, КПсББбШв, АКПсББбШв и КПсПбШв на скрученные жилы накладывают разделительный слой лент из ПЭ и ПВХ пластиката толщиной не менее 0,5 мм или две ленты из полиамидной (или ПЭТФ) пленки и двух лент крепированной бумаги общей радиальной толщиной не менее 0,5 мм. Скрученные жилы всех контрольных кабелей, кроме перечисленных выше, обматывают лентой из полиамидной или ПЭТФ пленки. Допускается изготовление без наложения ленты по скрученным кабелям при условии обеспечения подвижности жил и свободного отделения оболочки от изоляции жил при разделке кабелей.

В кабелях марок КРВГЭ, КВВГЭ, КПсВГЭ, АКРВГЭ, АКВВГЭ, АКПсВГЭ поверх обмотки лентами (под оболочкой) накладывают экран из медной ленты толщиной 0,06 мм или алюминиевой фольги толщиной 0,15 мм с перекрытием, обеспечивающим сплошность экрана при допустимых

Таблица 17.2. **Сортамент контрольных кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией**

Марка	Число жил при S, мм²						
	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10
КРСГ, КРСБ, КРСБГ	–	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37			4, 7, 10		–
КРСК	–	10, 14, 19, 27, 37		7, 10, 14, 19, 27, 37	7, 10		–
КРВГ, КРВГЭ, КРВБ, КРНБ, КРНБГ, КРВБбГ, КРНГ, КРНБГ, КРНБбГ, КРНБн, КВВБн, КПсВБн, КРВБн, КРВБГ	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52			4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37	4, 7, 10		–
КВВГ, КВВГЭ, КВВБ, КВВБГ, КВВБбГ, КВБбШв, КПВГ, КПВБ, КПВБбГ, КПВБГ, КПБбШв, КПсВГ, КПсВГЭ, КПсВБ, КПсВБГ, КПсВБбГ, КПсБбШв	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52, 61						
КВВГ-П, КПсВГ-П, КПВГ-П	4						–
АКВВГ-П, АКПсВГ-П, АКПВГ-П	–			4			–
КППбШв, КПсПбШв, КВПбШв	10, 14, 19, 27, 37			7, 10, 14, 19, 27, 37	7, 10		–
АКРКГ, АКРБГЭ, АКРВБ, АКРВБГ, АКРВБбГ, АКРНГ, АКРНБ, АКРНБГ, АКРНБбГ, АКВВГз, АКВВГЭ, АКВВБГ, АКВВБбГ, АКВБбШв, АКПВГ, АКПВБ, АКПВБГ, АКПБбШв, АКПсВГ, АКПсВГЭ, АКПсВБ, АКПсВБГ, АКПсБбШв, АКВВБ, АКПВБбГ, АКПсВБбГ	–			4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37	4, 7, 10		
АКВВГз	–			4 или 5	–		
АКВВГз	4 или 5			–	–		

Таблица 17.3. **Сортамент кабелей для сигнализации и блокировки**

Марка	Число пар	Число жил
СБВГ	1, 3, 4, 7, 10, 12, 14, 19, 24, 27, 30	2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 42, 48, 61
СБВБ, СБПБ, СБВБГ, СБПБГ, СБПу, СББбШв, СББбШп	3, 4, 7, 10, 12, 14, 27, 30	3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 42, 48, 61

Таблица 17.4. **Номинальная толщина изоляции, мм, контрольных кабелей**

S, мм²	Резиновая	Из ПВХ пластиката	Из самозатухающего ПЭ
0,75	1,0	0,6	0,6
1,0–2,5	1,0	0,7	0,6
4	1,0	0,8	0,6
6	1,2	0,8	0,6
10	1,2	1,0	0,8

радиусах изгиба кабеля. Под алюминиевой фольгой продольно прокладывают медную проволоку диаметром 0,4–0,6 мм. Допускается изготовление экрана из продольно накладываемых с перекрытием гофрированных алюминиевых лент. Под экраном допускается наложение разделительного слоя из ПВХ или ПЭ толщиной не менее 0,5 мм.

На скрученные и обмотанные жилы накладывают оболочку из резины, не распространяющей горение, типа РШН-2 по ОСТ 160.505.015-79, шлангового ПВХ пластиката марки 0-4, свинца марки С2 или С3 толщиной, приведенной в табл. 17.5. Толщина оболочки плоских кабелей сечением жил 0,75 и 1,0 мм² – 1,2 мм; кабелей сечением 1,5–6,0 мм² – 1,5 мм. Для отсчета жил на поверхности оболочки плоских кабелей с одной стороны делают продольную выпуклую риску. Свинцовая оболочка кабелей содержит присадку сурьмы в количестве до 0,8; олова – до 0,045; теллура – до 0,05; меди – до 0,05 %.

Минимальная толщина резиновой и ПВХ оболочек – не менее номинальной на 0,1 мм +15% номинальной толщины. Защитные покровы кабелей выполняют в соответствии с ГОСТ 7006-72.

Кабели КВВБ с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, КРСГ с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке и КРСК с резиновой изоляцией в свинцовой оболочке,

бронированные, изображены на рис. 17.1, 17.3, 17.4, а разрез кабеля АКРНГ с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией, в резиновой оболочке – на рис. 17.2.

Наружный диаметр и масса контрольных кабелей с резиновой изоляцией приведены в табл. 17.6–17.8, с изоляцией из ПВХ пластиката – в табл. 17.9–17.11, с ПЭ изоляцией и изоляцией из самозатухающего ПЭ – в табл. 17.12–17.14.

Контрольные кабели поставляют длиной не менее 150 м. Допускается поставка

Таблица 17.5. **Толщина резиновой, ПВХ и свинцовой оболочки, мм, контрольных кабелей**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	Резиновая	ПВХ	Свинцовая					
			КРСГ, КРСБ, КРСБГ			КРСК		
			минимальная	иоминальная	максимальная	миии-мальная	иоми-иальная	макси-мальная
До 6	1,5	1,2	–	–	–	–	–	–
6–10	1,7	1,5	–	–	–	–	–	–
10–15	2,0	1,5	–	–	–	–	–	–
15–20	2,0	1,7	0,80	0,95	1,03	0,90	1,05	1,13
20–22,5	–	–	0,85	1,00	1,08	0,95	1,10	1,18
22,5–25	2,5	1,9	0,90	1,05	1,14	1,00	1,15	1,23
25–27,5	–	–	0,95	1,10	1,18	1,05	1,20	1,29
25–30	3,0	1,9	1,00	1,16	1,25	1,10	1,25	1,34
27,5–30	–	–	–	–	–	–	–	–
30–32,5	–	–	1,07	1,23	1,32	1,15	1,31	1,40
30–40	3,0	2,1	–	–	–	–	–	–
32,5–35	–	–	1,12	1,28	1,38	1,20	1,37	1,47
35–37,5	–	–	1,19	1,37	1,47	1,25	1,43	1,54
37,5–40	–	–	1,27	1,46	1,56	1,30	1,49	1,60
40–42,5	–	–	1,36	1,56	1,66	1,35	1,55	1,66
40	4,0	2,3	–	–	–	–	–	–
42,5	–	–	1,40	1,60	1,73	1,40	1,60	1,73

Рис. 17.1. Контрольный кабель КВВБ

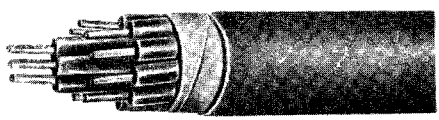


Рис. 17.3. Контрольный кабель КРСГ

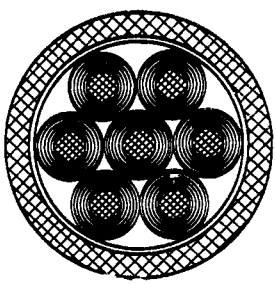


Рис. 17.2. Схема контрольного кабеля АКРНГ

Рис. 17.4. Контрольный кабель КРСК

Таблица 17.6. Внешний диаметр, мм, контрольных кабелей с медными и алюминиевыми жилами с резиновой изоляцией

Число жил	КРВГ, АКРВГ	КРВБ, АКРВБ	КРВБГ, АКРВБГ	КРВБбГ, АКРВБбГ	КРВГЭ, АКРВГЭ	КРНГ, АКРНГ	КРНБ, АКРНБ	КРНБГ, АКРНБГ	КРНБбГ АКРНБбГ	КРСТ	КРСБ	КРСБГ	КРСК
						S = 0,75 мм²							
4	10,2	17,4	13,4	13,8	10,6	10,6	17,8	13,8	14,2	–	–	–	–
5	11,0	18,2	14,2	14,6	11,5	11,4	18,6	14,6	15,0	–	–	–	–
7	11,9	19,1	15,1	15,5	12,4	12,3	19,9	15,5	15,9	–	–	–	–
10	14,9	22,9	18,9	18,5	15,3	15,9	23,3	19,9	19,5	–	–	–	–
14	16,1	24,1	20,1	19,7	16,5	17,1	25,1	21,1	20,7	–	–	–	–
19	17,9	25,9	21,9	21,5	18,7	18,9	26,9	22,9	22,5	–	–	–	–
27	21,7	29,7	25,7	25,3	22,1	22,7	30,7	26,7	26,3	–	–	–	–
37	24,2	32,2	28,2	27,8	24,6	25,2	33,2	29,2	28,8	–	–	–	–
52	28,4	36,4	32,4	32,0	29,2	30,0	38,0	34,0	33,6	–	–	–	–
						S = 1,0 мм²							
4	10,5	17,7	13,7	14,1	11,0	10,9	18,1	14,1	14,5	9,9	18,0	14,1	–
5	11,5	18,7	14,7	15,1	11,9	11,9	19,2	15,1	15,5	10,8	19,0	15,0	–
7	12,4	19,6	15,6	16,0	12,8	12,8	20,0	16,0	16,4	11,8	20,0	16,0	–
10	15,5	23,5	19,5	19,1	16,0	16,5	24,5	20,5	20,1	14,9	23,9	19,9	31,1
14	16,8	24,8	20,8	20,4	17,2	17,8	25,8	21,8	21,4	16,2	25,2	21,2	32,4
19	19,1	27,1	23,1	22,7	19,5	20,1	23,1	24,1	23,7	18,0	27,0	23,0	34,2
27	22,7	30,7	26,7	26,3	23,1	23,7	31,7	27,7	27,3	21,6	30,6	26,6	37,8
37	25,3	33,3	29,3	28,9	25,7	26,3	34,3	30,3	29,9	24,5	33,5	29,5	40,7
52	30,1	38,1	34,1	33,7	30,5	31,3	39,3	35,3	34,9	–	–	–	–
						S = 1,5 мм²							
4	11,1	18,3	14,3	14,7	11,6	11,5	18,7	14,7	15,1	10,5	18,7	14,7	–
5	12,1	19,3	15,3	15,7	12,5	12,5	19,7	15,7	16,1	11,5	19,7	15,7	–
7	13,1	21,1	17,1	16,7	13,6	14,1	22,1	18,1	17,7	12,5	20,7	16,7	–
10	16,5	24,5	20,5	20,1	16,9	17,5	25,5	21,5	21,1	15,9	24,9	20,9	32,1
14	17,9	25,9	21,9	21,5	18,7	18,9	26,9	22,9	22,5	17,2	26,2	22,2	33,4
19	20,3	28,3	24,3	23,9	20,7	21,3	29,3	25,3	24,9	19,2	28,2	24,2	35,4
27	24,1	32,1	28,1	27,7	24,6	25,2	33,2	29,2	28,8	23,3	32,3	28,3	39,5
37	27,0	35,0	31,0	30,6	27,4	28,0	36,0	32,0	31,6	26,4	35,4	31,4	42,6
52	32,1	40,1	36,1	35,7	32,6	33,4	41,4	37,4	37,0	–	–	–	–
						S = 2,5 мм²							
4	12,1	19,3	15,3	15,7	12,5	12,5	19,7	15,7	16,1	11,4	19,6	15,6	–
5	13,2	21,2	17,2	16,8	13,6	14,2	22,2	18,2	17,8	12,5	20,7	16,7	–
7	14,3	22,3	18,3	17,9	14,7	15,3	23,3	19,3	18,9	13,7	22,7	18,7	29,9
10	18,4	26,4	22,4	22,0	18,9	19,4	27,4	23,4	23,0	17,4	26,4	22,4	33,6
14	20,0	28,0	24,0	23,6	20,4	21,0	29,0	25,0	24,6	19,0	28,0	24,0	35,2
19	22,2	30,2	26,2	25,8	22,6	23,2	31,2	27,2	26,8	21,2	30,2	26,2	37,4
27	26,5	34,5	30,5	30,1	27,0	27,6	35,6	31,6	31,2	25,9	34,9	30,9	42,1
37	30,1	38,1	34,1	33,7	30,5	31,3	39,3	35,3	34,9	29,3	38,3	34,3	45,6
						S = 4,0 мм²							
4	13,2	21,2	17,2	16,8	13,7	14,2	22,2	18,2	17,8	12,6	20,8	16,8	–
7	15,7	23,7	19,7	19,3	16,2	16,7	24,7	20,7	20,3	15,1	24,1	20,1	31,3
10	20,4	28,4	24,4	24,0	20,8	21,4	29,4	25,4	25,0	19,4	28,4	24,4	35,6
						S = 6,0 мм²							
4	15,4	23,4	19,4	19,0	15,8	16,4	24,4	20,4	20,0	14,7	23,7	19,7	–
7	18,8	26,8	22,8	22,6	19,2	19,8	27,8	23,8	23,4	17,8	26,8	22,8	34,0
10	23,9	31,9	27,9	27,5	24,4	24,9	32,9	28,9	28,5	23,1	32,1	28,1	39,3
						S = 10,0 мм²							
4	17,3	25,3	21,3	20,9	17,8	18,3	26,3	22,2	–	–	–	–	–
7	21,3	29,3	25,3	24,9	21,7	22,3	30,3	26,3	–	–	–	–	–
10	27,2	35,2	31,2	30,8	27,6	28,2	36,2	32,2	–	–	–	–	–

Таблица 17.7. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией**

Число жил	КРВГ	КРВБ	КРВБн	КРВБбГ	КРНБн	КРВГЭ	КРСГ	КРСБ	КРСБГ	КРСК	КРНГ	КРНБ	КРНБГ	КРНББГ	КРВБГ
						S = 0,75 мм²									
4	135	431	311	238	326	142	—	—	—	—	163	466	344	270	360
5	156	469	343	267	359	167	—	—	—	—	187	508	379	302	396
7	196	528	395	315	412	209	—	—	—	—	230	572	436	353	453
10	285	811	649	433	702	284	—	—	—	—	356	910	740	514	795
14	352	911	740	624	792	362	—	—	—	—	425	1013	833	713	892
19	449	1060	874	750	935	479	—	—	—	—	531	1171	977	848	1041
27	638	1357	1142	999	1214	645	—	—	—	—	745	1492	1268	1122	1344
37	821	1611	1375	1222	1455	839	—	—	—	—	937	1755	1512	1354	1595
52	1122	2029	1763	1590	1845	1159	—	—	—	—	1306	2260	1980	1800	2077
						S = 1,0 мм²									
4	150	452	330	256	346	159	417	742	617	—	179	490	365	289	381
5	182	506	376	298	390	186	471	816	684	—	216	548	415	335	432
7	224	568	431	348	448	235	547	915	775	—	259	611	471	387	489
10	327	870	703	481	757	322	725	1300	1130	2766	397	969	794	676	851
14	404	984	807	687	865	414	866	1480	1299	3015	481	1089	904	780	965
19	534	1179	984	854	1049	547	1026	1693	1498	3415	625	1289	1095	961	1163
27	739	1486	1262	1116	1338	743	1323	2094	1871	3967	851	1626	1395	1244	1474
37	953	1774	1530	1372	1613	970	1718	2579	2334	4606	1075	1924	1673	1510	1759
52	1329	2285	2005	1824	2102	1342	—	—	—	—	1496	2488	2198	2012	2299
						S = 1,5 мм²									
4	178	493	366	290	382	186	461	800	670	—	210	534	405	326	421
5	211	548	413	332	431	219	524	886	748	—	246	592	454	371	472
7	269	744	596	400	643	596	613	998	852	—	328	832	675	468	725
10	393	965	790	672	347	386	817	1422	1244	2973	473	1073	890	768	950
14	495	1106	920	796	981	518	973	1616	1428	3250	578	1218	1024	895	1088
19	653	1332	1128	992	1196	665	1177	1881	1676	3590	750	1457	1245	1105	1317
27	908	1690	1456	1303	1535	908	1617	2442	2206	4489	1029	1847	1604	1446	1687
37	1178	2047	1790	1624	1879	1192	2094	3012	2752	5213	1309	2206	1941	1771	2032
52	1642	2656	2359	2169	2462	1654	—	—	—	—	1832	2882	2576	2380	2683
						S = 2,5 мм²									
4	233	570	435	354	453	237	540	900	763	—	268	614	476	393	494
5	277	755	606	409	653	283	617	1002	856	—	338	845	688	479	738
7	358	867	709	500	760	366	733	1272	1111	2856	423	960	795	575	849
10	534	1160	970	843	1033	523	984	1634	1444	3264	627	1280	1082	952	1148
14	680	1350	1148	1014	1216	684	1191	1888	1686	3593	777	1476	1266	1127	1337
19	877	1610	1391	1246	1465	888	1455	2218	1998	4094	984	1745	1518	1369	1595
27	1225	2079	1826	1663	1913	1223	2007	2909	2654	5219	1365	2251	1989	1820	2079
37	1632	2588	2308	2127	2405	1644	2727	3730	3447	6148	1801	2791	2501	2319	2602
						S = 4,0 мм²									
4	309	787	638	411	685	312	649	1036	890	—	371	878	721	512	771
7	486	1034	866	642	921	493	902	1482	1311	2977	558	1135	958	840	1016
10	728	1409	1204	1069	1273	705	1221	1930	1724	3732	835	1545	1332	1192	1404
						S = 6,0 мм²									
4	437	977	811	590	865	431	808	1377	1208	—	512	1081	906	789	963
7	708	1345	1152	1023	1216	708	1143	1805	1612	3428	800	1465	1265	1131	1332
10	1033	1814	1578	1429	1660	990	1641	2460	2226	4404	1163	1972	1732	1575	1814

Таблица 17.8. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой изоляцией**

Число жил	АКРВГ	АКРВБ	АКРВБГ	АКРВБбГ	АКРВГЭ	АКРНГ	АКРНБ	АКРНБГ	АКРНБбГ
				S = 2,5 мм²					
4	171	509	373	292	175	206	552	414	331
5	199	677	528	331	205	260	767	610	401
7	248	757	599	390	256	314	851	686	466
10	378	1004	814	687	367	471	1124	926	796
14	462	1132	930	796	466	559	1258	1048	909
19	581	1314	1095	950	592	688	1449	1222	1073
27	804	1658	1405	1242	802	944	1830	1568	1399
37	1056	2012	1732	1551	1068	1225	2215	1925	1739
				S = 4,0 мм²					
4	208	686	537	340	211	270	777	620	411
7	309	857	689	465	316	381	958	781	663
10	476	1157	952	817	453	583	1293	1080	940
				S = 6 мм²					
4	287	827	661	440	281	362	931	756	639
7	445	1082	889	760	445	537	1202	1002	868
10	658	1439	1206	1054	615	788	1597	1357	1200
				S = 10 мм²					
4	375	969	788	666	363	460	1083	894	767
7	588	1295	1083	943	582	700	1435	1215	1071
10	878	1752	1494	1327	809	1032	1937	1669	1497

Таблица 17.9. **Внешний диаметр, мм, контрольных кабелей с изоляцией из ПВХ пластиката**

Число жил	КВВГ, АКВВГ	КВВБ, АКВВБ	КВВБГ, АКВВБГ	КВБбШв, АКВБбШв	КВВГЭ, АКВВГЭ	КВВБбГ, АКВВБбГ	КВВБн	КВПбШв	КВВГ-П, АКВВГ-П
				S = 0,75 мм²					
4	7,6	15,6	11,2	12,4	5,23	11,2	15,6	–	4,6 × 11,1
5	8,3	16,3	11,9	13,1	5,86	11,9	16,3	–	–
7	9,5	17,5	13,1	13,7	6,51	13,1	17,5	–	–
10	11,7	19,7	15,3	15,9	8,68	15,3	19,7	18,9	–
14	12,6	20,6	16,2	16,8	9,57	16,2	20,6	19,8	–
19	13,9	22,7	18,3	18,1	10,85	17,5	22,7	21,1	–
27	16,4	25,2	20,8	20,6	13,35	20,0	25,2	23,6	–
37	18,6	27,4	23,0	22,4	15,19	22,2	27,4	25,4	–
52	21,7	30,5	26,1	26,5	18,25	25,3	30,5	–	–
61	22,9	31,7	27,3	27,7	19,53	26,5	31,7	–	–
				S = 1,0 мм²					
4	8,0	16,0	11,6	12,8	5,62	11,6	16,0	–	4,7 × 11,7
5	9,3	17,3	12,9	13,5	6,29	12,9	17,3	–	–
7	10,0	18,0	13,6	14,2	6,99	13,6	18,0	–	–
10	12,3	20,3	15,9	16,5	9,32	15,9	20,3	19,5	–
14	13,3	22,1	17,7	17,5	10,27	16,9	22,1	20,5	–
19	14,7	23,5	19,1	18,9	11,65	18,3	23,5	21,9	–
27	17,3	26,1	21,7	21,5	14,33	20,9	26,1	24,5	–
37	19,7	28,5	24,1	23,5	16,31	23,3	28,5	26,5	–
52	23,0	31,8	27,4	27,8	19,60	26,6	31,8	–	–
61	24,8	33,6	29,2	28,2	20,97	28,4	33,6	–	–

Продолжение табл. 17.9

Число жил	КВВГ, АКВВГ	КВВБ, АКВВБ	КВВБГ, АКВВБГ	КВБбШв, АКВБбШв	КВВГЭ, АКВВГЭ	КВВБбГ АКВВБбГ	КВВБи	КВПбШв	КВВГ-П, АКВВГ-П
				S = 1,5 мм²					
4	9,2	17,2	12,8	13,4	6,22	12,8	17,2	–	5,6 × 13,3
5	10,0	18,0	13,6	14,2	6,97	13,6	18,0	–	–
7	10,7	18,7	14,3	14,9	7,74	14,3	18,7	–	–
10	13,3	22,1	17,7	17,5	10,32	16,9	22,1	20,5	–
14	14,4	23,2	18,8	18,6	11,38	18,0	23,2	21,6	–
19	15,9	24,7	20,3	20,1	12,90	19,5	24,7	23,1	–
27	19,3	28,1	23,7	23,1	15,87	22,9	28,1	26,1	–
37	21,5	30,3	25,9	26,3	18,06	25,1	30,3	29,3	–
52	25,5	34,3	29,9	29,9	21,70	29,1	34,3	–	–
61	27,0	35,8	31,4	31,4	23,22	30,6	35,8	–	–
				S = 2,5 мм²					
4	10,2	18,2	13,8	14,4	7,18	13,8	18,2	–	6,0 × 14,9
5	11,1	19,1	14,7	15,3	8,06	14,7	19,1	–	–
7	11,9	19,9	15,5	16,1	8,94	15,5	19,9	19,1	–
10	14,9	23,7	19,3	19,1	11,92	18,5	23,7	22,1	–
14	16,1	24,9	20,5	20,3	13,14	19,7	24,9	23,3	–
19	17,9	26,7	22,3	22,1	14,90	21,5	26,7	25,1	–
27	21,7	30,5	26,1	26,5	18,33	25,3	30,5	32,1	–
37	24,7	33,5	29,1	29,1	20,86	28,3	33,5	–	–
				S = 4 мм²					
4	11,8	19,8	15,4	16,0	8,80	15,4	19,8	–	6,7 × 17,6
7	14,0	22,8	18,4	18,2	10,95	17,6	22,8	21,2	–
10	17,6	26,4	22,0	21,8	14,90	21,2	26,4	24,8	–
				S = 6 мм²					
4	13,0	21,8	17,4	17,2	10,03	–	21,8	–	7,2 × 19,6
7	15,5	24,3	19,9	19,7	12,48	19,1	24,3	22,7	–
10	20,0	28,8	24,4	23,8	16,64	23,6	28,6	26,8	–
				S = 10 мм²					
4	15,9	24,7	20,3	20,1	12,94	19,5	–	–	–
7	19,5	28,3	23,9	23,3	16,11	23,1	–	–	–
10	25,3	34,1	29,7	29,7	21,48	28,9	–	–	–

Примечание. Для плоского кабеля КВВГ-П и АКВВГ-П приведены толщина и ширина, мм.

Таблица 17.10. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с медными жилами с ПВХ изоляцией**

Число жил	КВВГ	КВВБ	КВВБГ	КВБбШв	КВВГЭ	КВВБбГ	КВВБн	КВКбШв	КВВГ-П
				S = 0,75 мм²					
4	85,2	335	232	250	138	164	361	–	81
5	99,5	365	256	276	156	184	392	–	–
7	137	428	567	313	185	234	458	–	–
10	195	532	399	397	242	312	567	817	–
14	239	596	456	462	296	365	633	899	–
19	302	811	656	549	365	440	852	1024	–
27	414	993	820	684	497	690	1039	1253	–
37	548	1188	999	834	628	860	1239	1466	–
52	742	1469	1258	1129	850	1103	1526	–	–
61	848	1608	1389	1259	965	1220	1669	–	–

Продолжение табл. 17.10

Число жил	КВВГ	КВВБ	КВВБГ	КВБбШв	КВВГЭ	КВВБбГ	КВВБн	КВКбШв	КВВГ-П
				S = 1,0 мм²					
4	99,6	359	252	270	153	182	355	–	93,8
5	129	415	299	301	175	224	445	–	–
7	161	462	341	344	210	262	493	–	–
10	231	581	785	441	278	354	617	881	–
14	286	778	627	518	343	418	818	1002	–
19	363	894	733	611	428	509	936	1143	–
27	501	1105	926	784	586	793	1153	1396	–
37	665	1337	1140	966	746	995	1390	1630	–
52	905	1668	1448	1311	1015	1287	1728	–	–
61	1058	1870	1638	1471	1157	1468	1935	–	–
				S = 1,5 мм²					
4	138	422	307	306	181	232	451	–	–
5	162	463	342	342	208	263	494	–	–
7	205	521	395	398	255	313	554	–	–
10	295	787	636	517	342	428	827	1000	–
14	370	893	725	610	429	513	935	1117	–
19	473	1038	869	738	557	631	1084	1311	–
27	674	1334	1140	958	744	997	1387	1610	–
37	875	1596	1387	1260	982	1233	1653	1979	–
52	1219	2052	1813	1635	1312	1641	2117	–	–
61	1400	2273	2025	1844	1503	1846	2343	–	–
				S = 2,5 мм²					
4	188	493	371	369	233	291	525	–	–
5	225	548	419	419	271	334	582	–	–
7	287	629	495	499	340	407	664	942	–
10	415	952	790	648	462	563	995	1177	–
14	530	1100	929	792	607	803	1146	1363	–
19	685	1306	1122	978	774	986	1355	1612	–
27	977	1704	1493	1351	1071	1339	1761	2095	–
37	1303	2113	1881	1706	1394	1712	2178	2533	–
				S = 4 мм²					
4	271	611	477	473	317	389	646	–	–
7	423	935	779	611	478	562	976	1164	–
10	616	1228	1047	875	674	912	1277	1485	–
				S = 6 мм²					
4	366	850	702	583	411	496	890	–	–
7	580	1134	968	828	635	734	1179	1379	–
10	862	1541	1342	1121	899	1197	1595	1763	–

Таблица 17.11. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с алюминиевыми жилами с ПВХ изолицией**

Число жил	АКВВГ	АКВВБ	АКВВБГ	АКВБбШв	АКВВГЭ	АКВВБбГ	АКВВГ-П
				S = 2,5 мм²			
4	124	429	307	306	169	227	116
5	143	468	339	339	192	254	–
7	176	518	384	387	228	296	–
10	256	793	631	489	302	404	–
14	307	877	706	570	384	580	–
19	383	1004	820	676	472	684	–
27	548	1275	1064	922	642	910	–
37	714	1524	1292	1117	805	1123	–

Продолжение табл. 17.11

Число жил	АКВВГ	АКВВБ	АКВВБГ	АКВБбШв	АКВВГЭ	АКВВБбГ	АКВВГ-П
			S = 4 мм²				
4	170	510	376	371	215	288	156
7	245	757	601	483	300	384	–
10	361	973	792	620	419	657	–
			S = 6 мм²				
4	212	696	548	429	258	342	193
7	312	867	700	560	367	466	–
10	479	1158	959	738	516	814	–
			S = 10 мм²				
4	322	887	718	563	380	480	–
7	499	1164	969	773	555	826	–
10	764	1591	1354	1101	781	1182	–

Таблица 17.12. **Внешний диаметр, мм, контрольных кабелей с медными и алюминиевыми жилами с ПЭ изоляцией и с изоляцией из самозатухающего ПЭ**

Число жил	КПВГ, АКПВГ, КПсВГ, АКПсВБ	КПВБГ, АКПВБГ, КПсВБ, АКПсВБ	КПВБГ, АКПВБГ, КПсВБГ, АКПсВБГ	КПБбШв, АКПБбШв, КПсБбШв, АКПсБбШв	КПВБбГ, АКПВБбГ, КПсВБбГ, АКПсВБбГ	КПВГ-П, АКПВГП, КПсВГ-П, АКПсВГ-П	КППбШв, КПППбШв	КПсВГЭ, АКПсВГЭ	КПсВБи
				S = 0,75 мм²					
4	7,6	15,6	11,2	13,1	11,2	4,57 × 11,38	–	10,5	15,6
5	8,3	16,3	11,9	13,7	11,9	–	–	11,2	16,3
7	9,5	17,5	13,1	14,3	13,1	–	–	11,8	17,5
10	11,7	19,7	15,3	16,5	15,3	–	10,7	14,0	19,7
14	12,6	20,6	16,2	17,4	16,2	–	11,6	14,9	20,6
19	13,8	22,6	18,2	18,7	17,4	–	12,9	16,1	22,6
27	16,3	25,1	20,7	21,2	19,9	–	15,3	19,0	25,1
37	18,6	27,4	23,0	23,0	22,2	–	17,2	20,9	27,4
52	21,6	30,4	26,0	26,5	25,2	–	–	24,3	30,4
61	22,9	31,7	27,3	27,8	26,5	–	–	25,6	–
				S = 1,0 мм²					
4	8,0	16,6	11,6	13,5	11,6	4,73 × 11,72	–	10,9	16,0
5	9,3	17,3	12,9	14,1	12,9	–	–	11,6	17,3
7	10,6	18,6	13,6	14,8	13,6	–	–	12,3	18,0
10	12,3	20,3	13,9	17,2	15,9	–	11,3	14,6	20,3
14	13,3	22,1	17,7	18,1	16,9	–	12,3	15,6	22,1
19	14,6	23,4	19,0	19,5	18,2	–	13,6	16,9	23,4
27	17,3	26,1	21,7	22,2	20,9	–	16,3	20,0	26,1
37	19,7	28,5	24,1	24,1	23,3	–	18,3	22,0	28,5
52	23,0	31,8	27,4	27,8	26,6	–	–	25,7	31,8
61	24,8	33,6	29,2	29,2	28,4	–	–	27,1	–
				S = 1,5 мм²					
4	9,2	17,2	12,8	14,1	12,8	5,58 × 13,32	12,3	11,5	17,2
5	10,0	18,2	13,6	14,8	13,6	–	13,4	12,3	18,0
7	10,7	18,7	14,3	15,6	14,3	–	14,9	13,8	18,7
10	13,3	22,1	14,7	18,2	16,9	–	17,9	15,6	22,1
14	14,4	23,2	18,8	19,2	18,0	–	20,1	16,7	23,2
19	15,9	24,7	20,3	20,7	19,5	–	–	18,6	24,7
27	19,3	28,1	23,7	23,7	22,9	–	–	21,6	28,1
37	21,5	33,3	25,9	26,3	25,1	–	–	24,2	30,3
52	25,5	34,3	29,9	29,9	29,1	–	–	27,8	34,3
61	27,0	35,8	31,4	31,5	30,6	–	–	29,3	–

Продолжение табл. 17.12

Число жил	КПВГ, АКПВГ, КПсВГ, АКПсВГ	КПВБГ, АКПВБГ, КПсВБ, АКПсВБ	КПВБГ, АКПВБГ, КПсВБГ, АКПсВБГ	КПБбШв, АКПБбШв, КПсБбШв, АКПсБбШв	КПВБбГ, АКПВБбГ, КПсВПГбГ, АКПсВБбГ	КПВГ-П, АКПВГП, КПсВГ-П, АКПсВГ-П	КППбШв, КППбШв	КПсВГЭ, АКПсВГЭ	КПсВБи
				S = 2,5 мм²					
4	10,2	18,2	13,8	15,0	13,8	5,98 × 14,92	–	12,5	18,2
5	11,0	19,2	14,6	15,9	14,6	–	–	13,3	19,0
7	11,9	19,9	15,5	16,8	15,5	–	10,9	14,2	19,9
10	14,9	23,7	19,3	19,6	18,5	–	13,9	17,2	23,7
14	16,1	24,9	20,5	21,0	19,7	–	15,1	18,8	24,9
19	17,9	25,7	22,3	22,7	21,5	–	16,9	20,6	26,7
27	21,7	30,5	26,1	26,6	25,3	–	20,3	24,4	30,5
37	24,7	33,5	29,1	29,1	28,3	–	22,9	27,0	33,5
				S = 4 мм²					
4	11,3	19,3	14,9	16,2	14,9	6,45 × 16,8	–	13,6	19,3
7	13,3	22,1	17,7	18,2	16,9	–	12,3	15,6	22,1
10	16,8	23,6	21,2	21,6	20,4	–	15,8	19,5	23,6
				S = 6 мм²					
4	12,5	20,5	16,1	17,4	16,1	6,96 × 18,84	–	14,8	20,5
7	14,9	23,7	19,3	19,7	18,5	–	13,9	17,2	23,1
10	19,2	26,3	23,6	23,7	22,8	–	17,9	21,5	28,0

Примечание. Для плоского кабеля КПВГ-П, АКПВН-П, КПсВГ-П и АКПсВГ-П приведены толщина и ширина, мм.

Таблица 17.13. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с медными жилами с ПЭ изоляцией и изоляцией из самозатухающего ПЭ**

Число жил	КПВГ	КПВБ	КПВБГ	КПБбШв	КПВБбГ	КПВГ-П	КППбШв	КПсВГ	КПсВБ	КПсВБГ	КПсБбШв	КПсВБбГ	КПсВГ-П	КПсПбШв	КПсВГЭ	КПсВБн
							S = 0,75 мм²									
4	80	331	227	267	159	76	–	81	332	228	268	160	77	–	143	358
5	93	358	249	293	178	–	–	94	359	250	294	179	–	–	161	386
7	129	420	302	329	225	–	–	130	421	303	331	227	–	–	189	451
10	183	520	387	415	300	–	806	185	522	369	417	302	–	807	246	557
14	222	579	439	476	348	–	883	225	581	442	479	351	–	886	279	618
19	279	787	632	558	417	–	1220	282	790	636	561	420	–	1006	363	831
27	381	959	786	691	657	–	1421	386	964	791	696	662	–	1225	491	1010
37	503	1143	955	834	815	–	–	510	1150	962	841	822	–	1420	614	1201
52	679	1404	1154	1081	1040	–	–	688	1414	1203	1091	1049	–	–	825	1471
61	773	1535	1315	1201	1155	–	–	785	1546	1326	1213	1166	–	–	932	–
							S = 1,0 мм²									
4	94	354	247	288	177	89	–	95	354	248	289	177	90	–	159	381
5	122	409	293	318	217	–	–	123	410	294	319	218	–	–	180	439
7	152	453	332	361	253	–	–	153	455	334	362	255	–	–	214	486
10	217	568	431	439	341	–	868	219	570	433	461	343	–	870	282	606
14	267	759	609	533	400	–	984	220	762	611	536	403	–	986	345	802
19	338	868	708	622	483	–	1117	341	872	711	626	487	–	1121	425	914
27	464	1069	890	789	756	–	1360	470	1075	895	794	762	–	1365	578	1123
37	615	1286	1090	963	945	–	1590	623	1294	1097	970	952	–	1598	731	1347
52	834	1597	1377	1258	1217	–	–	845	1608	1388	1268	1227	–	–	987	1668
61	976	1788	1555	1405	1386	–	–	988	1801	1568	1417	1399	–	–	1120	–

Продолжение табл. 17.13

Число жил	КПВГ	КПВБ	КПВБГ	КПБбШв	КПВБбГ	КПВГ-П	КППбШв	КПсВГ	КПсВБ	КПсВБГ	КПсБбШв	КПсВБбГ	КПсВГ-П	КПсПбШв	КПсВГЭ	КПсВБи
							$S = 1,5$ мм²									
4	131	416	301	324	225	125	985	132	417	302	324	226	126	–	187	447
5	154	455	334	360	255	–	1096	155	456	335	362	256	–	–	214	487
7	194	511	385	415	302	–	1283	196	513	386	417	304	–	–	259	545
10	279	772	621	533	412	–	1569	281	774	623	537	414	–	987	345	814
14	348	870	712	623	491	–	1922	351	874	715	626	494	–	1099	429	916
19	444	1009	840	749	602	–	–	448	1013	844	753	606	–	1287	553	1059
27	632	1291	1097	963	955	–	–	638	1297	1104	969	961	–	1575	735	1349
37	818	1338	1329	1216	1175	–	–	826	1546	1337	1225	1184	–	1931	962	1604
52	1139	1972	1734	1572	1561	–	–	1151	1984	1746	1584	1573	–	–	1284	2050
61	1305	2161	1932	1768	1752	–	–	1320	2195	1946	1782	1766	–	–	1459	–
							$S = 2,5$ мм²									
4	181	486	364	388	284	171	–	182	487	365	389	285	172	–	239	519
5	214	538	409	438	325	–	–	215	539	410	439	326	–	–	278	572
7	274	617	482	515	394	–	929	276	619	484	517	396	–	931	344	654
10	397	934	772	666	545	–	1159	399	937	775	669	548	–	1162	465	980
14	504	1076	905	806	777	–	1337	508	1080	909	810	781	–	1341	607	1125
19	651	1272	1088	987	952	–	1577	656	1277	1093	992	952	–	1582	769	1326
27	927	1654	1443	1316	1289	–	2045	934	1662	1451	1324	1296	–	2053	1057	1719
37	1234	2044	1811	1655	1643	–	2464	1244	2054	1822	1665	1653	–	2475	1369	2118
							$S = 4,0$ мм²									
4	251	581	450	476	365	236	–	252	582	451	477	366	237	–	312	616
7	390	884	733	654	524	–	1104	393	887	736	656	576	–	1106	464	927
10	566	1157	981	859	850	–	1410	570	1160	984	863	853	–	1413	652	1207
							$S = 6,0$ мм²									
4	343	698	559	585	468	320	–	344	700	561	567	470	322	–	405	736
7	542	1079	917	821	690	–	1314	545	1082	920	824	493	–	1317	620	1125
10	806	1464	1271	1105	1128	–	1712	810	1468	1275	1109	1132	–	1715	875	1520

Таблица 17.14. **Масса, кг/км, контрольных кабелей с алюминиевыми жилами с ПЭ изоляцией и изоляцией из самозатухающего ПЭ**

Число жил	АКПВГ	АКПВБ	АКПВБГ	АКПБбШв	АКПВБбГ	АКПВГ-П	АКПсВГ	АКПсВБ	АКПсВБГ	АКПсБбШв	АКПсВБбГ	АКПсВГ-П	АКПсВГЭ
						$S = 2,5$ мм²							
4	117	422	300	324	220	109	118	424	301	325	221	110	175
5	134	458	329	358	245	–	136	459	331	360	247	–	198
7	163	506	371	404	283	–	165	508	373	406	285	–	232
10	237	775	613	507	386	–	240	778	616	510	388	–	306
14	281	853	682	583	554	–	285	857	686	587	558	–	384
19	348	969	783	684	649	–	353	974	791	689	654	–	466
27	497	1224	1013	886	859	–	504	1232	1021	894	866	–	627
37	645	1454	1222	1066	1054	–	655	1465	1232	1076	1064	–	780

Продолжение табл. 17.14

Число жил	АКПВГ	АКПВБ	АКПВБГ	АКПБбШв	АКПВБбГ	АКПВГ-П	АКПсВГ	АКПсВБ	АКПсВБГ	АКПсБбШв	АКПсВБбГ	АКПсВГ-П	АКПсВГЭ
						$S = 4$ мм²							
4	149	479	346	374	263	137	151	480	350	375	264	138	210
7	212	706	555	476	346	–	215	709	558	478	346	–	286
10	312	902	726	605	595	–	315	905	730	608	599	–	398
						$S = 6$ мм²							
4	190	545	406	432	315	172	191	547	407	434	317	174	252
7	274	611	649	553	422	–	277	814	652	556	425	–	352
10	423	1081	888	722	745	–	427	1085	892	726	749	–	492
						$S = 10$ мм²							
4	289	842	676	562	442	–	292	845	678	565	445	–	354
7	443	1092	901	755	760	–	448	1097	906	760	765	–	500
10	682	1486	1255	1030	1087	–	688	1493	1262	1037	1094	–	743

длиной не менее 20 м в количестве не более 15% партии, в том числе не более 5% отрезков кабеля длиной 20–50 м.

Изолированные жилы контрольных кабелей сечением 0,75–2,5 мм² испытывают на АСИ переменным напряжением 6; сечением 4–6 мм² – 7, сечением 10 мм² – 9 кВ. Допускается испытание жил с резиновой изоляцией после пребывания в воде в течение 6 ч переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин, а жил с изоляцией из ПЭ и ПВХ пластиката – таким же напряжением после 3 ч пребывания в воде.

Сопротивление изоляции жил кабелей с резиновой изоляцией в готовом виде не менее $60 \cdot 10^6$; кабелей с ПЭ изоляцией – не менее $300 \cdot 10^6$ и кабелей с ПВХ изоляцией из ПВХ пластиката – не менее $6 \cdot 10^6$ Ом·км.

В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Оболочка кабеля из стандартных сплавов по ГОСТ 1292-81Е выдерживает без разрыва растяжение до 1,3-кратного начального внутреннего диаметра; оболочка из свинца марок С2 и С3 или из свинца с меньшим содержанием легирующих элементов, чем в сплавах, – до 1,5-кратного начального внутреннего диаметра.

17.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Кабели должны прокладываться в соответствии с ПУЭ. При выборе кабелей рекомендуется руководствоваться табл. 17.15.

Контрольные кабели любых марок могут прокладываться на открытом воздухе при условии обеспечения их защиты от механических повреждений и воздействия прямых световых лучей.

В пожароопасных помещениях допускается прокладывать кабели всех марок, кроме КПВГ, АКПВГ, КПВБГ, АКПВБГ, КПВБбГ, АКПВБбГ, КПБбШв, КПВКбШв, КПВГ-П, АКПВГ-П, КРСБ, КРВБ, КВВБ, КПВБ, КПсВБ, АКРВБ, АКРНБ, АКВВБ, АКПсВБ, КРСК, КРНБ.

Во взрывоопасных помещениях классов В-1 и В-1а допускается прокладка кабелей марок КРСБГ, КРВБбГ, КРНБбГ, КВВБбГ, КВВБГ, КВВБбШв, КВКбШв, а кабелей КВВГ, КВВБГ и КРНГ в помещениях класса В-1а при условии обеспечения их защиты от механических повреждений.

Во взрывоопасных помещениях классов В-2, В-2а и В-1 допускается прокладка кабелей марок АКВВГ, АКРНГ, АКРВГ, АКРВГЭ, АКВВГЭ, АКВВБГ, АКВВБбГ, АКВБбШв и АКРсБГ. Небронированные кабели АКПВГ, КПВГ, АКПсВГ, КПсВГ, АКВВГ и КВВГ допускается прокладывать в земле (траншеях) при условии обеспечения защиты кабелей от механических повреждений в местах выхода на поверхность.

17.4. КАБЕЛИ ДЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

Токопроводящие жилы кабелей для сигнализации и блокировки изготовляют из медной проволоки диаметром 1,0 мм с

Таблица 17.15. **Основные преимущественные области применения контрольных кабелей**

Марка	Применение
КРСГ	Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях и в местах, не подверженных вибрации, при отсутствии механических воздействий на кабель, в среде, нейтральной по отношению к свинцу
КРСК	Прокладка под водой и в местах, где кабель подвергается значительным растягивающим усилиям
КРСБГ, КПВБГ, КПВБбГ, КРВБГ, КПсВБГ, КРНБГ, КРВВБГ, КПсВБбГ, АКПВБГ, АКПВБбГ, АКРВБГ, АКВВБГ, АКПсВБГ, АКРНБГ, АКРВБбГ, АКРВБбГ, АКВВБбГ, АКПсВБбГ	Прокладка в помещениях, каналах, где кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
КРВГ, КВВГ, КПВГ, КВВГ-П, КРНГ, КПсВГ, КПВГ-П, КПсВГ-П, АКПВГ-П, АКВВГ, АКРВГ, АКРНГ, АКВВГ-П, АКПсВГ-П, АКПВГ, АКПсВГ	Прокладка в помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель
КРВГЭ, КВВГЭ, КПсВГЭ, АКРВГЭ, АКВВГЭ, АКПсВГЭ	Прокладка в помещениях, каналах, туннелях при отсутствии механических воздействий на кабель в условиях агрессивной среды и необходимости защиты электрических цепей от внешних электрических полей
КВВБн, КПсВБн, КРВБн, КРНБн	Прокладка в шахтах, внутри пожароопасных помещений, где кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
КРВБ, КРНБ, КВВБ, КПВБ, КПсВБ, АКРВБ, АКРНБ, АКВВБ, АКПВБ, АКПсВБ	Прокладка в земле (траншеях) в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, где кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
КПсБбШв, КВБбШв, КПБбШв, АКПсБбШв, АКПБбШв, АКВБбШв	Прокладка в помещениях, каналах, туннелях, в земле (траншеях), в том числе в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, где кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
КПсВКбШв, КВКбШв, КПВКбШв	Прокладка в помещениях, каналах, туннелях, в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, где кабель подвергается значительным растягивающим усилиям

ПЭ изоляцией толщиной 0,45 – 0,1 мм. Бронированные кабели с числом жил до 7 включительно допускается изготовлять с жилами толщиной изоляции 0,9 – 0,1 мм. Изолированные жилы или пары скручивают концентрическими повивами. В кабелях с числом жил менее 7 одна из жил должна иметь расцветку, отличающую ее от остальных жил. В кабелях с числом жил более 7 в каждом повиве две смежные жилы имеют расцветку, отличающую их друг от друга и от остальных жил повива. В кабелях парной скрутки две изолированные жилы, отличающиеся между собой цветом изоляции, скручивают в пару с шагом не более 100 мм. Пары скручивают в кабель так, чтобы в каждом повиве была одна счетная пара, отличающаяся от других пар цветом изоляции одной из жил. Поверх скрученных изолированных жил накладывают поясную изоляцию из ленты ПЭТФ, полиамидной, ПЭ или ПВХ пластиката. В кабелях марок СББбШв и СББбШп поверх лент накладывают поясную изоляцию из ленты ПЭ или ПВХ пластиката толщиной 1,5 мм с допуском – 15%. Поверх

Таблица 17.16. **Номинальная толщина, мм, оболочек из ПЭ и ПВХ пластиката кабелей для сигнализации и блокировки**

Диаметр кабеля под оболочкой, мм	СБВГ, СБВБГ, СБПБГ, СБВБ, СБПБ	СБПУ
До 6	1,5	
6 – 15	1,7	
15 – 20	2,0	3,5
20 – 25	2,3	
Свыше 25	2,5	

поясной изоляции допускается наложение экрана из алюминиевой ленты или металлизированной бумаги с перекрытием не менее 15% с продольной прокладкой медной проволоки диаметром 0,5 – 0,6 мм, имеющей по всей длине кабеля контакт с экраном. На поясную изоляцию или экран накладывают оболочку из ПВХ пластиката или ПЭ толщиной, указанной в табл. 17.16, с предельным отклонением от номинальной толщины – 15%. Внешний диаметр и масса кабелей для сигнализации и блокировки приведены в табл. 17.17 и 17.18.

Таблица 17.17. **Внешний диаметр, мм, кабелей для сигнализации и блокировки**

Число жил	СБВГ	СБВБ, СБПБ	СБВБГ, СБПБГ	СБПУ	СБВбШв, СБВбШп
2	7,8	–	–	12,5	14,3
3	8,1	18,3	15,3	12,9	15,0
4	8,6	19,0	16,0	13,4	15,8
5	9,1	19,8	16,8	14,0	16,7
7	9,6	20,6	17,6	15,2	15,7
9	11,0	18,9	15,9	16,1	16,6
12	11,7	19,7	16,7	17,0	17,7
16	12,7	20,7	17,7	17,5	18,3
19	14,2	23,0	20,0	18,1	18,9
21	14,8	23,6	20,6	19,3	20,3
24	16,0	24,8	21,8	19,6	–
27	16,3	25,1	22,1	20,1	–
30	16,8	25,6	22,6	20,6	–
33	17,3	26,0	23,1	21,1	–
37	17,8	26,6	23,6	22,9	–
42	20,6	29,4	26,4	23,2	–
48	20,9	29,7	26,7	24,7	–
61	22,4	31,2	28,2		–

Таблица 17.18. **Масса, кг/км, кабелей для сигнализации и блокировки**

Число жил	СБВГ	СБВБ	СБВБГ	СБПБ	СБПБГ	СБПу	СБВбШв	СБВбШп
2	73	–	–	–	–	–	–	–
3	85	500	396	479	374	135	307	274
4	99	539	430	515	406	150	340	305
5	112	581	467	556	442	166	374	337
7	135	636	517	609	490	190	421	382
9	167	566	457	543	434	225	393	356
12	200	645	509	598	484	262	446	406
16	245	695	575	667	547	306	513	471
19	297	929	793	891	756	341	550	506
21	332	975	836	935	796	366	586	540
24	375	1058	911	1015	868	408	651	601
27	403	1097	948	1052	903	439	–	–
30	436	1146	994	1100	948	472	–	–
33	469	1197	1042	1147	989	505	–	–
37	511	1256	1097	1206	1047	547	–	–
42	619	1460	1283	1391	1214	615	–	–
48	677	1529	1350	1458	1279	672	–	–
61	816	1720	1531	1644	1455	807	–	–

Кабели поставляют длиной не менее 300 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 50 м в количестве не более 5% партии. Изолированные жилы кабелей испытывают на АСИ переменным напряжением 4 кВ. Готовые кабели испытывают переменным напряжением 2 кВ в течение 5 мин с измерением электрического сопротивления изоляции, которое должно быть не менее $5000 \cdot 10^6$ Ом·км. Рабочая емкость пар кабелей парной скрутки не более 100, а емкость одиночных жил – не более 150 нФ/км.

РАЗДЕЛ ВОСЕМНАДЦАТЫЙ

КАБЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

18.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели управления предназначены для цепей управления, контроля и информации в разнообразных неподвижных и подвижных установках при переменном напряжении от 127 до 1000 В частотой до 1000 Гц или при постоянном напряжении от 200 до 1000 В. Кабели управления эксплуатируют как внутри помещений, так и в полевых условиях при температуре окружающей среды от −50 до +65 °С и относительной влажности до 98% при температуре 25−40 °С. Монтаж кабелей без предварительного подогрева допускается при температуре не ниже 15 °С.

Кабели управления изготовляют с медными жилами с резиновой, ПЭ, ПВХ или с высоконагревостойкой изоляцией из фторопласта или кремнийорганической резины. Поверх скрученных изолированных жил накладывают резиновую или ПВХ оболочку и, в некоторых случаях, оплетку из стальных оцинкованных, нержавеющих или медных луженых проволок.

Номенклатура и сортамент кабелей управления приведены в табл. 18.1 и 18.2.

18.2. КАБЕЛИ С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Гибкий кабель с резиновой изоляцией КРГД предназначен для монтажа контрольно-измерительной аппаратуры гидротехнических сооружений, работающих при переменном напряжении до 220 В частотой 3 кГц и температуре окружающей среды от −45 до +60 °С. Минимально допускаемая температура для изгибания кабелей −20 °С.

Кабели изготовляют двухжильными сечением 1,5 мм^2, токопроводящую жилу скручивают из медных проволок по конструкции класса 5 ГОСТ 22483-77, накладывают изоляцию из резины типа РТИ-1 толщиной 1,1 мм и оплетку лавсановыми нитями плотностью не менее 90%. Две изолированные и оплетенные жилы скручивают вокруг резинового сердечника диаметром

Таблица 18.1. **Номенклатура кабелей управлении**

Марка (код ОКП)	Кабель	Напряжение, В		Число жил	Назиачение	ГОСТ, ТУ
		переменное	постоянное			
	Кабели с резиновой изоляцией					
КРГД (35 4845 2201)	В резиновой оболочке, гибкий, работающий под давлением	220	–	2	Для контрольно-измерительной аппаратуры гидротехнических сооружений	ТУ 16.505.065-75
КРШС (35 4849 7800)	Повышенной озоностойкости и холодостойкости, в резиновой оболочке, силовой	660	1000	4	Для гибкого соединения электрических устройств	ТУ 16.705.244-82
КРШСМ (35 4849 7900)	То же модернизированный	660	1000	4	То же	То же
КРШС-П (35 4849 7900)	То же, что и КРШС, в оплетке стальной оцинкованной проволокой	660	1000	4	То же для стационарных цепей	» »
КРШУ (35 4849 8100)	Повышенной озоностойкости и холодостойкости, в резиновой оболочке, управления	380	500	4–37	То же для гибкого соединения	» »
КРШУМ (35 4849 8300)	То же модернизированный	380	500	4–37	То же	» »
КРШУЭ (35 4849 8200)	То же, что и КРШУ, с экранированными жилами	180	500	4–37	» »	» »
КРШУЭМ (35 4849 8400)	То же, что и КРШУМ, с экранированными жилами	380	500	4–37	» »	» »
КРЭТВ (35 4845 8301)	В резиновой оболочке, гибкий экранированный	100	–	4	Передача электрических сигналов в электронном устройстве тензометрических весов	ТУ 16.505.751-75
КУГРТ (35 6127 0100)	С изоляцией из кремний-органической резины, гибкий	250	–	26,60	Для подвижного монтажа в пульте управления системы регулирования света фильмопроизводственных и телевизионных студий	ТУ 16.505.369-77
КЭВ (35 8673 0100)	В оплетке из хлопчатобумажной пряжи, бронированный стальными проволоками	220	–	7	Для термоподвесок дистанционного контроля температуры зерна в силосах элеваторов	ТУ 16.505.273-77
МРШМ (35 8674 8000)	Гибкий в холодостойкой резиновой оболочке	380	500	2–16	Для гибкого токоперехода и работы в условиях многократных знакоперемен ных изгибов и закручиваний при температуре от –50 до +65 °С	ТУ 16.505.989-82
МРШ-М (35 8674 7500)	То же многожильный	380	200	26–36	То же	То же
МЭРШ-М (35 8674 7600)	То же особо гибкий с частично экранированными жилами. В маслостойкой резиновой оболочке, не распространяющей горение	380	700	26,36	Для гибкого токоперехода и работы в диапазоне температур от –30 до +65 °С, а в неподвижном состоянии при температуре –40 °С	» »
МЭРШ-Н (35 8674 7800)	То же холодостойкий	380	700	26, 36	То же	» »

Продолжение табл. 18.1

Марка (код ОКП)	Кабель	Напряжение, В		Число жил	Назначение	ГОСТ, ТУ
		переменное	постоянное			
МЭРШМ-100 (358674 8200)	С полностью экранированными жилами в холодостойкой резиновой оболочке	380	500	19–37	Для гибкого токоперехода и работы в условиях многократных знакопеременных изгибов и закручиваний при температуре от −50 до 65 °С	» »
	Кабели с ПЭ изоляцией					
КПВ (356112 6000) (356122 6000)	С однопроволочными жилами, в ПВХ оболочке	250	500	24; 37; 52	Для фиксированного соединения блоков электрической аппаратуры	ТУ 16.505.289-71
КПВБ (356112 6400) (356122 6400)	То же бронированный	250	500	24; 37; 52	То же	То же
КПВ-П (356112 6200) (356122 6200)	То же, что и КПВ, в оплетке стальными оцинкованными проволоками	250	500	24; 37; 52	» »	» »
КПВ-Пм (356112 6300) (356122 6300)	То же, но в оплетке медными луженными проволоками	250	500	24; 37; 52	» »	» »
КПВ-Пн (356112 6100) (356112 6100)	То же, но в оплетке стальными нержавеющими проволоками	250	500	24; 37; 52	» »	» »
КУПВ (356112 1100) (356112 1500) (356122 0400)	С неэкраинированными, частично или полностью экраинированными жилами, в ПВХ оболочке	250	350	7–115	Для передачи электрических сигналов малой мощности	ГОСТ 18404.3-73
КУПВ-П (356112 1300) (356112 1700) (356122 0600)	То же в оплетке стальными оцинкованными проволоками	250	350	7–115	То же	То же
КУПВ-Пм (356112 1400) (356112 1800) (356122 0700)	То же в оплетке медными луженными проволоками	250	350	7–115	» »	» »
КУПВ-Пн (356112 1200) (356112 1000) (356122 0500)	То же в оплетке стальными нержавеющими проволоками	250	350	7–115	» »	» »
КУПКР-П	То же облегченные многожильные в резиновой оболочке, в оплетке стальными нержавеющими проволоками	250	350	12–37	Для работы в кислых и щелочных грунтах или в морской воде на глубине до 50 м	ТУ 16.505.284-80
КУПР (356113 1800) (356113 2200) (356123 0700)	В резиновой оболочке с неэкранированными, частично или полностью экраинированными жилами	250	350	4–115	Для передачи электрических сигналов малой мощности	ГОСТ 18404.2-73
КУРП-П (356113 2000) (355113 2400) (356123 0900)	То же в оплетке стальными оцинкованными проволоками	250	350	4–115	То же	То же
КУПР-Пм (356123 1000)	То же в оплетке медными луженными проволоками	250	350	4–115	» »	» »
КУПР-Пн (356113 1900) (356113 2300) (356123 0800)	То же стальными нержавеющими проволоками	250	350	4–115	» »	» »

Продолжение табл. 18.1

Марка (код ОКП)	Кабель	Напряжение, В: переменное	Напряжение, В: постоянное	Число жил	Назначение	ГОСТ, ТУ
КУПР-500 (3561237600)	С неэкранированными или экранированными жилами, в резиновой оболочке, на напряжение 500 В	500	–	7–52	Для гибкого соединения в полевых условиях электрических устройств	ТУ 16.505.730-75
	Кабели с ПВХ изоляцией					
КГВВ (3561291000)	Гибкий в ПВХ оболочке	660	1000	3–61	Для фиксированного монтажа силовых цепей, управления и местного освещения на станках и механизмах	ТУ 16.505.665-74
КГШ (3541330100)	То же шахтный	127	–	6–36	Для присоединения устройств дистанционного управления, автоматики и контроля в шахтах к электрическим цепям	ТУ 16.505.167-78
КУГВВ (3561290100)	Многожильный в ПВХ оболочке, гибкий	380	500	7–61	Для фиксированного монтажа цепей управления и контроля	ТУ 16.505.856-75
КУГВВЭ (3561190200)	То же в общем экране	380	500	7–61	То же	То же
КУГВЭВ (3561190100)	То же, что и КУГВВ, с отдельными экранированными жилами	380	500	7–37	» »	» »
	Кабели с нагревостойкой изоляцией					
КУДФРУ (3583380100)	С изоляцией Ф-4 в усиленной резиновой оболочке	250	350	3–52	Для передачи электрических сигналов малой мощности	ГОСТ 18404.1-73
КУДФЭРУ (3583380200)	То же в общем экране	250	350	3–52	То же	То же
КУС (3561270301)	С жилами из медных посеребренных проволок, с изоляцией и в оболочке из кремнийорганической резины	1000	–	1–7	Для передачи высокочастотной энергии и сигналов управления от хирургического аппарата к электроножу	ТУ 16.505.423-82

Таблица 18.2. **Сортамент кабелей управления**

Марка	S, мм^2	Число жил	Переменное напряжение, В	Частота, Гц	Постоянное напряжение, В
		Кабели с резиновой изоляцией			
КРГД	1,5	2	220	3000	–
КРШС, КРШС-П и КРШСМ	70; 90; 120	1, 2, 3, 4	660	500	1000
КРШУ, КРШУМ, КРШУЭ, КРШУЭМ	1,0	4, 7, 10, 12, 16, 19, 24, 27, 37	380	500	500
КРЭТВ	0,5	4	100	1000	–
КУГРТ	0,35	26, 60	250	50	–
КЭВ	0,75	7	220	50	–

Продолжение табл. 18.2

Марка	S, мм²	Число жил	Переменное напряжение, В	Частота, Гц	Постоянное напряжение, В
		Кабели с ПЭ изоляцией			
КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пм, КПВ-Пн	1,0; 1,5; 2,5	24, 37, 52	250	1000	500
КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм, КУПВ-Пи,	0,35; 0,5	7, 14, 19, 27, 37, 52, 61, 91, 108, 115	250	1000	–
КУПКР-П	0,5	12, 37	250	1000	350
КУПР, КУПР-П, КУПР-Пм	0,35; 0,5	4, 7, 14, 19, 27, 30, 37, 52, 61, 91, 108, 115	250	1000	350
КУПР-Пн	0,75; 1,0; 1,5; 2,5	4, 7, 14, 19, 22, 42, 68			
КУПР-500	1,0	7, 14, 19, 27, 30, 37, 52	500	1000	700
	1,5; 2,5	7, 14, 19, 27, 30, 37			
		Кабели с ПВХ изоляцией			
КГВВ	0,5; 0,75	3; 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24, 30, 37, 44, 52, 61			
	1,0	3, 4, 5, 7, 10, 14, 19, 24, 30, 37, 44, 52, 61, 70			
	1,5; 2,5	4, 7, 14	660	50	1000
	4	4, 7			
	6	4			
КГШ	1,5	6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 30	127	50	–
КУГВВ	0,35	7, 14, 24, 37, 61	380	50	500
КУГВЭВ	0,35 и 0,5	7, 14, 24, 37	380	50	500
КУГВВЭ	0,35 и 0,50	7, 14, 24, 37, 61	380	50	500
		Кабели с нагревостойкой изоляцией			
КУДФРУ	0,2; 0,35; 1,5	3, 7, 19, 27, 37, 52	250	1000	350
	1,0	61			
КУДФЭРУ	0,20; 0,35	3, 7, 19, 27, 37, 52	250	1000	350
КУС	0,5 + 0,12	1 + 7 (1 × 0,5 + 7 × 0,12)	1000	2 МГц	–

3,5 мм с шагом не более 3,5 D с междужильным резиновым заполнением, обматывают ПЭТФ лентой и накладывают оболочку из резины типа РШ-1 толщиной 2,0 мм. Наружный диаметр кабеля 16,0 мм, масса 264 кг/км. Допускаемое отклонение от номинальных величин: толщины изоляции – 10%; диаметра сердечника ±10%; толщины оболочки –20%; наружного диаметра ±10%; массы +15%.

Кабель поставляют длинами не менее 50 м; допускается поставка отрезков длинами не менее 25 м в количестве не более 20% партии.

Изолированные жилы испытывают на АСИ переменным напряжением 6 кВ частотой 50 Гц. В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин. Электрическое сопротивление изоляции жил готового кабеля не менее $50 \cdot 10^6$ Ом · км. Емкость жил в кабеле не более 150 пФ/м.

Кабель при температуре 20 ± 5 °С выдерживает 300 знакопеременных изгибов вокруг роликов диаметром 160 мм. После предварительного растяжения на 3% кабель выдерживает при внешнем гидростатическом давлении 5,9 МПа 500 циклов деформаций «растяжение – сокращение» в пределах от 3 до 5% первоначальной длины.

Кабель устойчив к воздействию смены температур от –45 до +60 °С, влагоустойчив, выдерживает воздействие относительной влажности воздуха 100% при температуре +25 °С, изгибы при температуре до –20 °С, устойчив к воздействию фильтрационной воды.

Кабели с резиновой изоляцией и резиновой оболочке повышенной озоностойкости и холодостойкости КРШС, КРШСМ, КРШУ, КРШУЭ, КРШУМ и КРШУЭМ предназначены для гибкого, а КРШС-П – для стационарного монтажа систем управления в электрических установках, работающих на

открытом воздухе в различных климатических условиях при окружающей температуре от −50 до +65 °С и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С; при переменном напряжении 660 В частотой 500 Гц или постоянном 1000 В – КРШС, КРШС-П, КРШМС и при переменном напряжении 380 В или постоянном 500 В – КРШУ, КРШУЭ, КРШУМ, КРШУЭМ. Кабели эксплуатируют в заболоченных местностях, при воздействии морского тумана, инея, росы.

Сечение токопроводящих жил и их число в кабелях указаны в табл. 18.3. Токопроводящие жилы кабелей всех марок сечением 0,75 – 10 и 35 мм² соответствуют классу 4, а остальные сечения – классу 3 по ГОСТ 22483-77. Допускается скрутка жил в одну сторону. Жилы изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,9 мм – кабелей КРШУ, КРШУМ, КРШУЭ и КРШУЭМ и в соответствии с категорией Ир-3 по ГОСТ 23286-78 – кабелей КРШС, КРШС-П и КРШСМ. Допускаемое отклонение −10%. В кабелях с числом жил до семи одна из жил и в кабелях со вспомогательными жилами одна из вспомогательных жил имеют расцветку или нумерацию, отличающую их от остальных. В каждом повиве остальных кабелей две жилы расцвечивают или нуме-

Таблица 18.3. **Конструктивные данные кабелей управлении КРШС, КРШСМ, КРШС-П, КРШУ, КРШУМ, КРШУЭ, КРШУЭМ**

$n \times S$, мм²	Δ оболочки, мм	D, мм		g, кг/км		Допустимый ток, А, для температуры окружающей среды, °С	
		КРШС, КРШСМ	КРШС-П	КРШС, КРШСМ	КРШС-П	20	50
1 × 70	3,5	23,4	24,6	1180	1308	344	180
1 × 95	3,5	26,6	27,8	1500	1640	431	222
1 × 120	3,5	28,8	30,0	1800	1950	506	253
2 × 1	1,5	20,8	12,0	130	185	21	12
2 × 1,5	1,5	11,4	12,6	150	211	27	15
2 × 2,5	1,5	12,9	14,1	200	269	36	20
2 × 4	2,0	15,0	16,2	234	337	62	29
2 × 6	2,5	17,4	18,6	361	438	75	38
2 × 10	2,5	20,0	21,2	550	631	95	51
2 × 16 + 4 × 0,75	3,4	24,3	25,5	950	1087	111	67
3 × 1	1,5	11,3	12,5	100	220	18	10
3 × 1,5	1,5	11,9	13,1	190	254	23	13
3 × 2,5	2,0	14,5	15,7	290	368	33	18
3 × 4	2,5	16,7	17,9	390	479	44	23
3 × 6	2,5	18,2	19,4	480	576	56	30
3 × 2,5 + 1 × 2,5	3,0	17,1	18,3	355	445	42	19
3 × 4 + 1 × 2,5	2,0	16,4	17,6	374	466	51	23
3 × 6 + 1 × 2,5	2,5	18,3	19,5	565	685	59	31
3 × 6 + 1 × 4	3,4	20,7	21,9	383	786	59	31
3 × 10 + 1 × 4	3,4	23,2	24,4	785	900	82	42
3 × 16 × 1 × 6	4,2	27,2	28,5	1175	1335	105	54
3 × 25 + 1 × 10	4,3	29,4	30,8	1712	1903	145	70
3 × 35 + 1 × 10	4,5	35,3	37,1	3078	2437	140	88
3 × 50 + 1 × 16	5,0	40,0	41,8	5000	3308	161	101
3 × 10 + 1 × 4 + 1 × 2,5	3,0	41,2	42,4	1052	1299	79	38
3 × 16 + 1 × 6 + 1 × 4	3,0	27,9	–	1219	–	94	52
3 × 25 + 1 × 10 + 1 × 6	3,0	33,1	–	1848	–	129	67
3 × 35 + 1 × 16 + 1 × 6	3,0	35,2	–	2262	–	164	83
3 × 50 + 1 × 25 + 1 × 6	3,5	40,6	–	3022	–	208	102
4 × 2,5	3,0	17,7	18,9	440	535	40	17
4 × 6	3,4	21,5	22,7	700	814	52	27
4 × 10	3,4	24,6	25,8	1010	1144	75	38
4 × 16	4,2	29,3	30,5	1530	1687	100	50
4 × 25	4,2	34,4	35,6	2240	2427	133	66
4 × 1	2,0	13,1	16,0	200	300	–	–
7 × 1	2,0	15,1	18,7	280	470	–	–
10 × 1	2,5	19,4	24,2	430	650	–	–
12 × 1	2,5	19,9	25,0	480	750	–	–
16 × 1	2,5	21,7	27,4	590	940	–	–
19 × 1	2,5	22,7	28,7	680	1080	–	–
24 × 1	2,5	26,0	33,2	840	1340	–	–
27 × 1	2,5	26,5	33,9	910	1480	–	–
37 × 1	2,5	29,3	37,7	1180	1940	–	–

руют. Поверх изоляции токопроводящих жил кабелей КРШУЭ и КРШУЭМ накладывают экранирующую оплетку из медных луженых проволок диаметром 0,13 мм (допускаются проволоки диаметром 0,15 или 0,18 мм) плотностью 75%. Допускается наложение под металлической оплеткой ленты из прорезиненной ткани, ПЭТФ или полиамидной пленки с перекрытием.

Изолированные жилы скручивают с шагом, равным 14 *D*, экранированные – 12 *D*. В четырехжильных кабелях КРШС, КРШС-П и КРШСМ жилы скручивают вокруг резинового сердечника, а в пятижильных кабелях КРШС три основные и одну вспомогательную жилу скручивают вокруг вспомогательной жилы наименьшего сечения.

В кабелях КРШУ, КРШУЭ, КРШУМ и КРШУЭМ токопроводящие жилы скручивают в одну сторону. Поверх скрученных жил кабелей всех марок накладывают с перекрытием обмотку лентой прорезиненной ткани (прорезиненной стороной наружу). Допускается применение ленты ПЭТФ или других равноценных материалов. В шестижильных кабелях КРШС, КРШС-П и КРШСМ пучок изолированных жил сечением 25 мм^2, обмотанный прорезиненной тканью, или ПЭТФ, или полиамидной пленкой, скручивают с двумя изолированными жилами сечением 16 мм^2 и обматывают прорезиненной тканевой лентой или лентами ПЭТФ пленки или полиамидной пленки.

Поверх скрученных и обмотанных жил кабелей всех марок накладывают резиновую оболочку. Толщины оболочек приведены в табл. 18.3. В кабеле КРШС-П на наружную оболочку накладывают оплетку из стальных оцинкованных проволок диаметром 0,3 мм и плотностью не менее 70%.

Наружные диаметры и массы кабелей указаны в табл. 18.3. Предельное отклонение от толщины оболочки –20%, от наружного диаметра кабеля – 10%.

Строительная длина кабелей не менее 100 м. Допускается сдача длиной не менее 35 м в количестве не более 10% партии.

Изолированные жилы кабелей всех марок после пребывания в воде в течение 6 ч испытывают переменным напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Допускается их испытание на проход на АСИ в соответствии с ГОСТ 23283-78 для категории ЭИ-2.

В готовом виде кабели КРШУ, КРШУЭ, КРШУМ, КРШУЭМ испытывают переменным напряжением 2 кВ в течение 5 мин, а кабели КРШС, КРШСМ и КРШС-П – напряжением 2,5 кВ. Сопротивление изоляции кабелей не менее $70 \cdot 10^6$ Ом·км при температуре +20 °С и $25 \cdot 10^6$ Ом·км при относительной влажности 98% и температуре 35 °С. Допустимые токовые нагрузки кабелей приведены в табл. 18.3.

Кабели выдерживают 50 циклов изгиба на радиус, равный 10 *D*, с кручением при угле закручивания 1260°, воздействие озона, воды, морского тумана, устойчивы к кратковременному воздействию температуры 150 °С в течение 1 с.

Кабели при эксплуатации должны быть защищены от воздействия солнечной радиации. За время эксплуатации кабелей допускается суммарное нахождение их под воздействием солнечных лучей в течение не более 1000 ч.

Кабель гибкий экранированный КРЭТБ предназначен для передачи электрических сигналов электронной системы тензометрических весов кранов при переменном напряжении до 100 В частотой 1 МГц. Кабель отвечает климатическому исполнению категории 1 по ГОСТ 15150-69.

Кабель изготовляют четырехжильным сечением 0,5 мм^2. Токопроводящие жилы скручивают из луженых медных проволок по конструкции класса 6 по ГОСТ 22483-77, изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 0,8 мм и оплетают лавсановыми нитями плотностью не менее 90%. Четыре изолированные и оплетенные жилы скручивают вокруг сердечника из лавсановых нитей с шагом не более 5 *D*. Пары жил, расположенные по диагонали, отличаются друг от друга цветом изоляции или расцветкой оплетки. Сердечник оплетают лавсановыми нитями, его диаметр 1,4±0,2 мм. Поверх скрученных жил накладывают оплетку из медных луженых проволок диаметром 0,15 мм, расположенных в одном направлении, и оплетку из лавсановых нитей в противоположном направлении плотностью не менее 98% (по меди) и обматывают ПЭТФ лентой или другим равноценным материалом, а затем накладывают оболочку из резины типа РШ-1 толщиной 1,8 мм.

Наружный диаметр кабеля, мм . . .	11,5
Масса, кг/км	157
Допускаемые отклонения от номинальных размеров, %:	
толщины изоляции	10
толщины оболочки	20
наружного диаметра кабеля . . .	5
Электрическое сопротивление изоляции кабеля, Ом·км:	
в нормальных климатических условиях, не менее	$100 \cdot 10^6$
при температуре 55 °С и относительной влажности 98%, не менее	$20 \cdot 10^6$

Емкость каждой жилы по отношению к другим жилам и экрану, пФ/м, не более 250
Емкостиая асимметрия жил, %, не более 20
Уровеиь помех в кабеле, мкВ, не более:
при иапряженности внешнего поля 400 А/м и частоте 50 Гц . . . 10
при иапряженности внешиего поля 1600 А/м и частоте 1 кГц . . . 100
Изолированные жилы выдерживают испытаиие иа АСИ иапряжеиием 3 кВ частотой 50 Гц.
В готовом виде кабель выдерживает испытаиие в течеиие 5 мин иапряжением 1 кВ.

Кабель поставляют длинами не менее 100 м, допускается поставка отрезков длинами не менее 70 м в количестве до 45% и не менее 20 м в количестве до 15% партии.

Изолированные жилы испытывают на проход на АСИ переменным напряжением 3 кВ частотой 50 Гц. В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 5 мин.

Кабель выдерживает 100000 изгибов по п. «а» или по п. «б», из них 10000 изгибов при температуре -40 ± 2 °С и 90000 изгибов при температуре $+25\pm10$ °С на угол по п. а $\pm\pi$ рад радиусом 100 мм при растягивающей нагрузке 58,2 Н; б $\pm\pi$ рад радиусом 25 мм без растягивающей нагрузки.

В диапазоне температур от +20 до −40 °С кабель не снижает гибкость более чем в 1,5 раза. Максимальное усилие изгиба при температуре +20 °С не более 19,6 Н, а при температуре −40 °С не более 29,4 Н. Радиус изгиба кабеля не менее 36 мм. Кабель устойчив к воздействию смены температур от −50 до +50 °С.

Кабель с резиновой изоляцией особо гибкий КУГРТ предназначен для монтажа пультов управления системы регулирования света фильмопроизводственных и телевизионных студий при переменном напряжении до 250 В в условиях закрытых помещений в нормальной климатической среде.

Кабели изготовляют 26- и 60-жильными сечением 0,35 мм². Токопроводящие жилы сечением 0,35 мм² скручивают из медных проволок в соответствии с ГОСТ 9125-74 (вариант I − 7 × 18 × 0,06) или ГОСТ 22483-77 (вариант II − 19 × 0,15). На жилы накладывают изоляцию из кремнийорганической резины толщиной согласно данным, приведенным в табл. 18.4. Изолированные жилы скручивают концентрическими повивами вокруг сердечника, представляющего собой медную жилу сечением 0,35 мм², любой из указанных выше конструкций, изолированную кремнийорганической резиной. Толщина изоляции и диаметр сердечника указаны в табл. 18.4. В каждом повиве две смежные жилы по цвету отличаются друг от друга и от всех остальных жил данного повива (счетная пара). Скрученные жилы обматывают лентой Ф-4 и накладывают оболочку из резины марки ШНН-45 толщиной в соответствии с данными в табл. 18.4. Допускаемое отклонение от номинальной толщины −20%. Наружные диаметры и масса кабелей приведены в табл. 18.4. Кабели поставляют длинами не менее 20 м; допускается поставка отрезками длиной не менее 10 м в количестве не более 25% партии.

Изолированные жилы испытывают на проход на АСИ переменным напряжением 3 кВ. В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции готового кабеля в нормальных климатических условиях не менее $1\cdot10^6$ Ом·км.

Кабели для элеваторов КЭВ предназначен для подключения к термоподвескам, служащим для дистанционного контроля температуры зерна в силосах элеваторов при переменном напряжении 220 В частотой 50 Гц, при окружающей температуре от −30 до +50 °С. Длительно допустимая температура нагрева жил не более 65 °С.

Таблица 18.4. **Конструктивные данные кабели КУГРТ**

$n \times S$, мм²	Сердечник, мм		Δ изоляции, мм		Толщина оболочки		D, мм	g, кг/км
	Толщина изоляции	Диаметр	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная		
26 × 0,35 (I вариант)	1,56	4,1	0,425	0,30	2,0	1,6	15,4	273
26 × 0,35 (II вариант)	1,66	±0,3	0,515				±1,5	288
60 × 0,35 (I вариант)	2,68	6,3	0,425		2,5	2,0	22,2	575
60 × 0,35 (II вариант)	2,76	±0,3	0,515				±2,0	608

Кабели изготовляют семижильными сечением 0,75 мм². Токопроводящие жилы скручивают из медных проволок по конструкции класса 2 ГОСТ 22483-77 и изолируют резиной типа РТИ-1 по ОСТ 16.0.505.015-79 толщиной 1,0 мм с допуском −10%. Семь жил скручивают, обматывают лентой прорезиненной ткани или синтетических материалов, оплетают хлопчатобумажной пряжей плотностью не менее 85% и пропитывают противогнилостным составом. Жилы в кабеле нумеруют. Допускается вместо нумерации введение счетной пары. Кабель обматывают двумя слоями прорезиненной тканевой ленты, на которую накладывают во взаимопротивоположных направлениях два повива оцинкованных стальных проволок диаметром 1,4−1,8 мм. Допускается наложение по первому повиву скрепляющей обмотки хлопчатобумажной пряжи. Повивы стальных проволок скрепляют обмоткой оцинкованной стальной лентой толщиной не менее 0,5±0,05 мм. Наружный диаметр кабеля 23,0 мм, масса 1500 кг/км с допуском +10%. Кабель поставляют длинами не менее 125 м. Допускается поставка отрезков кабеля длиной 5,5 м или кратной ей в количестве не более 20% общей длины поставляемой партии.

Изолированные жилы после 6 ч пребывания в воде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 10 мин. Допускается поставка отрезков кабеля ряжением 6 кВ на АСИ. В готовом виде кабель испытывают переменным напряжением 1,5 кВ, приложенным между жилами и между жилами и броней. Электрическое сопротивление изоляции жил готовых кабелей не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·км.

Кабели многожильные, гибкие с резиновой изоляцией в резиновой оболочке МРШМ, МРШ-М, МЭРШ-М, МЭРШ-Н и МЭРШМ-100 предназначены для соединения систем управления в электрических установках (передачи электрических сигналов малой мощности переменного напряжения до 400 В частотой до 1200 Гц), гибкого токоперехода при переменном напряжении до 690 В частотой 400 Гц на открытом воздухе при многократных знакопеременных изгибах и закручиваниях. Монтаж кабелей допустим без предварительного подогрева при температуре до −20 °С. Длительно допустимая температура нагрева жил − до 65 °С.

Кабели изготовляют с числом жил от 2 до 37 сечением 1,0; 1,5 и 2,5 мм². Токопроводящие жилы скручивают из медных проволок по конструкции класса 4 по ГОСТ 22483-77. Жилы сечением 1,0 и 1,5 мм² изолируют резиной типа РТИ-1 толщиной 1,0 мм, сечением 2,5 мм² − 1,2 мм с допуском $^{+20}_{-10}$%.

Изолированные жилы кабелей МЭРШМ-100 оплетают луженой медной проволокой диаметром 0,15 мм плотностью не менее 65%; поверх изоляции жил кабелей МРШ-М и 50% жил кабелей МЭРШ-М и МЭРШ-Н оплетают капроновой или лавсановой нитью. Остальные 50% изолированных жил кабелей МЭРШ-Н и МЭРШ-М оплетают комбинированными прядями луженой проволоки диаметром 0,15 мм и капроновых или лавсаиовых нитей, наложенными в противоположиых направлениях плотностью не менее 65%.

Изолированные жилы скручивают в одну сторону, причем допускается свободные пространства заполнять резиновыми жгутами или синтетической пряжей. Изолированные жилы кабелей МРШ-М, МЭРШ-М и МЭРШ-Н скручивают вокруг сердечиика из синтетических нитей, но допускается применение сердечника из резины или хлопчатобумажной пряжи. Экранированные и иеэкранированные жилы располагают в повивах поочередно. Скрутка изолированных жил во всех кабелях, за исключением МРШ-М 3 × 1 мм², производится с шагом не более 20 *D*, а кабеля МРШ-М 36 × 1 мм² − с шагом не более 13 *D*.

Изоляция двух смежных жил в каждом повиве имеет расцветку или маркировку такую, чтобы оии отличались друг от друга и от остальных жил данного повива. Поверх изолированных жил накладывают обмотку лентой суровой ткани или ПЭТФ пленки. Допускается обмотка лентой одностороние прорезиненной ткани прорезиненной стороной вверх или продольное наложение ленты из ПЭТФ пленки. Допускается скрутка кабелей МЭРШ-М и МЭРШ-Н без обмотки лентой суровой ткани, прорезиненной ткани и ПЭТФ пленки. На кабель МЭРШ-Н накладывают оболочку из маслостойкой, ие распространяющей горение резины типа РШН-2, а на все остальные кабели − из резины типа РШТМ-2. Толщины оболочек кабелей МРШ-М, МЭРШ-Н и МЭРШ-М всех размеров 2,5 мм, а кабелей МРШМ и МЭРШМ-100 диаметром до 17 мм 2,0, диаметром от 17 до 26 мм 2,5 мм и свыше 26 мм 3,0 мм. Для опознавания завода-изготовителя под оболочкой укладывают нить присвоенного данному заводу цвета.

Строительная длина кабелей МРШМ и МЭРШМ-100 125 м, а МЭРШ-М, МЭРШ-Н и МРШ-М 75 м. Допускается сдача кабелей длиной не менее 20 м в количестве не более

Таблица 18.5. **Диаметр и масса кабелей МРШМ, МЭРШМ-100, МРШ-М, МЭРШ-М, МЭРШ-Н**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км	D, мм	g, кг/км
	МРШМ		*МЭРШМ-100*	
2 × 1	11,1	139	12,3	182
4 × 1	12,5	189	13,9	253
7 × 1	14,4	280	16,2	385
12 × 1	18,2	436	20,7	610
16 × 1	20,0	549	23,8	825
19 × 1	21,0	676	25,0	951
24 × 1	25,3	835	28,9	1178
27 × 1	25,8	917	29,5	1297
33 × 1	27,6	1079	32,6	1610
37 × 1	28,6	1188	33,8	1773
2 × 1,5	11,7	170	12,9	206
4 × 1,5	13,2	224	14,6	289
7 × 1,5	15,3	337	17,1	444
12 × 1,5	19,4	529	22,9	753
16 × 1,5	22,4	718	25,2	957
19 × 1,5	23,5	824	26,5	1105
24 × 1,5	27,1	1020	30,7	1372
27 × 1,5	27,6	1120	32,3	1578
33 × 1,5	29,6	1329	34,6	1874
37 × 1,5	30,7	1467	35,9	2069
2 × 2,5	13,5	228	14,7	283
4 × 2,5	15,3	319	16,8	400
7 × 2,5	18,0	494	19,8	628
12 × 2,5	24,2	842	26,7	1072
16 × 2,5	26,7	1072	29,7	1373
	МРШ-М		МЭРШ-М	
26 × 1	28,2	1052	30,1	1107
36 × 1	31,2	1189	32,2	1353
	МЭРШ-Н			
26 × 1	30,1	1216	–	–
36 × 1	32,2	1465	–	–

15% общей длиины. Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 18.5.

Изолированные жилы до скрутки в кабель после 6 ч пребывания в воде испытывают перемеиным напряжением 2 кВ частотой 50 Гц в течеиие 5 мии. Готовые кабели МЭРШМ-100, МЭРШ-Н и МЭРШ-М испытывают переменным напряжеиием 1,5 кВ, а МРШ-М и МРШМ – 2 кВ в течение 5 мии. Электрическое сопротивлеиие изоляции не меиее $100 \cdot 10^6$ Ом · км. Испытаиие иа одиовремениые знакоперемениые закручивания и изгибы выдерживают следующие кабели:

Марка	Сечение жил, мм²	Количество изгибов, не менее	Угол закручивания иа длине 1 см, рад
МРШМ	1,0	1000	1
МЭРШМ-100 . .	1,5	1500	1
МЭРШМ-100 . .	2,5	3000	2

Кабели выдерживают не менее 1000 знакоперемеиных изгибов на 180° (без закручивания) вокруг цилиндра диаметром 8 D. Кабели механически прочны и устойчивы к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц с ускорением до 40 м/с², многократным ударным нагрузкам с ускорением до 150 м/с², одиночным ударным нагрузкам с ускорением до 1000 м/с², линейным нагрузкам с ускорением до 500 м/с², акустическим шумам в диапазоне частот от 50 до 10000 Гц при уровне звукового давления до 160 дБ.

18.3. КАБЕЛИ С ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабели управлеиия для стациоиариой прокладки КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пм и КПВ-Пи предназначены для фиксированного соединения блоков электрической аппаратуры, работающих при переменном напряжении 250 В частотой 1000 Гц или при постоянном напряжении до 500 В. Все кабели имеют ПЭ изоляцию и ПВХ оболочку. Кабели трех марок отличаются тем, что имеют дополнительный покров в виде оплетки из разных видов проволоки, и одна – бронепокров. Все кабели изготовляют 24-, 37- и 52-жильными сечением 1,0; 1,5 и 2,5 мм². Все 37-жильные кабели с жилами сечением 1,0 мм² изготовляют также полностью экранированными.

Токопроводящие жилы соответствуют классу 1 по ГОСТ 22483-77. Они изолируются ПЭнд* (табл. 18.6). В кабелях с экранированными жилами поверх изоляции накладывают оплетку из медных отожеиных проволок диаметром не более 0,15 мм плотностью не менее 65%. Изолированные жилы скручивают в кабель концентрическими повивами с кратностью шагов согласно табл. 18.7. В кабелях с экранированными жилами между повивами накладывают обмотку полиамидной или ПЭТФ пленкой с перекрытием не менее 10%. Во всех кабелях по наружному повиву такую же обмотку иакладывают с перекрытием не менее 20% в направлении, противоположном направлению скрутки жил.

В кабеле КПВБ на обмотку накладывают внутреннюю оболочку из ПЭвд и гибкую броню из профилированной стальиой оцинкованной ленты толщиной 0,3–0,5 мм или из ленты АМЦ толщиной 0,4–0,5 мм. Поверх обмотки кабелей всех марок, кроме КПВБ, накладывают оболочку из

* низкого давлеиия

Таблица 18.6. **Толщина изоляции и оболочек, внешний диаметр кабелей КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пм и КПВ-Пм**

$n \times S$, мм²	Δ изоляции кабелей КПВ, КПВ-Пн, КПВ-П, КПВ-Пм, КПВБ, мм		Δ оболочки кабелей КПВ, КПВ-П, КПВ-Пм, КПВ-Пн, мм		Δ оболочек кабеля КПВБ, мм				D, мм					
					внутренней		наружной		КПВ		КПВ-П, КПВ-Пн, КПВ-Пн		КПВБ	
	$\Delta_{изmin}$	$\Delta_{из.ном}$	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
24 × 1,0	0,3	0,4	1,2	1,5	0,8	1,2	0,5	1,2	13,2	16,2	14,4	17,4	17,2	22,0
37 × 1,0	0,3	0,4	1,2	1,5	0,8	1,2	0,5	1,2	15,0	18,4	16,2	19,6	19,0	24,3
52 × 1,0	0,3	0,4	1,3	1,7	1,2	1,5	0,5	1,5	17,8	21,8	19,0	23,0	22,0	28,1
$37_э \times 1{,}0$*	0,4	0,6	1,5	1,9	1,3	1,7	0,7	1,5	20,7	25,3	20,9	25,5	25,4	32,4
24 × 1,5	0,3	0,4	1,2	1,5	0,8	1,2	0,5	1,2	14,5	17,7	15,7	18,9	18,5	23,6
37 × 1,5	0,3	0,4	1,3	1,7	1,2	1,5	0,5	1,5	16,8	20,6	18,0	21,8	21,0	26,8
52 × 1,5	0,3	0,4	1,5	1,9	1,3	1,7	0,7	1,5	19,9	24,3	21,1	25,5	24,6	31,4
24 × 2,5	0,4	0,5	1,3	1,7	1,2	1,5	0,5	1,5	18,1	22,1	19,3	23,3	22,2	28,4
37 × 2,5	0,4	0,5	1,5	1,9	1,3	1,7	0,7	1,5	20,9	25,5	22,1	26,7	25,6	32,7
52 × 2,5	0,4	0,5	1,7	2,1	1,5	1,9	0,7	1,8	24,7	30,3	25,9	31,5	29,4	37,6

* С экранированными жилами.

ПВХ или светостабилизированного ПЭвд (табл. 18.6). На оболочку кабелей накладывают оплетку плотностью не менее 65% из проволок диаметром не более 0,3 мм: стальной нержавеющей – в кабеле КПВ-Пн, стальной оцинкованной – КПВ-П и медной луженой – КПВ-Пм. Наружные диаметры кабелей приведены в табл. 18.6, а масса кабелей – в табл. 18.8. Строительные длины кабелей соответствуют табл. 18.9.

Таблица 18.7. **Шаг скрутки жил кабелей КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пи и КПВ-Пм**

Номер повива	Кратность шагов скрутки, не более, при количестве повивов конструкции			
	1	2	3	4
I	14	25	25	25
II	–	14	20	20
III	–	–	14	18
IV	–	–	–	14

Таблица 18.8. **Масса кабелей КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пм и КПВ-Пн**

Число жил	g, кг/км											
	КПВ			КПВ-П, КПВ-Пн			КПВ-Пм			КПВБ		
	при сечении кабеля, мм²											
	1,0	1,5	2,5	1,0	1,5	2,5	1,0	1,5	2,5	1,0	1,5	2,5
24	364	487	777	447	577	890	460	591	909	634	781	1013
37	527	728	1167	620	832	1293	635	849	1314	825	1097	1603
52	735	1013	1624	845	1136	1777	864	1156	1802	1122	1438	2162
$37_э$ *	993	–	–	1118	–	–	1139	–	–	1399	–	–

* Кабели с полностью экранированными жилами.

Таблица 18.9. **Строительная длина кабелей КПВ, КПВБ, КПВ-П, КПВ-Пм и КПВ-Пн**

Марка	Строительная длина, м	Количество маломерных отрезков в общей длине партии кабеля, %
КПВ, КПВ-П, КПВ-Пн, КПВ-Пм	201 и более	Не менее 40
	101 – 200	Не более 40
КПВБ (за исключением кабелей с экранированными жилами)	35 – 100	Не более 20
	201 и более	Не менее 30
КПВ, КПВ-П, КПВ-Пн, КПВ-Пм, КПВБ с экранированными жилами	101 – 200	Не более 40
	35 – 100	Не более 30

Кабели в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ частотой 50 Гц в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции $150 \cdot 10^6$ Ом · км при относительной влажности воздуха 98% и температуре 40 °С.

Кабели механически прочны и устойчивы при воздействии вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 1 до 600 Гц с ускорением до 10 м/с², многократных ударов с ускорением 40 м/с² при длительности удара 2 – 10 мс, одиночных ударов с ускорением 150 м/с² при длительности удара 1 – 3 мс.

Кабели КПВ, КПВБ и КПВ-Пн устойчивы к воздействию относительной влажности воздуха 98% при температуре 35 °С, а кабели КПВ-П и КПВ-Пн – 80% при температуре до 40 °С. Максимальная температура, при которой эксплуатируются кабели КПВ, КПВ-Пн, КПВБ, – 70 °С, а кабели КПВ-П и КПВ-Пм – 40 °С. Минимальная температура кабелей всех марок при фиксированном монтаже – 50 °С, при монтажных и эксплуатационных изгибах на радиус не менее $5D$ – 20 °С. Кабели КПВ, КПВБ и КПВ-Пн устойчивы к смене температур от – 50 до + 70 °С.

Кабели управлении с ПЭ изоляцией в резиновой оболочке КУПР, КУПР-П, КУПР-Пн и КУПР-Пм используются для передачи электрических сигналов управления малой мощности переменного напряжения до 250 В частотой до 1000 Гц или постоянного напряжения до 350 В.

Кабели всех марок изготовляют с одинаковым числом жил сечением 0,35 – 1,5 мм² неэкранированными, частично или полностью экранированными. Все они имеют ПЭ изоляцию и резиновую оболочку; отличие состоит лишь в том, что кабели трех марок из четырех поверх оболочки имеют различную металлическую оплетку.

Токопроводящие жилы кабелей из отожженных медных проволок с ПЭ изоляцией соответствуют приведенным в табл. 18.10. Экранирующая оплетка по изоляции выполняется из медных луженых проволок диаметром не более 0,15 мм плотностью не менее 70%. Изолированные жилы скручивают в кабель с шагом, указанным в табл. 18.11. При скрутке полностью или частично экранированных жил между повивами накладывают обмотку полиамидной или ПЭТФ пленкой с перекрытием не менее 10%, а по наружному повиву кабелей всех типов – с перекрытием не менее 40% в направлении, противоположном направлению скрутки. Допускается обмотка пленкой между повивами и неэкранированных кабелей. На скрученные жилы, обмотанные пленкой, накладывают резиновую оболочку толщиной в соответствии с данными в табл. 18.12. – 18.14.

Внешний диаметр кабелей приведен в табл. 18.12 – 18.14, а расчетная масса – в табл. 18.15. Строительная длина указана в табл. 18.16.

Таблица 18.10. **Конструктивные данные токопроводящих жил и толщина ПЭ изоляции кабелей КПВ и КУПР**

S, мм²	$n \times d$, мм	Δ изоляции, мм			
		неэкранированных жил		экранированных жил	
		Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$
0,35	7 × 0,26	0,2	0,31	0,3	0,40
0,50	7 × 0,30	0,2	0,30	0,3	0,45
0,75	7 × 0,37	0,3	0,40	0,3	0,45
1,0	7 × 0,40	0,3	0,42	0,3	0,52
1,5	10 × 0,32	0,3	0,40	0,3	0,50

Примечание. Δ_{min} и $\Delta_{ном}$ – минимальная номинальная толщина оболочки.

Таблица 18.11. **Шаг скрутки изолированных жил кабелей КПВ**

Номер повива	Кратность шагов D при количестве повивов скрутки					
	1	2	3	4	5	6
I	14	25	25	25	25	25
II	–	14	18	18	18	18
III	–	–	14	16	16	16
IV	–	–	–	14	16	16
V	–	–	–	–	14	16
VI	–	–	–	–	–	14

Таблица 18.12. **Толщина оболочки и внешний диаметр неэкранированных кабелей КУПР, КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пн**

$n \times S$, мм²	Δ оболочки, мм		КУПР		КУПР-П КУПР-Пм	
	Δ_{min}	Δ_{max}	D, мм			
			D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
4 × 0,35	0,8	1,4	5,9	7,3	7,1	8,5
7 × 0,35	1,0	1,6	7,0	8,3	8,2	9,5
14 × 0,35	1,0	1,6	9,0	10,5	10,2	11,7
19 × 0,35	1,0	1,6	9,7	11,3	10,9	12,5
27 × 0,35	1,2	1,8	11,6	13,7	12,8	14,9
30 × 0,35	1,2	1,8	11,9	14,5	13,1	15,7
37 × 0,35	1,2	1,8	12,7	14,8	13,9	16,0
52 × 0,35	1,4	2,0	14,9	17,4	16,1	18,6
61 × 0,35	1,4	2,0	15,6	18,3	16,8	19,5
91 × 0,35	1,6	2,2	18,6	21,7	19,8	22,9
108 × 0,35	1,7	2,4	20,4	23,8	21,6	25,0

Продолжение табл. 18.12

$n \times S$, мм²	Δ оболочки, мм		КУПР		КУПР-П КУПР-Пм	
			D, мм			
	Δ_{min}	Δ_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
4 × 0,50	0,8	1,4	6,1	7,5	7,3	8,7
7 × 0,50	1,0	1,6	7,3	8,7	8,5	9,9
14 × 0,50	1,0	1,6	9,4	10,9	10,6	12,1
19 × 0,50	1,0	1,6	10,5	12,3	11,7	13,5
27 × 0,50	1,2	1,8	12,2	14,4	13,4	15,6
30 × 0,50	1,2	1,8	12,4	15,2	13,6	16,4
37 × 0,50	1,4	2,0	13,7	16,0	14,9	17,2
52 × 0,50	1,4	2,0	15,7	18,3	16,9	19,5
61 × 0,50	1,6	2,2	16,8	19,6	18,0	20,8
91 × 0,50	1,7	2,4	20,0	23,3	21,2	24,5
108 × 0,50	1,7	2,4	21,5	25,0	22,7	26,2
4 × 0,75	1,0	1,6	7,0	8,6	8,2	9,8
7 × 0,75	1,0	1,6	8,4	10,2	9,6	11,9
14 × 0,75	1,2	1,8	11,3	13,9	12,5	15,1
19 × 0,75	1,2	1,8	12,3	15,1	13,5	16,3
27 × 0,75	1,4	2,0	15,1	18,2	16,3	19,4
30 × 0,75	1,4	2,0	15,2	18,6	16,4	19,8
37 × 0,75	1,6	2,2	16,6	20,2	17,8	21,4
4 × 1,0	1,0	1,6	7,4	9,0	8,6	10,2
7 × 1,0	1,0	1,6	8,9	10,9	10,1	12,1
14 × 1,0	1,2	1,8	12,1	14,7	13,3	15,9
19 × 1,0	1,4	2,0	13,6	16,6	14,8	17,8
27 × 1,0	1,4	2,0	16,3	19,5	17,5	20,7
30 × 1,0	1,6	2,2	16,7	20,3	17,9	21,5
37 × 1,0	1,6	2,2	17,8	21,8	19,0	23,0
4 × 1,5	1,0	1,6	8,5	10,3	9,7	11,5
7 × 1,5	1,0	1,6	9,7	11,9	10,9	13,1
14 × 1,5	1,4	2,0	13,7	16,7	14,9	17,9
19 × 1,5	1,4	2,0	14,9	18,3	16,1	22,6
27 × 1,5	1,6	2,2	18,3	21,8	19,5	23,0
30 × 1,5	1,6	2,2	18,5	22,5	19,7	23,7
37 × 1,5	1,7	2,4	20,1	24,5	21,3	25,7

Примечание. D_{min} и D_{max} – минимальный и максимальный внешний диаметр.

Таблица 18.14. **Толщина оболочки и внешний диаметр частично экранированных кабелей КУПР, КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пи**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{оболочки}$, мм		КУПР		КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пи	
			D, мм			
	Δ_{min}	Δ_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
16/9э × 0,35	1,2	1,8	12,1	14,9	13,3	16,1
25/11э × 0,35	1,4	2,0	14,4	17,6	15,6	18,8
31/24э × 0,35	1,6	2,2	17,2	21,0	18,4	22,2
38/14а × 0,35	1,6	2,2	16,8	20,6	18,0	21,8
45/15э × 0,35	1,6	2,2	17,4	21,2	18,6	22,4
51/32э × 0,35	1,7	2,4	20,2	24,6	21,4	25,8
62/18э × 0,35	1,7	2,4	19,8	24,2	21,0	25,4
66/36э × 0,35	1,7	2,4	22,0	27,0	23,2	28,2
76/57э × 0,35	1,9	2,6	24,8	30,4	26,0	31,6
81/20э × 0,35	1,7	2,4	21,1	25,7	22,3	26,9
90/63э × 0,35	1,9	2,4	26,4	32,2	27,6	33,4
103/23э × 0,35	1,7	2,4	22,9	28,1	24,1	29,3
107/46э × 0,35	1,9	2,6	25,7	31,5	26,9	32,7
115/24э × 0,35	1,7	2,4	23,7	28,9	24,9	30,1
16/9э × 0,50	1,2	1,8	12,6	15,4	13,8	16,6
25/11э × 0,50	1,4	2,0	14,9	18,3	16,1	19,5
38/14э × 0,50	1,6	2,2	17,5	21,5	18,7	22,7
31/24э × 0,50	1,6	2,2	17,8	21,8	19,0	23,0
45/15э × 0,50	1,6	2,2	18,1	22,1	19,3	23,3
51/32э × 0,50	1,7	2,4	21,0	25,6	22,2	26,8
62/18э × 0,50	1,7	2,4	20,7	25,3	21,9	26,5
66/36э × 0,50	1,7	2,4	22,9	28,1	24,1	29,3
76/57э × 0,50	1,9	2,6	25,8	31,6	27,0	32,8
81/20э × 0,50	1,7	2,4	22,0	27,0	23,2	23,2
90/63э × 0,50	1,9	2,6	27,4	33,6	28,6	34,8
103/23э × 0,50	1,7	2,4	24,1	29,5	25,3	30,7
107/46э × 0,50	1,9	2,6	26,9	32,9	28,1	34,1
115/24э × 0,50	1,9	2,6	25,2	30,8	26,4	32,0

Таблица 18.13. **Толщина оболочки и внешний диаметр экранированных кабелей КУПР, КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пи**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{оболочки}$, мм		КУПР		КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пн	
			D, мм			
	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
4 × 0,35	1,0	1,6	7,7	9,3	8,9	10,5
7 × 0,35	1,0	1,6	8,9	11,0	10,1	12,2
14 × 0,35	1,2	1,8	12,0	14,9	13,2	16,1
19 × 0,35	1,4	2,0	13,5	16,8	14,7	18,0
27 × 0,35	1,6	2,2	16,2	20,0	17,4	21,2
30 × 0,35	1,6	2,2	16,6	20,4	17,8	21,6
52 × 0,35	1,7	2,4	20,8	26,0	22,0	27,2
4 × 0,50	1,0	1,6	8,0	9,8	9,2	11,0
7 × 0,50	1,0	1,6	9,2	11,8	10,4	13,0
14 × 0,50	1,2	1,8	11,4	15,4	12,6	16,6
19 × 0,50	1,4	2,0	13,9	17,3	15,1	18,5
27 × 0,50	1,6	2,2	16,9	20,7	18,1	21,4
30 × 0,50	1,6	2,2	17,3	21,1	18,5	22,9
37 × 0,50	1,7	2,4	18,4	22,6	19,6	23,8

$n \times S$, мм²	Δ оболочки, мм		КУПР		КУПР-П, КУПР-Пм, КУПР-Пн	
			D, мм			
	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
52 × 0,50	1,7	2,4	21,6	27,0	22,8	28,2
4 × 0,75	1,0	1,6	8,5	10,3	9,7	11,5
7 × 0,75	1,0	1,6	9,7	11,9	10,9	13,1
14 × 0,75	1,4	2,0	13,7	16,7	14,9	17,9
19 × 0,75	1,4	2,0	14,9	18,3	16,1	19,5
4 × 1,0	1,0	1,6	9,4	11,4	10,6	12,6
7 × 1,0	1,2	1,6	11,2	13,6	12,4	14,8
14 × 1,0	1,4	2,0	15,2	18,6	16,4	19,8
19 × 1,0	1,6	2,2	16,7	20,3	17,9	21,5
4 × 1,5	1,2	1,6	10,5	12,9	11,7	14,1
7 × 1,5	1,6	1,8	12,5	14,9	13,7	16,1
14 × 1,5	1,6	2,2	17,2	21,0	18,4	22,2
19 × 1,5	1,6	2,4	19,0	23,0	20,2	24,2

Таблица 18.15. **Масса кабелей КУПР-П, КУПР-Пи, КУПР-Пм, КУПР**

Число жил	КУПР-П и КУПР-Пн					КУРП-Пм					КУПР				
	g, кг/км, при *S*, мм²														
	0,35	0,50	0,75	1,0	1,5	0,35	0,50	0,75	1,0	1,5	0,35	0,50	0,75	1,0	1,5
4	103	110	141	157	190	111	118	148	165	200	58	65	92	103	134
7	132	143	183	217	265	140	150	192	228	276	85	128	150	197	132
14	194	216	300	346	466	205	227	312	358	481	134	155	226	268	372
19	224	253	372	445	568	235	261	387	460	584	164	190	283	352	471
27	300	340	489	623	779	312	352	504	641	798	227	266	392	517	655
30	315	362	520	642	838	328	376	536	661	859	242	286	425	524	713
37	360	428	627	740	995	374	442	645	760	1016	283	348	555	617	667
52	477	551	–	–	–	493	567	–	–	–	285	458	–	–	–
61	527	635	–	–	–	543	652	–	–	–	434	536	–	–	–
91	733	885	–	–	–	752	905	–	–	–	625	769	–	–	–
108	869	1021	–	–	–	890	1043	–	–	–	747	896	–	–	–
4э	168	175	194	222	275	178	186	203	233	286	106	113	130	154	207
7э	211	224	257	298	418	222	234	268	309	432	151	162	199	228	328
14э	348	371	453	534	745	361	385	468	550	765	271	294	259	435	627
19э	435	467	549	686	951	449	484	565	706	972	353	384	450	568	824
27э	590	636	–	–	–	607	654	–	–	–	492	535	–	–	–
30э	631	684	–	–	–	648	703	–	–	–	530	577	–	–	–
37э	732	813	–	–	–	750	833	–	–	–	623	702	–	–	–
52э	984	1067	–	–	–	1006	1090	–	–	–	856	937	–	–	–
16/9э	299	327	–	–	–	310	339	–	–	–	237	263	–	–	–
25/11э	404	443	–	–	–	417	456	–	–	–	328	366	–	–	–
31/24э	546	604	–	–	–	562	620	–	–	–	451	508	–	–	–
38/14э	578	644	–	–	–	594	664	–	–	–	483	532	–	–	–
45/15э	590	658	–	–	–	607	675	–	–	–	495	513	–	–	–
51/32э	785	867	–	–	–	803	886	–	–	–	681	761	–	–	–
62/18э	747	840	–	–	–	765	859	–	–	–	643	734	–	–	–
66/36э	920	1029	–	–	–	940	1050	–	–	–	806	907	–	–	–
76/57э	1176	1294	–	–	–	1198	1317	–	–	–	1048	1163	–	–	–
81/20э	874	991	–	–	–	894	1011	–	–	–	764	879	–	–	–
90/63э	1287	1456	–	–	–	1310	1481	–	–	–	1155	1313	–	–	–
103/23э	1033	1188	–	–	–	1054	1210	–	–	–	915	1061	–	–	–
107/46э	1272	1437	–	–	–	1295	1462	–	–	–	1141	1295	–	–	–
115/24э	1107	1304	–	–	–	1128	1326	–	–	–	987	1173	–	–	–

Таблица 18.16. **Строительная длина кабелей КУПР, КУПР-П, КУПР-Пи и КУПР-Пм**

Кабель	Число жил	Строительная длина, м	Количество маломерных отрезков от общей длины партии, %
С неэкранированными жилами	До 37	Более 101	Не менее 30
		51–100	Не менее 30
		21–50	Не более 40
	До 61	Более 161	Не менее 25
		121–160	Не менее 20
		61–120	Не менее 35
С полиостью и с частично экранированными жилами	91 и 108	31–60	Не более 20
		Более 44	Не менее 80
		21–43	Не более 20
		Более 61	Не менее 70
		10–60	Не более 30

Кабели в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях не менее $1 \cdot 10^6$ Ом · км. Кабели механически прочны и стойки к воздействию механических нагрузок в соответствии с ГОСТ 18404.0-78, выдерживают 50 циклов осевого кручения. Кабели эксплуатируются при температуре от +70 до −50 °С, допускается изгибание при −50 °С при радиусе изгиба, равном 5 *D*. Кабели стойки к воздействию относительной влажности 98% при температуре 40 °С, смене температур от +70 до −50 °С, к поражению плесневыми грибами, воздействию соляного тумана и динамическому воздействию пыли.

Кабели КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пи и КУПВ-Пм конструктивно и по назначению одинаковы с предыдущей группой кабелей (КУПР и др.), отличаются лишь тем, что применяют ПВХ оболочки вместо ПЭ, что меняет некоторые конструктивные размеры. Кабели всех марок изготовляются с одинаковым числом жил, неэкранированными, частично или полностью экранированными, но они ограничены сечениями 0,35 и 0,5 мм². Толщина применяемых ПВХ оболочек, внешний диаметр кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пн и КУПВ-Пм приведе-

ны в табл. 18.17 – 18.19, а масса – в табл. 18.20. Кабели поставляются длинами, указанными в табл. 18.21.

В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Сопротивление изоляции при обычных климатических условиях не менее $1 \cdot 10^6$ Ом · км. Кабели стойки к воздействию механических нагрузок: выдерживают 50 циклов осевого кручения на угол $\pm\pi$ рад/м и 100 знакопеременных перемоток при радиусе изгиба, равном 5 *D*. Стойкость к климатическим воздействиям одинакова со стойкостью предыдущей группы кабелей (КУПР и др.).

Многожильный облегченный кабель КУПКР-П эксплуатируется преимущественно в средах кислых и щелочных грунтов и морской воде на глубине до 50 м при переменном импульсном напряжении до 250 В частотой до 1000 Гц или постоянном напряжении до 350 В в условиях окружающей температуры от +70 до –50 °С.

Кабель изготовляют с ПЭ изоляцией в резиновой оболочке и металлической оплетке 12- и 37-жильными сечением 0,50 мм² и 27-жильными сечением 1,0 мм². Токопроводящие жилы соответствуют классу 4 по ГОСТ 22483-77. На жилы накладывают двойной слой ПЭ номинальной толщиной 0,25 мм (минимальная 0,2 мм) и капрона толщиной 0,1 мм. Общий диаметр изолированной жилы сечением 0,50 мм² составляет $1{,}6 \pm 0{,}1$ мм, а сечением 1,0 мм² – $2{,}0 \pm 0{,}1$ мм. Направление скрутки изоли-

Таблица 18.17. **Толщина оболочки и внешний диаметр неэкранированных кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм и КУПВ-Пи**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{оболочки}$, мм		КУПВ		КУПВ-П, КУПВ-Пм, КУПВ-Пн	
			D, мм			
	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
7 × 0,35	0,8	1,4	5,8	7,5	7,0	8,7
14 × 0,35	0,8	1,4	7,7	9,5	8,9	10,7
19 × 0,35	0,8	1,4	8,5	10,4	9,7	11,6
27 × 0,35	0,8	1,4	10,6	12,3	11,8	13,5
37 × 0,35	0,8	1,4	11,4	14,1	12,6	15,3
52 × 0,35	1,2	1,7	13,9	16,2	15,1	17,4
61 × 0,35	1,2	1,7	14,6	17,1	15,8	18,3
91 × 0,35	1,3	1,9	17,5	20,5	18,7	21,7
108 × 0,35	1,5	2,1	19,3	22,6	20,5	23,8
7 × 0,5	0,8	1,4	6,0	7,8	7,2	9,0
14 × 0,5	0,8	1,4	8,1	10,2	9,3	11,4
19 × 0,5	0,8	1,4	8,9	11,1	10,1	12,3
27 × 0,5	0,8	1,4	11,1	13,0	10,3	14,2
37 × 0,5	0,8	1,4	12,1	14,8	13,3	16,0
52 × 0,5	1,2	1,7	14,6	17,5	15,8	18,7
61 × 0,5	1,2	1,7	15,7	19,0	16,9	20,2
91 × 0,5	1,5	2,1	18,9	22,1	20,1	23,3
108 × 0,5	1,5	2,1	20,4	23,8	21,6	25,0

Таблица 18.18. **Толщина оболочки и внешний диаметр экранированных кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм и КУПВ-Пи**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{оболочки}$, мм		КУПВ		КУПВ-П, КУПВ-Пм, КУПВ-Пн	
			D, мм			
	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
7 × 0,35	0,8	1,4	7,6	10,1	8,8	11,3
14 × 0,35	0,8	1,4	10,7	13,4	11,9	14,6
19 × 0,35	0,8	1,4	11,9	14,9	13,1	16,1
27 × 0,35	1,2	1,7	15,2	18,3	16,4	19,5
37 × 0,35	1,3	1,9	16,6	20,6	17,8	21,8
52 × 0,35	1,5	2,1	19,7	24,7	20,9	25,9
7 × 0,50	0,8	1,4	7,9	10,4	9,1	11,6
14 × 0,50	0,8	1,4	11,2	13,9	12,4	15,1
19 × 0,50	1,2	1,7	12,9	16,0	14,1	17,2
27 × 0,50	1,2	1,7	15,9	19,1	17,1	20,3
37 × 0,50	1,3	1,9	17,2	21,4	18,5	22,6
52 × 0,50	1,5	2,1	20,5	25,6	21,7	26,8

Таблица 18.19. **Толщина оболочки и внешний диаметр частично экранированных кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм, КУПВ-Пи**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{оболочки}$, мм		КУПВ		КУПВ-П, КУПВ-Пм, КУПВ-Пн	
			D, мм			
	Δ_{min}	Δ_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}
16/9э × 0,35	0,8	1,4	10,9	13,3	12,1	14,5
25/11з × 0,35	0,8	1,4	13,3	16,3	14,5	17,5
31/24з × 0,35	1,2	1,7	16,1	19,7	17,3	20,9
38/14з × 0,35	1,2	1,7	15,4	18,8	16,6	20,0
45/15з × 0,35	1,2	1,7	16,3	19,9	17,5	21,1
51/32э × 0,35	1,5	2,1	18,7	22,9	19,9	24,1
62/18э × 0,35	1,3	1,9	18,4	22,4	19,6	23,6
66/36э × 0,35	1,5	2,1	21,0	25,6	22,2	26,8
76/57з × 0,35	1,5	2,1	23,4	28,6	24,6	29,8
81/20э × 0,35	1,5	2,1	20,0	24,4	21,2	25,6
90/63э × 0,35	1,7	2,3	25,3	30,9	26,5	32,1
103/23з × 0,35	1,5	2,1	21,9	26,7	23,1	27,9
107/46э × 0,35	1,7	2,3	24,7	30,1	26,9	31,3
115/24э × 0,35	1,5	2,1	22,6	27,6	23,8	28,8
16/9э × 0,50	0,8	1,4	11,3	13,9	12,5	15,1
25/11э × 0,50	1,2	1,7	13,9	16,9	15,1	18,1
31/24з × 0,50	1,2	1,7	16,7	20,5	17,9	21,7
38/14з × 0,50	1,2	1,7	16,5	20,1	17,7	21,3
45/15э × 0,50	1,3	1,9	17,0	20,8	18,2	22,0
51/32э × 0,50	1,5	2,1	19,9	24,3	21,1	25,5
62/18э × 0,50	1,5	2,1	19,6	24,0	20,8	25,2
66/36э × 0,50	1,5	2,1	21,9	26,7	23,1	27,9
76/57э × 0,50	1,7	2,3	24,7	30,3	25,9	31,5
81/20э × 0,50	1,5	2,1	21,0	25,6	22,2	26,8
90/63э × 0,50	1,7	2,3	26,4	32,2	27,6	33,4
103/23э × 0,50	1,5	2,1	22,9	28,1	24,1	29,3
107/46э × 0,50	1,7	2,3	25,8	31,6	27,0	32,8
115/24э × 0,50	1,7	2,3	24,1	29,5	25,3	30,7

Таблица 18.20. **Масса кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм и КУПВ-Пи**

Число жил	КУПВ		КУПВ-П, КУПВ-Пм КУПВ-Пи			
	g, кг/км, при *S*, мм²					
	0,35	0,50	0,35	0,50	0,35	0,50
7	68	79	114	125	122	133
14	113	134	174	195	158	205
19	141	168	201	229	212	239
27	192	228	256	296	268	308
37	242	292	314	368	326	381
52	343	412	424	500	438	515
61	390	473	477	565	492	582
91	573	712	676	825	695	845
108	684	839	802	956	822	977
7э	129	140	191	211	202	211
14э	230	251	297	324	308	336
19э	295	342	369	420	382	434
27э	426	466	518	563	531	579
37э	569	627	670	735	688	753
52э	791	870	910	997	931	1019
16/9э	199	223	259	284	270	294
25/11э	270	325	345	401	358	414
38/14э	389	443	469	536	483	553
31/24э	421	467	501	561	515	577
45/15э	432	512	515	607	529	623
51/32э	651	701	749	805	765	823
62/18э	569	674	666	778	683	796
66/36э	745	841	851	952	878	972
76/57э	955	1088	1073	1216	1094	1238
81/20э	703	815	808	925	826	945
90/63э	1102	1233	1231	1366	1254	1389
103/23э	848	991	960	1109	980	1130
107/46э	1065	1216	1193	1348	1216	1371
115/24э	919	1099	1036	1226	1057	1249

Таблица 18.21 **Строительная длина кабелей КУПВ, КУПВ-П, КУПВ-Пм и КУПВ-Пи**

Кабель	Длина, м	Количество от общей длины партии, %
С неэкранированными жилами	Более 201	Не менее 70
	21–200	Не более 30
С экранированными и частично экранированными жилами	Более 201	Не менее 50
	10–200	Не более 50

рованных жил первого внутреннего повива – правое, остальных – левое. Кратность шагов скрутки внутренних повивов не более 20 *D*, наружного не более 14 *D*. Поверх наружного повива скрученных жил накладывают обмотку полиамидной или ПЭТФ лентой с перекрытием 50+10%. Допускается такая же обмотка между повивами. По наружной обмотке накладывают оболочку из резины ШНН-45У толщиной согласно табл. 18.22 и оплетку стальными нержавеющими проволоками диаметром 0,30 мм. Внешний диаметр кабелей, диаметр по оболочке и их масса указаны в табл. 18.22. Строительные длины кабелей в поставляемых партиях:

50 м и более, %, не менее 60
30–50 м, %, не более 30
10–30 м, %, не более 10

По соглашению между заказчиком и изготовителем допускается поставка любыми длинами.

Электрическое сопротивление изоляции токопроводящих жил в нормальных климатических условиях не менее $1 \cdot 10^6$ Ом·км, при 70 °С и при смене температур – $0{,}1 \cdot 10^6$ Ом·км. Кабели выдерживают при температуре –40 °С не менее 100 циклов перемоток с барабана на барабан и с барабана в бухту внутренним диаметром 120 мм кабелей сечением 12 × 0,50 мм² и 170 мм кабелей сечением 37 × 0,50 и 27 × 1,0 мм². Они выдерживают также не менее 50 осевых кручений на угол $\pm 2\pi$ рад на длине 2 м. Уровень звукового давления 160 дБ.

Кабель управления с ПЭ изоляцией, в резиновой оболочке КУПР-500 предназначен для гибкого соединения электрических устройств в цепях управления в полевых условиях при переменном напряжении до 500 В частотой до 1000 Гц или постоянном напряжении до 700 В, при температуре окружающей среды от –50 до +65 °С, относительной влажности 98% при температуре 40 °С и при возможном воздействии грунтовых и почвенных вод, не содержащих агрессивных веществ по отношению к резиновой оболочке. Кабели изготовляют неэкранированными, частично или полностью

Таблица 18.22. **Конструктивные данные кабеля КУПКР-П**

n × *S*, мм²	$\Delta_{\text{оболочки}}$, мм		Диаметр кабеля по оболочке, мм	*D*, мм		*g*, кг/км
	Δ_{min}	$\Delta_{\text{ном}}$		D_{min}	$D_{\text{ном}}$	
12 × 0,50	1,2	1,4	9,7 ± 0,9	10,0	11,8	183
37 × 0,50	1,3	1,5	14,6 ± 1,4	14,4	17,2	404
27 × 1,00	1,4	1,6	15,9 ± 1,5	15,6	18,6	507

Таблица 18.23. **Конструктивные данные неэкранированных, экранированных и частично экранированных кабелей КУПР-500**

$n \times S$, мм²	$\Delta_{из}$ изоляции, мм		Δ оболочки, мм		D, мм		g, кг/км
	$\Delta_{из\,min}$	$\Delta_{из,ном}$	Δ_{min}	Δ_{min}	$D_{ном}$	D_{max}	
26 × 1,0	0,35	0,50	2,0	2,5	17,6	21,6	637
36 × 1,0			2,0	2,5	18,8	23,8	768
26/136 × 1,0	0,35	0,50	2,0	2,5	19,5	23,5	803
36/186 × 1,0			2,0	2,5	20,9	25,9	983
7э × 1,0			1,6	2,0	11,7	14,8	301
14э × 1,0					16,1	20,3	565
19э × 1,0					17,7	22,2	708
27э × 1,0	0,35	0,50	2,0	2,5	20,4	25,8	947
30э × 1,0					21,3	26,6	1026
37э × 1,0					22,9	28,4	1217
52э × 1,0					26,5	32,8	1633
7э × 1,5			1,6	2,0	12,9	16,0	368
14э × 1,5			2,0		17,9	22,1	695
19э × 1,5	0,40	0,55	2,0		19,7	24,2	879
27э × 1,5			2,0	2,5	23,1	28,2	1185
30э × 1,5			2,0		23,9	29,1	1289
37э × 1,5			2,5		25,7	31,2	1537
7э × 2,5			1,6	2,0	15,0	17,8	487
14э × 2,5					21,0	24,8	915
19э × 2,5	0,50	0,60	2,0	2,5	23,2	27,2	1140
27э × 2,5					27,4	32,0	1617
30э × 2,5					28,4	33,0	1766
37э × 2,5					30,6	35,4	2119

экранированными. Число жил и их сечения указаны в табл. 18.23.

Токопроводящие жилы – медные, класса 4 по ГОСТ 22483-77, с изоляцией ПЭнд толщиной согласно табл. 18.23. Токопроводящие жилы оплетают медными лужеными проволоками диаметром 0,12–0,15 мм. Изолированные жилы (неэкранированные и экранированные) скручивают в кабель концентрическими повивами, в каждом из которых две смежные жилы отличаются по цвету друг от друга и от остальных жил данного повива. Кратность шагов скрутки: первого повива не более 25 D, других внутренних повивов не более 18 D, а наружного повива не более 14 D. 26- и 36-жильные кабели скручивают вокруг сердечника из резины или другого равноценного материала. В кабелях с частично экранированными жилами экранированные и неэкранированные жилы располагают через одну. Скрученные жилы обматывают полиамидной или ПЭТФ лентой с перекрытием 50% и прорезиненной тканевой лентой с перекрытием 20% в направлении, противоположном направлению скрутки. На кабели накладывают оболочку из резины типа РШМ-2 толщиной, указанной в табл. 18.23.

В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 2,5 кВ частотой 50 Гц. Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях – не менее $1 \cdot 10^6$ Ом·км, при +65 °С – не менее $1 \cdot 10^6$ Ом·км. Кабели выдерживают 1000 изгибов на угол ±90° при радиусе изгиба, равном 4 D, воздействие многократных ударов с ускорением до 40 м/с², воздействие внешнего гидравлического давления 0,19 МПа в течение 30 мин, вибрационные нагрузки частотой от 1 до 600 Гц с ускорением 10 м/с², одиночные ударные нагрузки с ускорением 150 м/с².

Кабели стойки к воздействию соляного тумана, повышенной концентрации озона 0,0015% в течение 5 ч.

18.4. КАБЕЛИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ПВХ ПЛАСТИКАТА

Гибкий кабель с изоляцией из ПВХ пластиката КГВВ предназначен для монтажа цепей управления и местного освещения на станках и других механизмах при переменном напряжении до 660 В частотой 50 Гц или постоянном напряжении 1000 В при окружающей температуре от –40 до +50 °С и относительной влажности до 98% при температуре 20 °С. Кабели изготовляют с жилами сечением от 0,5 до 6 мм² с числом жил от 3 до 70 (табл. 18.24).

Токопроводящие жилы скручивают из медных проволок по конструкции класса 2 сечением 0,75–1,5 мм², класса 3 сечением 6 мм² и класса 4 сечением 0,5; 2,5 и 4 мм² по ГОСТ 22483-77. Жилы изолируют ПВХ пластикатом. Толщина изоляции соответствует категории ИП-3 по ГОСТ 23286-78, за исключением сечения 1,0 мм², для которого

Таблица 18.24. **Внешний диаметр (максимальный) и масса кабелей управления КГВВ**

Число жил	*D*, мм, при *S*, мм²							*g*, кг/км, при *S*, мм²						
	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6
3	7,6	8,2	8,6	–	–	–	–	52	65	74	–	–	–	–
4	8,3	8,9	10,1	10,9	12,2	14,3	15,8	64	79	103	146	204	293	392
5	9,0	10,3	10,8	–	–	–	–	76	104	122	–	–	–	–
7	10,4	11,1	11,7	12,7	14,8	16,9	–	108	132	154	227	336	468	–
10	12,8	13,7	15,1	–	–	–	–	146	182	224	–	–	–	–
14	13,8	15,2	16,3	17,7	20,8	–	–	188	247	291	429	648	–	–
19	15,6	16,8	18,0	–	–	–	–	250	315	372	–	–	–	–
24	18,1	19,4	21,5	–	–	–	–	309	390	486	–	–	–	–
30	19,1	20,6	22,6	–	–	–	–	368	469	581	–	–	–	–
37	20,5	22,8	24,4	–	–	–	–	439	586	695	–	–	–	–
44	23,6	25,4	27,7	–	–	–	–	541	687	838	–	–	–	–
52	24,6	26,7	29,0	–	–	–	–	620	792	966	–	–	–	–
61	26,0	28,5	30,6	–	–	–	–	709	930	1107	–	–	–	–
70	–	–	33,5	–	–	–	–	–	–	1261	–	–	–	–

установлена толщина 0,6 мм. Изолированные жилы скручивают концентрическими повивами, допускается обмотка внутренних повивов кабелей лентой из пластмассовой пленки. Изоляция жил имеет следующую расцветку: во всех кабелях одна жила, предназначенная для заземления, – желто-зеленого цвета; рабочие жилы сечением от 0,5 до 1,0 мм² имеют один цвет – красный или синий; рабочие жилы сечением от 1,5 до 6 мм² – черного цвета. По соглашению сторон допускается расцвечивание жил в другом порядке. Скрученные изолированные жилы обматывают лентой из полиамидной или ПЭТФ пленки. На скрученные и обмотанные жилы накладывают ПВХ оболочку толщиной в соответствии с категорией Обп-2 по ГОСТ 23286-77. Внешний диаметр и масса кабелей КГВВ приведены в табл. 18.24.

Кабели поставляются длинами не менее 100 м. Допускается поставка отрезков длиной не менее 10 м в количестве не более 20% партии.

Изолированные жилы испытывают переменным напряжением на АСИ по категории ЭИ-2 по ГОСТ 23286-77. В готовом виде кабели испытывают напряжением 2,5 кВ в течение 5 мин. Электрическое сопротивление изоляции жил не менее $6 \cdot 10^6$ Ом·км.

Кабели управления гибкие шахтные КГШ предназначены для присоединения устройств дистанционного управления, автоматики и контроля в шахтах к электрическим сетям при напряжении 127 В частотой 50 Гц при окружающей температуре от –30 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 98% при температуре до 40 °С.

Кабели изготовляют сечением 1,5 мм² с числом жил от 6 до 36. Токопроводящую жилу изготовляют из медных проволок

Таблица 18.25. **Группировка жил при скрутке кабелей КГШ**

Число жил	Число жил в группе	Число групп в кабеле
15	3	5
18	3	6
24	4	6
30	5	6
36	6	6

класса 5 по ГОСТ 22483-77. Жилы изолируют ПВХ пластикатом толщиной 0,8 мм. Предельное отклонение от толщины изоляции $^{+15}_{-10}$%. Изолированные жилы в кабелях с числом жил 6, 8, 10 и 12 скручивают одним повивом вокруг упрочняющего сердечника из лавсановых или равноценных синтетических нитей. Изолированные жилы в кабелях с числом жил более 12 скручивают в соответствии с табл. 18.25. Допускается покрытие сердечника ПВХ пластикатом.

В повиве и каждой группе жил имеется счетная пара жил, отличающихся друг от друга и от остальных жил цветом изоляции или маркировкой. На скрученные 6–12 жил накладывают ПВХ оболочку толщиной 2,5 мм, на кабели с числом жил более 12–3,0 мм. Допуск на толщину оболочки $^{+25}_{-20}$%. Жилы кабелей при разделке должны отделяться друг от друга, от оболочки и сердечника. Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 18.26.

Строительная длина кабелей – не менее 150 м. Допускается поставка длиной не менее 20 м в количестве не более 20% партии.

Изолированные жилы испытывают на АСИ переменным напряжением 1,0 кВ частотой 50 Гц. В готовом виде кабели испытывают переменным напряжением 1,0 кВ, частотой 50 Гц в течение 5 мин.

Таблица 18.26. **Номинальный внешний диаметр и масса кабелей КГШ**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, к/км
6 × 1,5	14,6	291
8 × 1,5	17,1	399
10 × 1,5	19,5	513
12 × 1,5	21,5	622
15 × 1,5	24,7	823
18 × 1,5	26,9	978
24 × 1,5	29,4	1201
30 × 1,5	32,4	1454
36 × 1,5	35,3	1779

Кабели устойчивы к воздействию деформаций изгиба с кручением. Разрывное усилие, которое выдерживают кабели при испытании на разрыв, приведено ниже.

Число жил в кабеле	6	8	10	12	15
Разрывное усилие, Н	1960	2450	2940	3920	4900
Число жил в кабеле	18	24	30	36	
Разрывное усилие, Н	5880	6800	7840	8820	

Кабели с ПВХ изоляцией в ПВХ оболочке КУГВВ, КУГВЭВ и КУГВВЭ, предназначенные для фиксированного монтажа цепей управления и контроля, эксплуатируются при переменном напряжении 380 В или постоянном 500 В при температуре от −40 до +60 °С и относительной влажности 98% при 40 °С.

Кабели изготовляют сечением 0,35 и 0,50 мм² с числом жил от 7 до 61. Токопроводящие жилы скручивают из медных проволок по конструкции класса 5 по ГОСТ 22483-77 с ПВХ изоляцией толщиной 0,6–0,2 мм. Экранированные жилы оплетают медной проволокой ∅ 0,15 мм плотностью не менее 70%. Соответствующее число изолированных жил скручивают в кабель.

В кабелях КУГВЭВ применяют экранирование жил. По внутренним повивам кабеля допускают обмотку пластмассовой лентой. В повивах применяют счетные пары жил голубого или синего цвета, а во внешнем повиве рядом с ней – направляющую жилу красного или розового цвета. Скрученные в кабель жилы обматывают полиамидной, лавсановой или ПВХ лентой и накладывают оболочку из ПВХ пластиката толщиной, приведенной в табл. 18.27, с допускаемым отклонением до −15%. В кабеле КУГВВЭ скрученные жилы обматывают алюминиевой лентой толщиной 0,15–0,20 мм. Под экраном продольно подпускают медную проволоку

Таблица 18.27. **Толщина ПВХ оболочки, мм, кабелей КУГВВ, КУГВЭВ и КУГВВЭ**

D, мм	КУГВВ, КУГВЭВ	КУГВВЭ
До 10	1,3	1,5
10–15	1,5	2,0
15–20	1,8	2,3
20–25	2,0	2,5
Свыше 25	2,2	2,8

Таблица 18.28. **Внешний диаметр кабелей КУГВВ, КУГВЭВ и КУГВВЭ**

Число жил	КУГВВ	КУГВЭВ	КУГВВЭ	КУГВЭВ	КУГВВЭ
	D, мм, при S, мм²				
	0,35			0,5	
7	8,7	10,2	9,4	10,5	9,7
14	11,6	14,2	12,3	14,7	12,7
24	15,1	18,9	16,4	19,5	17,0
37	17,1	21,4	18,4	22,1	19,7
61	21,7	–	23,0	–	23,9

Таблица 18.29. **Масса кабелей КУГВВ, КУГВЭВ и КУГВВЭ**

Число жил	КУГВВ	КУГВЭВ	КУГВВЭ	КУГВЭВ	КУГВВЭ
	g, кг/км, при S, мм²				
	0,35			0,5	
7	94	152	115	165	128
14	161	288	189	312	213
24	265	486	322	528	364
37	373	695	437	757	524
61	602	–	682	–	783

Таблица 18.30. **Строительная длина кабелей КУГВВ, КУГВЭВ и КУГВВЭ в процентах от партии**

Длина, м	КУГВВ	КУГВЭВ	КУГВВЭ
100 и более, не менее	80	50	70
3–100, не более	20	30	20
10–30, не более	–	20	10

диаметром 0,4–0,6 мм или многопроволочную медную жилу сечением 0,2–0,35 мм². Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 18.28 и 18.29. Кабели поставляют отрезками длинами, указанными в табл. 18.30. Изолированные жилы испытывают переменным напряжением 4 кВ на АСИ. В готовом виде кабели испытывают напряжением 2 кВ в течение 5 мин. Сопротивление изоляции – не менее $5 \cdot 10^6$ Ом·км.

18.5. КАБЕЛИ С НАГРЕВОСТОЙКОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабели с фторопластовой изоляцией (Ф-4) в усиленной резиновой оболочке, предназначенные для передачи электрических сигналов управления малой мощности переменным напряжением до 250 В частотой 1000 Гц или постоянным напряжением до 350 В, изготовляют с неэкранированными жилами, с частично или полностью экранированными жилами (КУДФРУ) или в общем экране (КУДФЭРУ) в соответствии с табл. 18.31.

Токопроводящие жилы скручивают из медных проволок по конструкции класса 4. Толщина изоляции жил указана в табл. 18.32. Изолированные жилы оплетают луженными медными проволоками диаметром не более 0,12 мм плотностью не менее 70%. Жилы скручивают в кабель с шагом согласно табл. 18.33 в одном направлении. Между повивами кабелей с экранированными или с частично экранированными жилами и поверх наружного повива всех кабелей жилы обматывают лентой Ф-4 с перекрытием в направлении, противоположном направлению скрутки жил. Допускается обмотка с зазором лентой Ф-4 между повивами кабелей с неэкранированными жилами. Скрученные в кабель изолированные жилы оплетают луженными медными проволоками диаметром 0,8 мм плотностью не менее 70% и обматывают лентой Ф-4 с перекрытием. Поверх обмотки лентами накладывают внутреннюю резиновую оболочку, оплетают лавсановыми нитями плотностью не менее 90% и внешнюю резиновую оболочку. Внешний диаметр и масса кабелей КУДФРУ и КУДФЭРУ приведены в табл. 18.34.

Таблица 18.31. **Число и номинальное сечение жил кабелей КУДФРУ и КУДФЭРУ**

Марка	S, мм²	Число жил	
		неэкранированных	экранированных
КУДФРУ	0,20; 0,35; 1; 5	1, 7(12), 19, 27, 37, 52	–
	0,35	–	3, 7(12)
	1	61	–
КУДФЭРУ	0,20; 0,35	3, 7(12), 19, 27, 37, 52	–

Таблица 18.32. **Толщина фторопластовой изоляции жил кабелей КУДФРУ и КУПФЭРУ**

S, мм²	Δ изоляции жил, мм			
	неэкранированных		экранированных	
	номинальная	минимальная	номинальная	минимальная
0,20	0,30	0,25	0,40	0,35
0,35	0,31	0,25	0,41	0,35
1,0	0,40	0,30	–	–
1,5	0,40	0,30	–	–

Таблица 18.33. **Шаг скрутки жил в кабели КУДФРУ и КУДФЭРУ**

Номер повива	Кратность шагов скрутки, не более, при общем количестве повивов					
	1	2	3	4	5	6
1	14	25	25	25	25	25
2	–	14	18	18	18	18
3	–	–	14	16	16	16
4	–	–	–	14	16	16
5	–	–	–	–	14	16
6	–	–	–	–	–	14

Таблица 18.34. **Внешний диаметр и масса кабелей КУДФРУ и КУДФЭРУ**

Число жил	КУДФРУ				КУДФЭРУ		КУДФРУ				КУДФЭРУ	
	D, мм, при S, мм²						g, кг/км, при S, мм²					
	0,20	0,35	1,0	1,5	0,20	0,35	0,20	0,35	1,0	1,5	0,20	0,35
3	8,5	9,0	–	11,3	9,4	9,8	82	94	–	167	107	119
7	9,5	10,1	–	13,7	10,4	11,0	110	130	–	284	139	162
19	12,1	13,5	–	19,1	13,6	14,8	191	252	–	610	253	315
27	14,1	15,5	–	22,4	15,3	16,5	256	331	–	835	321	396
37	15,3	16,7	–	24,9	16,3	18,1	315	405	–	1084	380	493
52	17,1	19,2	–	28,8	18,9	21,0	399	540	–	1487	522	679
61	–	–	27,5	–	–	–	–	–	1268	–	–	–
9/7э	12,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	198	–
12/8э	13,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	234	–
16/9э	14,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	265	–
21/11э	15,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	319	–
26/12э	16,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	350	–
32/13э	16,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	389	–
54/17э	19,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	543	–
62э	14,4	15,4	–	–	–	–	–	–	–	–	267	322

Таблица 18.35. **Конструктивные данные кабеля КУС**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	$\Delta_{из.min}$ изоляции, мм		Δ оболочки, мм		D, мм	g, кг/км
		$\Delta_{из,ном}$	Δ_{min}	$\Delta_{ном}$	Δ_{min}		
1 × 0,50	(7 × 6) × 0,12	1,0	0,95	1,0	0,75	5,64 ± 0,3	41,8
1 × 0,50	(7 × 6) × 0,12	1,0	0,95	1,0	0,75	8,6 ± 0,4	98,5
+7 × 0,12	15 × 0,10	0,5	0,45				

Кабели поставляют длинами не менее 15 м. Допускается поставка отрезками длиной 7,5 м в количестве не более 20 % партии. По соглашению сторон допускается поставка кабелей другими длинами.

Кабели в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Электрическое сопротивление изоляции не менее $1000 \cdot 10^6$ Ом·км.

Кабели устойчивы к перегибам на угол ±180°, выдерживают 100 перегибов по радиусу 5 D и 10 перегибов по радиусу 3 D, устойчивы к внешнему гидравлическому давлению, равному при одноразовом воздействии в течение 3 с 1,47 МПа и при воздействии 8 циклов в течение 48 ч 0,5 МПа. Кабели стойки к многократным ударным нагрузкам с максимальным ускорением 150 м/с² и к линейным нагрузкам с ускорением 100 м/с². Температура эксплуатации −50÷+65 °С.

Кабели устойчивы к воздействию температуры 400 °С в течение 2 мин при переменном напряжении 100 В частотой 1000 Гц и к ряду других механических и климатических воздействий.

Кабель для электротехнических аппаратов КУС предназначен для передачи высокочастотной энергии переменным напряжением до 1000 В частотой до 2 МГц и сигналов управления переменным напряжением до 5 В частотой 50 Гц от хирургического аппарата к электроножу.

Кабели изготовляют восьмижильными (одна основная и семь вспомогательных) сечением 1 × 0,5 + 7 × 0,12 мм² и одножильными сечением 0,5 мм². Токопроводящие жилы скручивают из посеребренных медных проволок по конструкции в соответствии с табл. 18.35. Жилы сечением 0,12 мм² изолируют кремнийорганической резиной согласно табл. 18.33. Жилы сечением 0,5 мм² поверх изоляций оплетают посеребренной медной проволокой диаметром 0,10 мм плотностью 70−85 %.

Экранирующую оплетку обматывают ориентированной лентой Ф-4. В восьмижильном кабеле изолированные жилы сечением 0,12 мм² скручивают концентрическими повивами вокруг центральной жилы сечением 0,5 мм², обматывают ориентированной лентой Ф-4 и накладывают оболочку из цветной кремнийорганической резины. Толщина оболочки, номинальный внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 18.35. Резиновая оболочка имеет голубой или светло-зеленый цвет. В готовом виде кабели сечением 0,5 мм² испытывают переменным напряжением 5 кВ, сечением 0,12 мм² − 1,5 кВ в течение 1 мин.

Электрическое сопротивление изоляции в нормальных климатических условиях не менее $500 \cdot 10^6$ Ом·м, после многократной стерилизации воздушным методом − не менее $50 \cdot 10^6$ Ом·м, а при температуре 125 °С − не менее $100 \cdot 10^6$ Ом·м.

Электрическая емкость экранированной жилы сечением 0,5 мм² 155±20 пФ/м. Кабель выдерживает не менее 1000 изгибов на угол $\pm\pi/2$ рад по радиусу, равному 5 D кабеля.

Кабели устойчивы к воздействию температуры в диапазоне от −60 до +125 °С и к смене температуры в этом диапазоне, а также к воздействию относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 40 °С.

РАЗДЕЛ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

РАДИОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ

19.1. НОМЕНКЛАТУРА

Радиочастотные кабели предназначены для соединения передающих и приемных антенн с радио- и телевизионными стациями, различных радиочастотных установок, межприборного и внутриприборного монтажа радиотехнических устройств, работающих на частотах выше 1 МГц.

Радиочастотные кабели изготовляются и поставляются по ГОСТ 11326.0-78, соответствующий СТ СЭВ 1100-78 в части классификации и размерных рядов, технических требований, методов испытаний, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения, и публикации МЭК 96-1.

Кабели разделяют на три типа:

РК – радиочастотные коаксиальные кабели;

РД – радиочастотные симметричные кабели, двухжильные или из двух коаксиальных пар;

РС – радиочастотные кабели со спиральными проводниками, коаксиальные и симметричные.

Кабели по конструктивному выполнению изоляции разделяют на три группы:

кабели со сплошной изоляцией, в которых все пространство между внутренним и внешним проводниками коаксиального кабеля или между токопроводящими жилами и экраном симметричного кабеля заполнено сплошной изоляцией или изоляционными лентами, наложенными в виде обмотки;

кабели с воздушной изоляцией, в которых на внутреннем проводнике коаксиального или на жилах симметричного кабеля через определенный интервал нанизаны шайбы или колпачки из изоляционного материала, или обмотаны корделем, которые образуют изоляционный каркас между внутренним и внешним проводниками коаксиального или между жилами симметричного кабеля и их экраном, заполненный воздухом;

кабели с полувоздушной изоляцией, в которых сплошная трубка или слой из лент изоляционного материала расположены поверх или под изоляционным каркасом между внутренним и внешним проводниками коаксиального или на каждой жиле симметричного кабеля.

К воздушной изоляции относят также пористо-пластмассовую изоляцию, изоляцию в виде шлицованной трубки и баллонную. Радиочастотные коаксиальные кабели имеют номинальное волновое сопротивление 50; 75; 100; 150 и 200 Ом, радиочастотные спиральные кабели (со спиральными проводниками) – 50; 75; 100; 150; 200; 400; 800; 1600 и 3200 Ом и симметричные кабели – 75; 100; 150; 200 и 300 Ом. Допускается изготовление кабеля с волновым сопротивлением менее 50 Ом (6; 9,5; 12,5; 19,0; 25,0 и 37,5 Ом).

Номинальный диаметр изоляции коаксиального кабеля, коаксиальных пар симметричного кабеля и размеры по заполнению или скрутке симметричного кабеля приняты равными: 0,60; 0,87; 1,0; 1,5; 2,2; 2,95; 3,7; 4,6; 4,8; 5,6; 7,25; 9,0; 11,5; 13,0; 17,3; 24,0; 33,0; 44,0; 60,0 и 75,0 мм. Допускается разработка и изготовление кабелей диаметром меньше 0,6 мм. В кабелях с гофрированным внешним проводником диаметр по изоляции принимается равным наименьшему внутреннему диаметру гофра. Номинальный диаметр сердечника кабеля со спиральным внутренним проводником равен 3,0 или 7,0 мм. Допускаются кабели с сердечником других диаметров, указываемые в стандартах и технических условиях на кабели.

В зависимости от номинального диаметра по изоляции коаксиальные кабели разделяют на четыре группы: субминиатюрные – диаметром до 1,0 мм, миниатюрные – от 1,5 до 2,95 мм, среднегабаритные – от 3,7 до 11,5 мм и крупногабаритные – более 11,5 мм.

По нагревостойкости кабели разделяют на три категории: обычной – для работы при температурах до 125 °С, повышенной – для работы при 125–250 °С и высокой – для работы при температурах свыше 250 °С.

Марка кабеля состоит из букв, обозначающих тип кабеля (РК, РС и РД), и трех чисел, разделенных черточками. Первое число обозначает номинальное волновое сопротивление, второе – номинальный диаметр изоляции коаксиального кабеля, номинальный диаметр сердечника спирального кабеля и наибольший размер по заполнению или по скрутке симметричного кабеля, третье – двух- или трехзначное число, первая цифра которого обозначает группу изоляции и категорию ее нагревостойкости, а последующие – порядковый номер разработки.

Таблица 19.1. Основные марки выпускаемых радиочастотных кабелей

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
	Коаксиальные	
КПТА (35 8871 0301)	Телевизионный для абоиентских отводов	ТУ 16.705.125-79
КПТМ (35 8872 0701)	Телевизионный магистральный	То же
РК-50 * (135 8812 3208)	С одиопроволочным медиым внутрениим проводиикоы с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.822-82
РК50-0,6-21 (35 8838 6105)	С семипроволочным медиым внутрениим проводиикоы со сплошной изоляпией Ф-4 без оболочки	ТУ 16.505.219-82
РК50-0,6-22 (35 8835 6105)	То же в оболочке Ф-4	ТУ 16.505.219-82
РК50-1-11 (35 8811 1302)	С однопроволочным посеребреиным медиым виутрениим проводником со сплошной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.60-79
РК50-1-12 (35 8811 1303)	То же с луженымн медиыми внутреиним и внешиим проводниками	ГОСТ 11326.61-79
РК50-1-21 (35 8835 1302)	С одиопроволочным посеребреиным биметаллическим внутренним проводиикоы с изоляцией и в оболочке Ф-4	ГОСТ 11326.72-79
РК50-1-22 (35 8835 6316)	То же с семипроволочиым внутреиним проводником	ТУ 16.505.215-82
РК50-1-23 (35 8838 6305)	С однопроволочным виутренним проводиикоы в медной трубке	ТУ 16.505.805-81
РК50-1,5-11 (35 8811 2102)	С ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.62-79
РК50-1,5-12 (35 8811 2103)	То же с луженымн виутрениим и виешиим проводниками	ГОСТ 11326.63-79
РК50-1,5-21 (35 8835 2102)	С посеребрениыми биметаллическим внутреинним и медным внешним проводиикаыи с изоляцией и в оболочке Ф-4	ГОСТ 11326.73-79
РК50-2-11 (35 8811 2202)	С медиыми внутреиниы и внешиим проводниками с ПЭ изоляцией и в оболочке	ГОСТ 11326.1-79
РК50-2-11А	То же для телевизионных антенн	ТУ 16.705.045-78
РК50-2-12 (35 8811 2203)	С посеребренными виутрениим и виешинм проводиикаыи	ГОСТ 11326.64-79
РК50-2-13 (35 8812 2202)	С медными виутрениим и виешним проводниками в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.15-79
РК50-2-13А	То же антеиные	ТУ 16.705.045-78
РК50-2-15 (35 8811 2208)	С двухслойным внешним проводником в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.86-79
РК50-2-16 (35 8811 2201)	То же с лужеиыми внутренним и виешиим проводиикаыи	ГОСТ 11326.65-79
РК50-2-21 (35 8838 2202)	С одиопроволочным посеребреиным виутрениим и внешним проводиикаыи с изоляцией и в оболочке Ф-4 и лакироваиной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.35-79
РК50-2-22 (35 8835 2202)	То же с семипроволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.74-79
РК50-2-26 (35 8837 7204)	С 19-проволочным посеребрениыми медными внутренним и внешним проводиикаыи с изоляцией Ф-4 и Ф-4Д в оболочке из Ф-4 и кремнийоргаиической резины	ТУ 16.505.256-81
РК50-2-34 (35 8818 7203)	С 19-проволочиым луженым виутрениим и виешним проводиикаыи с ПЭ и Ф-4 изоляцией без оболочки	ТУ 16.505.636-82
РК50-3-11 (35 8811 2302)	С однопроволочным внутрениим и двухслойиым лужеиым виешним проводниками с ПЭ изоляцией и в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.2-79
РК50-3-13 (35 8812 2302)	То же с однослойиым внешним проводиикоы в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.16-79
РК50-3-21 (35 8835 2302)	С посеребренными виутреииим и виешним проводниками с изоляцией и в оболочке Ф-4 и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.36-79
РК50-3-22 (35 8838 7306)	В посеребреиной медной трубке	ТУ 16.505.877-82
РК50-3-23 (35 8835 7304)	С семипроволочным посеребреиными внутренним и виешним проводиикаыи в оболочке Ф-4	ТУ 16.505.216-81
РК50-3-26 (35 8837 7303)	С двухслойиым посеребреиным внешним проводником в оболочке из кремнийорганической резины	ТУ 16.505.634-81
РК50-4-11 (35 8811 3102)	С однопроволочным внутреиним и двухслойным внешним проводниками с ПЭ изоляцией и в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.3-79
РК50-4-13 (35 8812 3102)	То же, ио в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.17-79
РК50-4-14 (35 8837 8103)	С семипроволочным внутренним проводником в капроновой трубке в двух резиновых шлангах с лавсаиовой оплеткой между ними	ТУ 16.505.549-73
РК50-4-14-ОП (35 8837 8104)	То же в двухслойной оплетке оцинкованными стальными проволоками	То же

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК50-4-15 (35 8837 8105)	С радиационно-модифицированной ПЭ изоляцией в капроновой трубке и резиновом шланге	ТУ 16.505.550-73
РК50-4-21 (35 8838 3102)	С одиопроволочным посеребреиным внутренним и двухслойным внешним проводниками с изоляцией и в оболочке Ф-4 и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.37-79
РК50-4-42 (35 8835 8103)	С семипроволочным медным посеребреиным внутренним проводником с полувоздушной Ф-4Д, Ф-4МБ и Ф-4 изоляцией в оплетке медными посеребреиными проволоками в оболочке Ф-4 и Ф-4МБ	ТУ 16.505.788-81
РК50-4-46 (35 8837 8107)	С 19-проволочным внутренним и двухслойным внешним проводниками в оболочке из кремнийорганической резины	ТУ 16.505.680-81
РК50-7-11 (35 8811 3202)	С семипроволочным медными внутренним и одиослойным внешним проводниками с ПЭ изоляцией и в оболочке	ГОСТ 11326.4-79
РК50-7-11-С (35 8811 8217)	То же с повышенной стабильностью электрических параметров	ТУ 16.505.141-82
РК50-7-12 (35 8811 3203)	С двухслойным внешним проводником нормальной стабильности	ГОСТ 11326.5-79
РК50-7-15 (35 8812 3202)	То же с медным внешним проводником	ГОСТ 11326.18-79
РК50-7-16 (35 8812 3203)	То же с двухслойным внешним проводником	ГОСТ 11326.19-79
РК50-7-21* (35 8835 7201)	С семипроволочным внутренним проводником с изоляцией и в оболочке Ф-4 и лакированной оплетке стекловолокном	ТУ 16.505.702-81
РК50-7-22 (35 8838 3202)	С посеребренными внутренним и внешним проводниками	ГОСТ 11326.38-71
РК50-7-28 (35 8833 3202)	С двухслойным внешним проводником в оболочке из кремнийорганической резины	ГОСТ 11326.87-79
РК50-7-29 (35 8838 8212)	С одиопроволочным медным внутренним проводником в алюминиевой трубке без оболочки	ТУ 16.505.545-83
РК50-7-46 (35 8838 8209)	С семипроволочным медным посеребреиным внутренним проводником с полувоздушной Ф-4Д и Ф-4 изоляцией, с посеребреиным внешним проводником в оболочке Ф-4	ТУ 16.505.211-81
РК50-9-11 (35 8811 3302)	С медным внутренним и внешним проводниками с ПЭ изоляцией и в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.6-79
РК50-9-12 (35 8812 3302)	То же в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.20-79
РК50-9-23 (35 8834 8303)	С посеребренными внутренним и внешним проводниками с Ф-4Д и Ф-4 изоляцией в оболочке из кремнийоргаинческой резины	ТУ 16.505.977-81
РК50-9-44 (35 8837 8803)	С 19-проволочным внутренним и двухслойным внешним проводниками с полувоздушной Ф-4Д и Ф-4 изоляцией	ТУ 16.505.681-81
РК50-11-11 (35 8811 3303)	С медными семипроволочным внутренним и одиослойным внешним проводниками с ПЭ с изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.7-79
РК50-11-13 (35 8812 3303)	То же в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.21-79
РК50-11-21 (35 8835 3302)	С Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.39-79
РК50-13-15 (35 8861 0201)	С однопроволочным круглым внутренним и внешним проводниками из прямоугольных проволок в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.47-79
РК50-13-15Б (35 8861 0301)	То же с защитным покровом Б	То же
РК50-13-15ОП (35 8861 0401)	То же, что и РК50-13-15, в оплетке стальными проволоками	« »
РК50-13-17 (35 8861 1501)	С медным семипроволочным внутренним и внешним проводниками с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.48-79
РК50-17-17 (35 8861 1601)	То же	ГОСТ 11326.49-79
РК50-17-51 (32 8811 9218)	С трубчатыми медными внутренним и внешним проводниками с изоляцией прямоугольным ПЭ корделем в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.642-82
РК50-17-51-С (35 8811 9221)	То же с повышенной равномерностью частотных характеристик	То же
РК50-17-51-Г (35 8811 9219)	То же с повышенным избыточным внутренним давлением	ТУ 16.505.642-82
РК50-17-51-СГ (35 8811 9222)	То же с повышенной равномерностью частотных характеристик и избыточным внутренним давлением	То же
РК50-24-15 (35 8861 0501)	С однопроволочным внутренним и внешним проводниками из прямоугольных проволок с ПЭ изоляцией в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.50-79
РК50-24-15Б (35 8861 0601)	То же с защитным покровом Б	То же
РК50-24-15ОП (35 8861 0701)	То же, что и РК50-24-15, в оплетке стальной проволокой	« »

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК50-24-16 (35 8861 0801)	С 37-проволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.51-79
РК50-24-17 (35 8861 1701)	С внешним проводником из круглых проволок в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.52-79
РК50-33-15 (35 8861 0901)	С внешним проводником из прямоугольных проволок в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.53-79
РК50-33-15Б (35 8861 1001)	То же с защитным покровом Б	То же
РК50-33-15ОП (35 8861 1101)	То же, что и РК50-33-15, в оплетке стальной проволокой	« »
РК50-33-17 (35 8861 3501)	С внешним проводником из круглых проволок в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.83-79
РК50-44-15 (35 8861 2801)	С 19-проволочным внутренним проводником в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.59-79
РК50-44-15Б (35 8861 2901)	То же с защитным покровом Б	То же
РК50-44-15ОП (35 8861 3001)	То же, что и РК50-55-15, в оплетке стальной проволокой	ГОСТ 11326.59-79
РК50-44-17 (35 8861 1801)	С 37-проволочным внутренним проводником в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.55-79
РК-74* (35 8812 3301)	С семипроволочным из круглых проволок внутренним проводником со сплошной ПЭ изоляцией в оплетке медными проволоками, в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.736-81
РК75-1-11 (35 8811 1304)	С посеребренными однопроволочным внутренним и внешним проводниками, в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.66-79
РК75-1-12 (35 8811 3105)	С луженными внутренним и внешним проводниками	ГОСТ 11326.67-79
РК75-1-13 (35 8811 6308)	С посеребренным внутренним из БрХЦрК или ХОТ и медным внешним проводниками	ТУ 16.505.976-81
РК75-1-21 (35 8835 1303)	С посеребренными медными внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией и в Ф-4 оболочке	ГОСТ 11326.75-79
РК75-1-22 (35 8815 6311)	С семипроволочным посеребренным внутренним проводником из сплава ХОТ или БрХЦрК, с изоляцией Ф-4Д или Ф-4МБ, посеребренным медным внешним проводником в оболочке Ф-4МБ	ТУ 16.505.198-81
РК75-1-24 (35 8835 6315)	С медным внешним проводником, покрытым оловянно-никелевым сплавом	ТУ 16.705.237-82
РК75-1,5-11 (35 8811 2104)	С однопроволочным посеребренным медным внутренним проводником с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.68-79
РК75-1,5-12 (35 8811 2105)	С луженными однопроволочным внутренним и внешним проводниками	ГОСТ 11326.69-71
РК75-1,5-21 (35 8835 2103)	С посеребренными внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией и в Ф-4 оболочке	ГОСТ 11326.76-79
РК75-1,5-22 (35 8835 7107)	С семипроволочным внутренним проводником из сплава ХОТ или БрХЦрК с изоляцией Ф-4Д в оболочке Ф-4МБ	ТУ 16.505.197-81
РК75-2-11 (36 8811 2207)	С однопроволочным медным внутренним проводником и луженым внешним проводником с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.88-79
РК75-2-11А (35 8812 8001)	То же для телевизионных антени	ТУ 16.705.045-78
РК75-2-12 (35 8811 2205)	С посеребренным семипроволочным внутренним и внешним проводниками	ГОСТ 11326.70-79
РК75-2-13 (35 8811 2206)	С луженными внутренним и внешним проводниками	ГОСТ 11326.71-79
РК75-2-13А (35 8812 8101)	То же для телевизионных антенн	ТУ 16.705.045-78
РК75-2-21 (35 8835 2203)	С посеребренными однопроволочным внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.40-79
РК75-2-22 (35 8835 2203)	С семипроволочным внутренним проводником в Ф-4 оболочке	ГОСТ 11326.77-79
РК75-3-21 (35 8835 2303)	С однопроволочным внутренним проводником в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.41-71
РК75-3-22 (35 8835 4201)	С семипроволочным внутренним проводником из посеребренной медной проволоки в оплетке посеребренными проволоками в оболочке Ф-4МБ на диапазон температур до 200 °С	ТУ 16.505.768-81
РК75-3-23 (35 8835 7306)	То же на температуру 155 °С	То же
РК75-3-31 (35 8811 1401)	С луженными внутренним и внешним проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.28-79

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК75-3,7-11АИ (3588211701)	С медиыми одиопроволочиым внутрениим и внешним проводиками с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке для индивидуальиых приемиых телевизиоиных антеии	ТУ 16.705.117-79
РК75-3,7-11АК (3588211801)	То же для систем коллектнвного прнема телевидения	То же
РК75-3,7-12АИ (3588211901)	С семипроволочным виутренинм проводиком для инднвидуальиых приемных телевизиоиных аитеии	« »
РК75-3,7-12АК (3588212001)	То же для систем коллективного приема телевидеиия	« »
РК75-3,7-13АИ (3588125301)	С однопроволочным виутрениим проводником в ПВХ оболочке для индивидуальных приемиых телевизиоиных антенн	« »
РК-3,7-13АК (3588125401)	То же для систем коллективного приема телевидения	« »
РК75-3,7-14АИ (3588125501)	С семнпроволочным внутренним проводником для индивидуальных приемных телевнзнонных аитенн	« »
РК75-3,7-14АК (3588125601)	То же для систем коллектнвного прнема телевидеиия	« »
РК75-4-11 (3588113103)	С однопроволочным внутренним проводником в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.8-79
РК75-4-11АИ (3588113108)	То же для индивидуальных телевизионных антенн	ТУ 16.505.117-79
РК75-4-11АК (3588113107)	То же для коллективиых телевизнонных антенн	То же
РК75-4-11-С (3588118115)	То же, что и РК75-4-11, повышенной стабильности	ТУ 16.505.140-82
РК75-4-12 (3588113104)	С семипроволочным внутренним проводником нормальной стабильности	ГОСТ 11326.9-79
РК75-4-12АИ (3588113111)	То же для индивидуальиых приемных телевизионных антенн	ТУ 16.505.117-79
РК75-4-12АК (3588113109)	То же для систем коллектнвного прнема телевидения	То же
РК75-4-12-С (3588118117)	То же, что и РК75-4-12, повышенной стабильности	ТУ 16.505.144-82
РК75-4-13 (3588178103)	С семипроволочным внутренним проводником в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.023-82
РК75-4-15 (3588123103)	С однопроволочным внутреннм проводником	ГОСТ 11326.22-79
РК75-4-15АИ (3588125701)	То же для приема индивидуальных телевнзионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-4-15АК (3588125801)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-4-16 (3588123104)	С семипроволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.23-79
РК75-4-16АК (3588125901)	То же для индивидуальных прнемных телевнзионных аитеин	ТУ 16.705.117-79
РК75-4-16АК (3588126001)	То же для систем коллективного прнема телевидения	То же
РК75-4-18 (3588118121)	С однопроволочным внутренним н посеребренным внешним проводникамн в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.769-81
РК75-4-21 (3588353103)	С посеребренными однопроволочным внутренним н однослойным внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.42-79
РК75-4-22 (3588353104)	С семипроволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.43-79
РК75-4-37 (3588113105)	С медным однопроволочным внутреннм н внешним проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.29-79
РК75-4-43 (3588388106)	С посеребрениымн семипроволочным внутреннм и внешним проводиикамн с полувоздушной Ф-4Д изоляцией и в Ф-4 оболочке	ТУ 16.505.201-81
РК75-7-11 (3588113204)	С одиопроволочным внутренним и однослойным внешиим проводникамн	ГОСТ 11326.10-71
РК75-7-11АИ (3588113212)	То же для индивидуальных прнемиых телевизнонных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-7-11АК (3588113211)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-7-11С (3588118217)	С семнпроволочным внутреннм проводником повышенной стабильности	ТУ 16.505.141-82
РК75-7-12 (3588113205)	То же нормальной стабильностн	ГОСТ 11326.11-79

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК75-7-12АИ (3588113214)	То же для индивидуальных приемных телевизионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-7-12АК (3588113213)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-7-15 (3588123204)	С однопроволочным внутренним проводником в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.24-79
РК75-7-15АИ (3588126101)	То же для индивидуальных телевизионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-7-15АК (3588126201)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-7-16 (3588123205)	С семипроволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.25-79
РК75-7-16АИ (3588126301)	То же для индивидуальных приемных телевизионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-7-16АК (3588126401)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-7-21 (3588383203)	С посеребренными внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.44-79
РК75-7-22 (3588383204)	С семипроволочным внутренним проводником	ГОСТ 11326.45-79
РК75-7-310 (3588113207)	С посеребренным внешним проводником в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.30-79
РК75-7-311 (3588118211)	С двухслойным внешним проводником из посеребренных медных проволок	ТУ 16.505.207-82
РК75-9-12 (3588123304)	С медными одиопроволочным внутренним и внешним проводниками с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.26-79
РК75-9-12АИ (3588126601)	То же для индивидуальных приемных телевизионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-9-12АК (3588126501)	То же для систем коллективного приема телевидения	То же
РК75-9-13 (3588113304)	То же, что и РК75-9-12, но в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.12-79
РК75-9-13АИ (3588113306)	То же для индивидуальных приемных телевизионных антенн	ТУ 16.705.117-79
РК75-7-13АК (3588113305)	То же для систем коллективного приема телевидения	ТУ 16.705.117-79
РК75-9-13С (3588118309)	То же, что и РК75-9-13, но повышенной стабильности	ТУ 16.505.142-82
РК75-9-14 (3588178303)	С медным одиопроволочным внутренним и внешним проводниками, с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.022-82
РК75-9-18 (3588188303)	То же, но в свинцовой оболочке	ТУ 16.505.741-81
РК75-9-42 (3588358302)	С посеребренным внутренним и внешним проводниками в оболочке из Ф-4, оплетке стеклонитями, покрытыми кремнийорганическим лаком	ТУ 16.505.205-81
РК75-13-11 (3588114102)	С медными одиопроволочным внутренним и внешним проводниками с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.13-79
РК75-13-15 (3588611901)	С внешним проводником из прямоугольных проволок в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.56-79
РК75-13-15Б (3588611901)	То же с защитным покровом, Б	То же
РК75-13-15ОП (3588612101)	То же, что и РК75-13-15, в оплетке стальными проволоками	« »
РК75-13-17 (3588613101)	С ПЭ изоляцией, с внешним проводником из прямоугольных проволок, в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.78-79
РК75-13-17Б	То же с защитным покровом Б	То же
РК75-13-17Ба	То же, но с броней из стальных лент с антикоррозионным покрытием	« »
РК75-13-17БГ	То же, но с защитным покровом БГ	« »
РК75-13-17К	То же, но с защитным покровом К	« »
РК75-13-18 (3588613601)	С 49-проволочным внутренним и внешним проводниками в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.84-79
РК75-13-32 (3588114103)	С однопроволочным внутренним и внешним из прямоугольных проволок проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.31-79
РК75-17-17 (3588613201)	То же, но со сплошной ПЭ изоляцией	ГОСТ 11326.79-79
РК75-17-17Б	То же с защитным покровом Б	То же

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК75-17-17Ба	То же, но с броней из стальных лент с антикоррозионным покрытием	ГОСТ 11326.78-79
РК75-17-17БГ	То же, но с защитным покровом БГ	« »
РК75-17-17К	То же, но с защитным покровом К	« »
РК75-17-22 (3588379203)	С посеребренным внутренним проводником с Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и шланге из кремнийорганической резины	ТУ 16.505.764-81
РК75-17-31 (3588114202)	С медным однопроволочным внутренним и внешним из прямоугольных проволок проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке и оплетке стальными проволоками	ГОСТ 11326.32-79
РК75-24-15 (3588612201)	С ПЭ изоляцией в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.57-79
РК75-24-15Б (3588612301)	То же с защитным покровом Б	То же
РК75-24-15ОП (3588612401)	То же, что и РК75-24-15, в оплетке стальной проволокой	« »
РК75-24-17 (3588114302)	То же, что и РК75-17-17	ГОСТ 11326.80-79
РК75-24-17Б (3588114304)	То же с защитным покровом Б	То же
РК75-24-17Ба (3588114305)	То же, но с броней из стальных лент с антикоррозионным покрытием	« »
РК75-24-17БГ (3588114303)	То же, но с защитным покровом БГ	« »
РК75-24-17К (3588114306)	То же, но с защитным покровом К	« »
РК75-24-18 (3588613701)	С 49-проволочным внутренним и в оплетке проволоками внешним проводниками в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.85-79
РК75-33-15 (3588612501)	С однопроволочным внутренним и из прямоугольных проволок внешним проводниками в свинцовой оболочке	ГОСТ 11326.58-79
РК75-33-15Б (3588612601)	То же с защитным покровом Б	То же
РК75-33-15ОП (3588612701)	То же, что и РК75-33-15, в оплетке стальными проволоками	« »
РК75-33-17 (3588613301)	То же, что и РК75-24-17	ГОСТ 11326.81-79
РК75-33-17Б	То же с защитным покровом Б	То же
РК75-33-17Ба	То же, но с броней из стальных лент с антикоррозионным покрытием	« »
РК75-33-17БГ	То же, но с защитным покровом БГ	« »
РК75-44-15 (3588612801)	То же, что и РК75-33-15	ГОСТ 11326.59-79
РК75-44-15Б (3588612901)	То же с защитным покровом Б	ГОСТ 11326.59-79
РК75-44-15ОП (3588613001)	То же, что и РК75-44-15, в оплетке стальной проволокой	То же
РК75-44-17 (3588613401)	То же, что и РК75-33-17	ГОСТ 11326.82-79
РК100-1,5-31 (3588187103)	С медным луженым внутренним и внешним проводниками с трубчатой ПЭ изоляцией	ТУ 16.505.478-82
РК100-4-31 (3588113106)	С биметаллическим внутренним и двухслойным луженым внешним проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.33-79
РК100-7-11 (3588113206)	С медными внутренним и однослойным внешним проводниками с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.14-79
РК100-7-13 (3588123206)	То же, но в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.27-79
РК100-7-21 (3588383205)	С посеребренными внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в Ф-4 оболочке и лакированной оплетке стекловолокном	ГОСТ 11326.46-79
РК100-7-34 (3588113208)	С медными внутренним и внешним проводниками с полувоздушной изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.34-79
РК150 * (3588113215)	То же	ТУ 16.505.823-82
РК150-3,7-31 (3588124201)	То же, но в ПВХ оболочке	ТУ 16.705.217-81
РК150-7-31 (3588118239)	С луженными гофрированным сталемедным внутренним и однослойным внешним проводниками с полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.543-82
РК150-7-32 (3588128209)	С полувоздушной ПЭ изоляцией (звездообразная трубка) в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.544-82

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
РК156 * (358811 3118)	Со сталемедным внутренним проводником с полувоздушной ПЭ изоляцией с двухслойным луженым внешним проводником в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.739-81
РКД-2-2,25/9 (358821 2501)	С однопроволочным внутренним и внешним из прямоугольных проволок проводниками с ПЭ спиралью в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.825-82
РКД-2-3,5/9 (358821 3601)	То же	То же
РКД-2-7/29 (358861 4901)	То же с полувоздушной изоляцией	ТУ 16.505.296-82
РКК-5/18 * (358864 0101)	С однопроволочным внутренним и внешним из прямоугольных проволок проводниками с полистироловыми колпачками в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.349-72
РКМ-2,8/10 * (358811 4104)	С полувоздушной ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.824-82
РКМ-5/18 * (358811 4307)	То же в оплетке стальными проволоками	ТУ 16.505.896-82
РКМГЭ-1/50(100) (358818 0601)	С медными внутренним и трубчатым гофрированным внешним проводниками с изоляцией из композиции ПЭ с полиизобутиленом на мощность 1 кВт	ТУ 16.505.270-83
РКМГЭ-1/75(100) (358818 0801)	То же	То же
РКМГЭ-10/60(100) (358818 0201)	То же на мощность 10 кВт	« »
РКМГЭ-20/60(100) (358818 0401)	То же на мощность 20 кВт	« »
РКМО-2,8/10 * (358811 4105)	То же, что и РКМ-5/18	ТУ 16.505.824-75
РКОГ-2М (358838 7305)	С 19-проволочным медным внутренним проводником, обмоткой Ф-4 лентами и ПЭ корделем (без оболочки)	ТУ 16.705.251-82
РКОГТ * (358838 7213)	С 21-проволочным посеребренным внутренним и луженым внешним проводниками с изоляцией Ф-4 корделем	ТУ 16.505.902-82
РКПВГ-10 * (358812 9304)	С медными 49-проволочным внутренним и внешним проводниками с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.963-82
РКПГ-10 * (358813 9303)	То же, но в резиновой оболочке	То же
РКПГ-12 * (358812 9403)	С луженым внешним проводником в оплетке хлопчатобумажной пряжей	ТУ 16.505.961-82
РКПГ-20 * (358812 9503)	С медными 19-проволочным внутренним и внешним проводниками в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.959-77
РКПГВ-10/60 * (358812 9404)	То же с 49-проволочным внутренним проводником	ТУ 16.505.962-82
РКПГВ-20/60 * (358812 9404)	То же с 61-проволочным внутренним проводником	ТУ 16.505.960-77
РКПГР-10/60 (358813 9403)	То же с 49-проволочным луженым внутренним и внешним проводниками, но в резиновой оболочке	ТУ 16.505.962-82
РКС-15/38 * (358861 3801)	То же с 27-проволочным внутренним проводником	ТУ 16.505.787-81
РКС-15/50 * (358861 3901)	То же с 19-проволочным внутренним проводником	То же
РКТР (358833 2203)	С семипроволочным посеребренными внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в оболочке из кремнийорганнческой резины	ТУ 16.505.940-81
РКТФ-56 * (358838 3105)	С биметаллическим внутренним проводником с Ф-4 кордельно-пленочной изоляцией, в оплетке медными проволоками в оболочке Ф-4, оплетке стеклонитями, покрытыми кремнийорганическим лаком	ТУ 16.505.701-81
РКТФ-71М (358838 7215)	С семипроволочным медным посеребренным внутренним и внешним проводниками с изоляцией Ф-4Д в оболочке Ф-4	ТУ 16.505.895-82
РКФ-1 (358838 3206)	С семипроволочным медным внутренним и внешним проводниками с Ф-4 изоляцией в оболочке Ф-4, оплетенной стеклянными нитями, пропитанными кремнийорганическим лаком	ТУ 16.505.894-82
РКЭФС-1 (358835 3102)	С медным посеребренным внутренним и внешним проводниками со сплошной изоляцией Ф-40Ш в оболочке Ф-40Ш	ТУ 16.505.866-82
РКЭФС-19 (358835 2204)	То же	То же
РКЭФС-63 (358835 3205)	То же с семипроволочным внутренним проводником	« »

Продолжение табл. 19.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
	Многокоаксиальные	
ВКР-18 (35 8877 0501)	Четырехкоаксиальный камерный для подводного телевидения	ТУ 16.505.888-76
КП-4В (35 8812 9802)	Четырехкоаксиальный комбинированный в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.538-83
КП-4П (35 8811 9802)	То же, но в ПЭ оболочке	То же
КПТО (35 8872 0801)	Семижильный ответвительный с изоляцией и оболочкой из ПЭ	ТУ 16.705.125-79
	Коаксиальные комбинированные	
КПТС (35 8872 0901)	Трехкоаксиальный с 36 служебными жилами и одной служебной парой для стационарной прокладки	ТУ 16.505.908-76
МКТЦ-6/1 (35 8871 0501)	Трехкоаксиальный (по типу РК75-2-12) с тремя служебными жилами малогабаритный для телевизионных центров и передвижных станций	ТУ 16.705.008-77
МКТЦ-6/2 (35 8871 0601)		
ТВК-33 (35 8877 0301)	С одним коаксиалом и 32 вспомогательными жилами с резиновой изоляцией и в оболочке камерный для подводного телевидения	ТУ 16.505.888-76
ТВКМ-33 (35 8877 0401)	То же холодостойкий	То же
ТКК-80 (35 8877 0201)	То же с пятью коаксиалами и 75 вспомогательными жилами	» »
ТКМК-65	То же с шестью коаксиальными и 59 вспомогательными жилами	» »
ТКПВ-24 (35 8872 0201)	24-жильный с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке камерный телевизионный для нестационарной прокладки	ГОСТ 17246-83
ТКПВ-31 (35 8872 0301)	То же 31-жильный	ГОСТ 17246-83
ТКПК-24 (35 8874 0101)	То же 24-жильный для прокладки в кабельной канализации и подводных нестационарных прокладок на глубину до 100 м	То же
ТКПК-51 (35 8874 0201)	То же 31-жильный	» »
ТКПР-24 (35 8877 0601)	То же 24-жильный с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке для внестудийных передач	» »
ТКЦ-31 (35 8871 1201)	С тремя коаксиальными парами и 28 жилами для цветного телевидения	ТУ 16.505.885-76
ТКЦ-37 (35 8871 0801)	То же с 34 служебными жилами	То же
ТКЦ-60 (35 8871 0101)	6-коаксиальный с 54 жилами с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	» »
	Симметричные	
КАТВ (35 8876 0101)	С ПВХ изоляцией, телевизионный	ТУ 16.505.308-77
КАТП (35 8875 0101)	То же, но с ПЭ изоляцией	То же
РД-15* (35 8812 8212)	С семипроволочными жилами в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.879-82
РД75-3-11 (35 8811 2304)	С семипроволочными жилами с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.89-79
РД75-3-12 (35 8812 2303)	То же, но в ПВХ оболочке	ГОСТ 11326.90-79
РД200-7-11 (35 8812 3207)	То же, что и РД75-3-12	ГОСТ 11326.91-79
РД200-7-12 (35 8811 8209)	То же, но в ПЭ оболочке	ГОСТ 11326.92-79
РДБ-82 (35 8812 3803)	С параллельно уложенными жилами, с ПЭ изоляцией, в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.878-82
РДБО-82 (35 8812 3804)	То же овальной формы	
	Спиральные	
РС400-7-11 (35 8862 0100)	С внутренним и внешним проводниками из провода ПЭЛ с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке	ТУ 16.505.347-82
РС400-7-12 (35 8862 0201)	То же с медным внутренним проводником и внешним проводником из прямоугольных проволок	ТУ 16.505.350-72
РС400-7-15 (35 8862 0301)	То же	ТУ 16.505.351-72
РС1600-7-11 (35 8862 0401)	То же с внутренним и внешним проводниками из провода ПЭЛ	ТУ 16.505.348-82

* Не разрешены для использования в новых разработках.

Каждой группе изоляции определенной категории нагревостойкости присвоено соответствующее цифровое обозначение: сплошная изоляция обычной нагревостойкости 1, сплошная изоляция повышенной нагревостойкости 2, полувоздушная изоляция обычной иагревостойкости 3, полувоздушная изоляция повышенной нагревостойкости 4, воздушная изоляция обычной нагревостойкости 5, воздушная изоляция повышенной нагревостойкости 6 и изоляция высокой нагревостойкости 7.

К марке кабелей повышенной однородности или повышенной стабильности параметров в конце через тире добавляется буква С. В марке кабеля, защитный покров которого соответствует требованиям ГОСТ 7006-72, в конце через тире указывают буквенные обозначения типа защитного покрова (Б, БГ). Коаксиальные кабели с ПЭ изоляцией старых разработок обозначают РК, а симметричных – РД с дополнением через черточку порядкового номера конструкции. В обозначении кабелей РКЗ (задержки) и РКМ (мощный) маркировка содержит номинальное значение волнового сопротивления, в кабелях РКПГ – передаваемую мощность, а в кабелях РКК и РКМ – отношенне диаметров внутреннего проводника к внешнему.

Перечень основиых радиочастотных кабелей приведен в табл. 19.1. Кабели, не разрешенные для применения в новых разработках, отмечены звездочкой (*). В таблицах конструктивных данных радиочастотных кабелей в Справочнике прнняты следующие условные обозначення: М – медная проволока; МС – посеребренная медная проволока; МЛ – луженая медная проволока; СМС – посеребренная сталемедная проволока; СМЛ – луженая сталемедная проволока; Б – бронзовая проволока; БС – посеребренная бронзовая проволока; С – серебряная проволока; Н – нихромовая проволока; П – полиэтилен; В – поливинилхлоридный пластикат; Ф-4 – фторопласт-4; Ф-40Ш – фторопласт-40Ш; Ф-4М – фторопласт-4М; Ф-4Д – фторопласт-4Д; ПП – полипропилен; ПС – полистирол; ОМ – оплетка медной проволокой; ДОМ – двойная оплетка медной проволокой; ОМС – оплетка посеребренной медной проволокой; ОМН – оплетка медной покрытой оловянно-никелевым сплавом проволокой; ОМЛ – оплетка луженой медной проволокой; ДОМС – двойная оплетка посеребренной медной проволокой; ДОМЛ – двойная оплетка луженой медной проволокой; ТОМЛ – трехслойная оплетка луженой медной проволокой; ТОМС – трехслойная оплетка посеребренной медной проволокой; ПМП – повив прямоугольиыми медными проволоками; ОС – оплетка серебряной проволокой; ОМГ – гофрированный сварной медный виешний проводник; ТМС – посеребренная медная трубка; ТМСГ – гофрированная посеребренная медная трубка; ТА – алюминиевая трубка; ОАГ – гофрированная алюминиевая оболочка; Св – свинец; ОСК – оплетка стеклопряжей, покрытая кремнийорганическим лаком; КОР – оболочка из кремнийорганической резины; ОСО – оплетка оцинкованными стальными проволоками.

19.2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ

Внутренний проводник радиочастотных кабелей или жилы симметричных кабелей изготовляют из медной, бронзовой из сплавов БрХЦрК или ХОТ, сталемедной, медной посеребренной, медной лужеиой и медной покрытой оловянно-никелевым сплавом проволоки, а также из медных трубок.

Соединение многопроволочных проводников коаксиальных и жил симметричиых кабелей производится способом пайки или сварки. Пайку проволоки производят серебряным припоем не ниже ПСр-45. Сварка или пайка многопроволочных проводников производится вразгон. Расстояние между сварками или пайками проволок многопроволочных проводников не менее 100 мм. В местах пайки или сварки не допускается заусенцев и наплывов. Допускается сварка или пайка однопроволочных проводников, указываемая в стандартах и технических условиях на кабели определенных марок. Применение при пайке кислот не допускается.

Изоляцию коаксиальных кабелей и отдельно изолированных жил симметричных кабелей накладывают концентрично. Эксцентричность сплошной изоляции допускается не более 10 %. Для миниатюрных и субминиатюрных кабелей допускаются другие значения эксцентричности, указываемые в стандартах и ТУ на кабели определеиных марок. В кабелях с изоляцией из лент и корделя эксцентричность не нормируется. Изоляция отдельно изолированных скрученных жил симметричных кабелей отличается цветом или другим признаком. Отклонения от номинального значения диаметра по изоляции приведены в табл. 19.2.

Плотность оплеткн, являющейся внешним проводником или экраном или входящей в состав защитного покрова, удовлет-

Таблица 19.2. **Отклонение, мм, от номинального диаметра коаксиальных кабелей**

Номинальный диаметр изоляции	Сплошная изоляция	Полувоздушная или воздушная изоляция	Кабели повышенной однородности	
			Сплошная изоляция	Полувоздушная или воздушная изоляция
0,6	±0,07	–	–	–
0,87	±0,07	–	–	–
1,0	±0,10	–	±0,05	–
1,5	±0,10	–	±0,05	–
2,2	±0,10	±0,10	±0,05	–
2,95	±0,15	±0,15	±0,05	–
3,7	±0,15	±0,15	±0,05	–
4,6	±0,20	±0,30	±0,05	±0,15
4,8	±0,20	±0,30	–	–
5,6	±0,20	±0,30	±0,10	±0,15
7,25	±0,25	±0,30	±0,10	±0,15
9,0	±0,30	±0,30	±0,10	±0,15
11,5	±0,30	±0,50	±0,10	±0,25
13,0	±0,40	±0,50	±0,15	±0,25
17,3	±0,40	±0,60	±0,20	±0,30
24,0	±0,70	±0,80	±0,30	±0,35
33,0	±0,80	±1,00	±0,40	±0,40
44,0	±1,00	±1,20	±0,50	±0,50
60,0	–	±1,40	–	±0,60
78,0	–	±1,60	–	±0,70

Таблица 19.3. **Минимальная толщина оболочек радиочастотных кабелей, мм**

Диаметр под оболочкой или обмоткой	Алюминиевая или свинцовая	ПЭ или ПВХ	Ф-4 или его сополимеры	Резиновая	Пленочная Ф-4
До 3	–	0,3	0,15	–	0,10
3–6	–	0,4	0,20	0,5	0,10
6–9	0,70	0,5	0,30	0,7	0,10
9–13	0,80	0,6	0,40	0,9	0,18
13–18	1,05	0,8	0,50	1,0	0,18
18–24	1,15	1,0	0,50	1,2	0,18
24–33	1,15	1,2	–	1,5	–
33–44	1,35	1,4	–	–	–
44–75	1,35	1,6	–	–	–
Свыше 75	–	2,0	–	–	–

воряет требованию соответствующего стандарта или ТУ на кабели определенных марок. В оплетке допускается отсутствие пряди на длине не более трех шагов при условии сохранения на этом участке прядей другого направления. Расстояние между местами заправок отдельных прядей не превышает 50 мм. Оплетка плотно прилегает к поверхности, на которую она наложена. Сращивание оплетки или отдельных прядей не допускается.

Оболочку кабеля изготовляют из ПЭ, ПВХ пластиката, фторопласта и его сополимеров, кремнийорганической резины и свинца. На поверхности оболочки отсутствуют поры и трещины, видимые без применения увеличительных приборов, раковины, вмятины, вздутия и наплывы, выводящие толщину оболочки за предельные отклонения. Минимальные толщины оболочки приведены в табл. 19.3. Строительные длины кабеля, минимальная длина его малометражных отрезков (общая длина которых не должна превышать 20 % партии) и номинальная масса кабеля на единицу длины приведены в табл. 19.7, 19.8, 19.13, 19.19, 19.21, 19.23, 19.25.

19.3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАДИОЧАСТОТНЫМ КАБЕЛЯМ

Основные технические требования к радиочастотным кабелям включают электрические параметры, стойкость при механических и климатических воздействиях, надежность после хранения и во время эксплуатации.

В состав электрических параметров радиочастотных кабелей входят:

волновое сопротивление, Ом,

$$Z_c = 3333\xi/C,$$

где ξ – коэффициент укорочения длины волны в кабеле; C – емкость кабеля, пФ/м.

Предельные отклонения волнового сопротивления от номинальных значений коаксиальных кабелей в диапазоне 50–150 Ом приведены в табл. 19.4. Для отдельных типов кабелей определяется однородность волнового сопротивления по длине и его неравномерность;

температурный коэффициент фазы, 10^{-6} град,

$$\text{ТКФ} = \frac{\Delta_\Phi c}{360 \xi l f \Delta T},$$

где Δ_Φ – абсолютное изменение длины кабеля, электрические градусы; c – скорость света в свободном пространстве, равная 299 778 000 м/с; f – частота при измерении, МГц; ξ – коэффициент укорочения длины волны в кабеле; l – фактическая длина кабеля, м; ΔT – диапазон температур, в котором производится измерение, °С;

коэффициент затухания, дБ/м,

$$\alpha = \alpha_{\text{изм}} \sqrt{f/f_{\text{изм}}}$$

и *температурный коэффициент затухания*, $‰ \cdot °C^{-1}$.

$$\text{ТКЗ} = \frac{\Delta \alpha}{\alpha \Delta T} 10^3,$$

Таблица 19.4. **Предельное отклонение от номинального волнового сопротивления, Ом**

Номинальный диаметр изоляции, мм	50 Ом				75 Ом				100 Ом		150 Ом
	Сплошная изоляция	Полувоздушная и воздушная изоляция	Кабели повышенной однородности		Сплошная изоляция	Полувоздушная или воздушная изоляция	Кабели повышенной однородности		Сплошная изоляция	Полувоздушная изоляция	Полувоздушная изоляция
			Сплошная изоляция	Полувоздушная или воздушная изоляция			Сплошная изоляция	Полувоздушная изоляция			
0,6	±7	–	±5	–	±10	–	–	–	–	–	–
0,87	±5	–	±3	–	±10	–	–	–	–	–	–
1,0	±5	–	±2	–	±7	–	–	–	–	±10	–
1,5	±3,5	–	±2	–	±5	–	–	–	–	±10	–
2,2	±3	–	±2	–	±5	–	–	–	–	±10	–
2,95	±2,5	±2,5	±2	–	±3	±5	–	–	±10	±10	–
3,7	±2	±2,5	±1,5	–	±3	±3,5	±1,5	±2	–	–	±10
4,6	±2	±2,5	±1,0	±1,5	±3	±3,5	±1,5	±2	±5	±5	±10
4,8	±2	±2,5	–	–	±3	±5	–	±2	±5	–	±10
5,6	±2	±2,5	±1	±1,5	±3	±3,5	±1,5	±2	±5	±5	±10
7,25	±2	±2,5	±1	±1,5	±3	±3	±1,5	±2	±5	±5	±10
9,0	±2	±2,5	±1	±1,5	±3	±3	±1,5	±2	–	–	–
11,0	±2	±2,5	±1,5	±2	±3	±3	±2	±2	–	–	–
13,0	±2	±2,5	±1,5	±2	±3	±3	±2	±2	–	–	–
17,3	±2	±2,5	±1,5	±2	±3	±3	±2	±2	–	–	–
24,0	±2	–	–	–	±3	±3	–	±2	–	–	–
33,0	±2	–	–	–	±3	±3	–	±1	–	–	–
44,0	±2	–	–	–	±3	–	–	±1,5	–	–	–
60,0	–	–	–	–	–	–	–	±1,5	–	–	–
78,0	–	–	–	–	–	–	–	±1,5	–	–	–

где α – коэффициент затухания кабеля в нормальных условиях на заданной частоте; $\Delta\alpha$ – изменение коэффициента затухания при воздействии температуры, дБ/м; ΔT – температурный интервал, °С.

Электрическая емкость, пФ/м, кабелей в зависимости от волнового сопротивления

Волновое сопротивление, Ом	50	75	100	150	200
Емкость коаксиальных кабелей, пФ/м:					
со сплошной изоляцией:					
ПЭ	100	67	51	–	–
Ф-4	95	63	47	–	–
с полувоздушной изоляцией:					
ПЭ	102	52–70	41	27	–
Ф-4	105	65–70	–	27–30	–
Емкость симметричных кабелей, пФ/м, с различными видами изоляции	–	7	–	25	–

электрическая емкость симметричных кабелей, пФ/м,

$$C = \frac{2(C_1 + C_2) - C_{12}}{4l};$$

емкостная асимметрия симметричных кабелей, %,

$$e = \frac{400(C_1 - C_2)}{2(C_1 + C_2) - C_{12}},$$

которая не превышает 10%;

температурный коэффициент емкости, промили/град,

$$\text{ТКЕ} = \frac{\Delta C}{C\,\Delta T}10^3,$$

где C_1 – электрическая емкость между первой и второй жилами, соединенными с экраном, пФ; C_2 – электрическая емкость между второй и первой жилами, соединенными с экраном, пФ; C_{12} – электрическая емкость между соединенными вместе первой и второй жилами и экраном, пФ; l – длина образца, м; ΔC – изменение емкости кабеля при воздействии температуры, пФ; C – емкость при нормальной температуре, пФ; ΔT – температурный интервал, °С;

коэффициент укорочения длины волны в кабеле со сплошной ПЭ изоляцией равен 1,52, со сплошной Ф-4 изоляцией – 1,41; с полувоздушной ПЭ изоляцией – 1,18 – 1,24, с полувоздушной Ф-4 изоляцией – 1,12 – 1,40;

электрическое сопротивление изоляции со сплошной ПЭ и Ф-4 изоляцией, полувоздушной ПЭ и Ф-4 изоляцией, за исключением крупногабаритных кабелей, не менее 5 ТОм·м, а крупногабаритных кабелей – не менее 10 ТОм·м. Электрическое сопротивление проводников постоянному току, Ом, устанавливается при необходимости;

модуль сопротивления связи, мОм/м,

$$|Z_{12}| = 173{,}9 \lg \frac{D}{d} \left| \frac{U_2}{U_1} \right| F,$$

где D – внутренний диаметр триаксиальной линии; d – наружный диаметр внешнего проводника испытуемого кабеля; U_1 – входное напряжение, мВ; U_2 – выходное напряжение, мкВ; F – коэффициент поправки частотной характеристики, равный 1 при длине триаксиальной линии 0,5 м и частоте 30 МГц.

Практические значения сопротивления связи кабелей, напряжение начала внутренних разрядов в изоляции $U_{кор}$, кВ, испытательное напряжение частотой 50 Гц изоляции $U_{исп}$, кВ, приведены в табл. 19.9, 19.14, 19.17, 19.20, 19.22, 19.24.

Испытательное напряжение, кВ, при Z, Ом

Диаметр по изоляции, мм	50	75
13	7	6–7
17	10	12
24	15–22	13–15
33	22	22
44	25	25

Испытательное напряжение частотой 50 Гц оболочки кабелей РК50-7-11 и РК50-7-12 равно 3 кВ при испытании в воде и 8 кВ на АСИ.

Длительно допустимая предельная мощность высокой частоты на входе кабеля при определенных температуре окружающего его воздуха и КСВН, кВт, или длительно допустимый ток высокой частоты в узле напряжения, А, или (и) длительно допустимое напряжение высокой частоты и узле тока, кВ, приведеиы в табл. 19.10;

стойкость к механическим воздействиям. Кабели определенных марок, указанных в ГОСТ или ТУ, имеют достаточную механическую прочность и устойчивость к воздействию механических нагрузок, приведенных в табл. 19.5. Кабели, предназначенные для работы в условиях воздействия акустического шума, устойчивы к его воздействию в соответствии со следующимн параметрами в диапазоне частот 50–10000 Гц:

Максимальный уровень звукового давления, дБ	130	140	150	160	170
Степень жесткости по ГОСТ 16960-71	I	II	III	IV	V

Кабели, предназначенные для эксплуатации с перегнбами или перемотками, устойчивы к воздействию перегибов и перемоток;

стойкость к климатическим воздействиям. Кабели устойчивы к воздействию:

а) максимально допустимой температуры при эксплуатации (требование по нагревостойкостн);

б) минимально допустимой температуры при эксплуатации (требования к холодостойкости);

в) повышенного и пониженного атмосфериого давления;

г) повышенной влажности воздуха в соответствии с табл. 19.6, указанной в соответствующих стандартах или ТУ на кабели определенных марок.

Таблица 19.5. **Параметры механических воздействий на кабеля**

Воздействующий фактор		Диапазон частот, Гц	Максимальное ускорение, м/с²	Длительность удара, мс	Степень жесткости по ГОСТ 16962-71
Вибрационные нагрузки		1–600	98,1	–	IX
		1–1000	98,1	–	X
		1–2000	147,15	–	XIII
		1–3000	196,2	–	XV
		1–5000	294,3	–	XVIII
		1–5000	392	–	XIX
Ударные нагрузки	многократные	–	392	2–10	II
			735,75	2–6	III
			1471,5	1–3	IV
	одиночные	–	1471,5	1–3	IV
			4905	1–2	V
			9810	0,2–1	VI
Линейные (центробежные) нагрузки		–	245	–	II
			490,5	–	III
			981	–	IV
			4905	–	VII

Таблица 19.6. **Устойчивость кабелей при климатических воздействиях**

Воздействующий фактор		Степень жесткости по ГОСТ 16962-71
Максимально допустимая температура при эксплуатации, °С:	50	III
	55	IV
	60	V
	70	VI
	85	VII
	100	VIII
	125	IX
	155	X
	200	XI
	250	XII
	315	XIII
	400	XIV
	500	XV
Минимально допустимая температура при эксплуатации, °С:	−10	III
	−30	V
	−40	VI
	−45	XII
	−60	VIII
	−85	IX
Пониженное атмосферное давление, кПа:	53,6	II
	26,6	III
	12,0	IV
	2,0	V
	0,67	VI
	$133 \cdot 10^{-3}$	IX
	$133 \cdot 10^{-6}$	X
Повышенное атмосферное давление, кПа:	147	I
	294	II
Относительная влажность воздуха, %, при температуре 25 °С и ниже без конденсации влаги	80	I
Относительная влажность воздуха, %, при температуре 35 °С и ниже без конденсации влаги	98	VI
Относительная влажность воздуха, %, при температуре 40 °С и ниже с конденсацией влаги	100	VIII

Максимально допустимой температурой кабеля при эксплуатации считают максимально допустимую температуру наименее нагревостойкого его элемента, устанавливающуюся вследствие нагрева окружающей средой и передаваемой по кабелю мощностью. Температура, при которой начинается выделение токсичных газов из кабелей с изоляцией и в оболочке из фторопласта-4 и фторсополимеров, и максимальная температура, при которой допускается изгибать кабель, указаны в соответствующих стандартах или ТУ на кабель определенной марки. Кабели устойчивы к воздействию смены температур от минимально допустимой температуры при эксплуатации до максимально допустимой температуры при эксплуатации.

Кабели, предназначенные для эксплуатации на открытом воздухе и под навесом, устойчивы к воздействию инея с последующим оттаиванием. Кабели, которые могут при эксплуатации подвергаться непосредственному облучению солнцем, устойчивы к воздействию солнечной радиации, характеризующейся верхними значениями интегральной плотности теплового потока 1125 Вт/м^2, в том числе плотности потока ультрафиолетовой части спектра (длина волн 280—400 мм) 42 Вт/м^2. Кабели, предназначенные для эксплуатации на побережьях, на морских судах и кораблях, устойчивы к воздействию соляного тумана. Кабели, предназначенные для эксплуатации в условиях влажного тропического климата, устойчивы к поражению плесневыми грибами и имеют степень биологического обрастания, оцениваемого по пятибалльной шкале, не более 2 баллов. Оболочка кабелей, предназначенных для эксплуатации при воздействии минерального масла, соленой воды и бензина, устойчива к воздействию этих жидкостей. Кабели озоностойки, если они предназначены для эксплуатации при повышенной концентрации озона. Кабели, предназначенные для эксплуатации при динамическом воздействии пыли, устойчивы к этому виду воздействия.

Требования к надежности. Надежность кабелей характеризуется безотказностью, долговечностью и сохраняемостью. Показателями безотказности являются вероятность безотказной работы в течение заданного времени и интенсивность отказов. Показателями долговечности кабелей являются минимальная наработка, 95 %-ный ресурс и срок службы. Значения минимальной наработки в зависимости от условий эксплуатации кабелей соответствуют одному из значений следующего ряда: 1000, 3000, 5000, 10 000, 20 000, 30 000, 50 000, 100 000 и 150 000 ч. По согласованию допускается устанавливать значение номинальной наработки менее 1000 ч. Значения срока службы, слагающегося из срока сохраняемости и минимальной наработки, соответствуют одному из значений следующего ряда: 5, 8, 12, 15, 20, 22 и 25 лет. Значение срока сохраняемости соответствует одному из значений ряда 5(5), 8(5), 12(5),

15 (5), 20 (8), 25 (10) лет и указано в стандартах или ТУ на кабели определенных марок. При этом первое число означает общий срок сохраняемости кабеля при хранении в отапливаемых хранилищах в упаковке изготовителя и вмонтированного в аппаратуру, а также в комплекте ЗИП, а второе (в скобках) – допустимое из этого срока время хранения под навесом в составе аппаратуры и ЗИП. При хранении кабели должны быть защищены от воздействия солнечной радиации, атмосферных осадков, агрессивных сред и механических воздействий. Срок сохраняемости при необходимости хранения в условиях, отличных от указанных, приводится в стандартах или ТУ на кабели определенных марок.

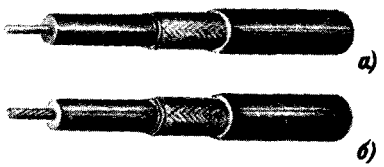


Рис. 19.1. Радиочастотный коаксиальный кабель со сплошной полиэтиленовой изоляцией:
а – с однопроволочным внутренним проводником; *б* – с семипроволочным внутренним проводником

Рис. 19.2. Радиочастотный коаксиальный кабель РКС-5

19.4. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ СО СПЛОШНОЙ ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Внешний вид радиочастотного коаксиального кабеля изображен на рис. 19.1. Конструктивные данные субминиатюрных, миниатюрных и среднегабаритных кабелей приведены в табл. 19.7, а крупногабаритных кабелей – в табл. 19.8.

Внутренний проводник большинства субминиатюрных, миниатюрных и среднегабаритных кабелей изготовляется однопроволочным медным, медным луженым, медным посеребренным, биметаллическим (сталь – медь), посеребренным биметаллическим. Для повышения гибкости и вибростойкости некоторых типов кабелей внутренний проводник изготавливают семипроволочным. Внутренний проводник крупногабаритных кабелей изготовляют из отожженной медной проволоки однопроволочным или скрученным из 7, 13 (в центре одна проволока диаметром 3 мм и в повиве 12 проволок диаметром 1 мм), 19, 37 и 49 проволок. На внутренний проводник накладывают концентрично полиэтиленовую изоляцию. Эксцентричность сплошной изоляции (максимальное смещение продольной оси внутреннего проводника относительно продольной оси кабеля) допускается не более 10%.

Внешний проводник субминиатюрных, миниатюрных, среднегабаритных и части крупногабаритных кабелей изготовляют из медной, медной луженой или медной посеребренной проволоки методом оплетки (плотность оплетки не менее 95%). Для повышения стабильности электрических параметров кабеля внешний проводник изготовляют двух- или трехслойным. Большинство крупногабаритных кабелей изготовляют с внешним проводником из медных прямоугольных проволок толщиной 0,3 – 0,6 мм, накладываемых повивом на изоляцию. Поверх внешнего проводника кабель обматывают двумя медными лентами толщиной 0,1 мм, являющимися экраном кабеля, на них накладывают ПЭ, ПВХ или свинцовую оболочку (рис. 19.2). Некоторые крупногабаритные кабели изготовляют бронированными с защитным покровом типов Б, БГ и К по ГОСТ 7006-72 или оплетенными стальной оцинкованной проволокой диаметром 0,30 мм плотностью не менее 85% (защитное покрытие ОП).

Электрические параметры коаксиальных кабелей с ПЭ изоляцией приведены в табл. 19.9 – 19.11.

Зависимость коэффициента затухания α и передаваемой мощности P кабелей от частоты приведена на рис. 19.3, 19.4. Кабели РК75-4-111 и РК75-4-112 имеют сопротивление связи на частоте 0,01 ГГц не более 1,0 МОм·м. Кабель РК50-7-11С имеет коэффициент стоячей волны напряжения (КСВН) в диапазоне частот 0,5 – 3,0 ГГц не более 1,15. В каждом диапазоне 0,5 – 1,5 и 1,5 – 3,0 ГГц допускается 10 максимальных значений КСВН более 1,15, но не превышающих 1,20.

Все кабели со сплошной ПЭ изоляцией устойчивы к воздействию вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц с ускорением 392 м/с^2, ударных многократных нагрузок с ускорением до 1471 м/с^2 и одиночных с ускорением до 9810 м/с^2, линейных нагрузок с ускорением до 4905 м/с^2. Макси-

Таблица 19.7. **Конструктивные данные радиочастотных коаксиальных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией**

Марка	Внутренний проводник			$D_{из}$, мм	Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм		Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		нормальная	малогабаритных отрезков
Субминиатюрные											
РК50-1-11	СМС	1 × 0,32	0,32	1,0 ± 0,1	ОМС	0,08	П	1,9 + 0,2	5,7	30	3
РК50-1-12	СМЛ	1 × 0,32	0,32	1,0 ± 0,1	ОМЛ	0,08	П	1,9 + 0,2	5,8	30	3
РК75-1-11	СМС	1 × 0,17	0,17	1,0 ± 0,1	ОМС	0,08	П	1,9 + 0,2	5,3	30	3
РК75-1-12	СМЛ	1 × 0,17	0,17	1,0 ± 0,1	ОМЛ	0,08	П	1,9 + 0,2	5,4	25	3
РК75-1-13	БС	7 × 0,06	0,18	1,0 ± 0,1	ОМС	0,08	П	1,9 + 0,2	5,1	25	5
Миниатюрные											
РК50-1,5-11	СМС	1 × 0,47	0,47	1,5 ± 0,1	ОМС	0,08	П	2,4 ± 0,2	9,4	30	3
РК50-1,5-12	СМЛ	1 × 0,47	0,47	1,5 ± 0,1	ОМЛ	0,08	П	2,4 ± 0,2	9,5	25	3
РК50-2-11	СМС	7 × 0,24	0,72	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	П	3,2 ± 0,25	16,4	30	3
РК50-2-12	МС	7 × 0,24	0,72	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	П	3,2 ± 0,25	16,4	30	3
РК50-2-13	М	1 × 0,67	0,67	2,2 ± 0,1	ОМ	0,10	В	3,70 ± 0,25	24,6	50	5
РК50-2-15	МС	7 × 0,24	0,72	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	П	3,20 ± 0,25	16,4	30	3
РК50-2-16	СМЛ	7 × 0,24	0,72	2,2 ± 0,1	ОМЛ	0,10	П	3,2 ± 0,25	16,6	30	3
РК50-3-11	М	1 × 0,90	0,90	2,95 ± 0,10	ДОМЛ	0,12	П	5,0 ± 0,25	50	30	3
РК50-3-13	М	1 × 0,90	0,90	2,95 ± 0,10	ОМЛ	0,10	В	4,40 ± 0,25	39	30	3
РК75-1,5-11	СМС	1 × 0,24	0,24	1,5 ± 0,1	ОМС	0,08	П	2,4 ± 0,2	8,4	30	3
РК75-1,5-12	СМЛ	1 × 0,24	0,24	1,5 ± 0,1	ОМЛ	0,08	П	2,4 ± 0,2	8,6	30	3
РК75-2-11	М	1 × 0,37	0,37	2,2 ± 0,1	ОМЛ	0,10	П	3,7 ± 0,25	19,5	25	5
РК75-2-12	МС	7 × 0,12	0,36	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	П	3,2 ± 0,25	14,5	30	3
РК75-2-13	МЛ	7 × 0,12	0,36	2,2 ± 0,1	ОМЛ	0,10	П	3,2 ± 0,25	14,7	30	3
Среднегабаритные											
РК50-4-11	М	1 × 1,37	1,37	4,6 ± 0,2	ДОМ	0,15	П	9,6 ± 0,6	123	50	50
РК50-4-13	М	1 × 1,37	1,37	4,6 ± 0,2	ДОМ	0,15	В	9,6 ± 0,6	141	50	50
РК50-7-11	М	7 × 0,76	2,28	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	П	10,3 ± 0,6	134	50	50

Продолжение табл. 19.7

Марка	Внутренний проводник			$D_{из}$, мм	Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм		Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		нормальная	маломерных отрезков
РК50-7-11С	М	7 × 0,76	2,28	7,25 ± 0,1	ОМ	0,15	П	10,3 ± 0,3	150	100	25
РК50-7-12	М	7 × 0,76	2,28	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	П	11,2 ± 0,7	178	50	5
РК50-7-15	М	7 × 0,76	2,28	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	В	10,3 ± 0,6	147	50	5
РК50-7-16	М	7 × 0,76	2,28	7,25 ± 0,25	ДОМ	0,15	В	11,2 ± 0,7	195	50	5
РК50-9-11	М	7 × 0,90	2,70	9,0 ± 0,25	ОМ	0,20	П	12,2 ± 0,80	196	100	10
РК50-9-12	М	7 × 0,90	2,70	9,0 ± 0,25	ОМ	0,20	В	12,2 ± 0,80	213	100	10
РК50-11-11	М	7 × 0,18	3,54	11,5 ± 0,3	ОМ	0,20	П	14,5 ± 0,8	285	50	5
РК50-11-13	М	7 × 1,18	3,54	11,5 ± 0,3	ОМ	0,20	В	14,5 ± 0,8	305	50	5
РК75-4-11	М	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,2	ОМ	0,15	П	7,3 ± 0,4	63	100	5
РК75-4-11С	М	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,05	ОМ	0,15	П	7,3 ± 0,2	64	100	25
РК75-4-12	М	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,15	ОМ	0,15	П	7,3 ± 0,4	63	50	5
РК75-4-12С	М	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,05	ОМ	0,15	П	7,3 ± 0,3	68	100	25
РК75-4-13	М	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,2	ОМ	0,15	В	$7{,}6^{+0{,}4}_{-0{,}6}$	74,6	200	–
РК75-4-15	М	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,15	ОМ	0,15	В	7,3 ± 0,4	72	100	5
РК75-4-16	М	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,15	ОМ	0,15	В	7,3 ± 0,4	72	50	5
РК75-4-18	М	1 × 0,72	0,72	4,6 + 0,20	ОМС	0,15	П	7,3 ± 0,4	63,8	50	5
РК75-7-11	М	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,25	ОМ	0,15	П	9,5 ± 0,6	104	50	5
РК75-7-12	М	7 × 0,4	0,20	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	П	10,3 ± 0,6	116	50	5
РК75-7-15	М	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,25	ОМ	0,15	В	9,5 ± 0,6	113	50	5
РК75-7-16	М	7 × 0,40	1,20	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	В	10,3 ± 0,6	129	50	5
РК75-9-12	М	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,25	ОМ	0,20	В	12,2 ± 0,8	189	100	10
РК75-9-13	М	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,25	ОМ	0,20	П	12,2 ± 0,8	172	100	10
РК75-9-13С	М	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,15	ОМ	0,20	П	12,2 ± 0,4	176	100	25
РК75-9-14	М	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,3	ОМ	0,20	В	$13{,}2^{+0{,}8}_{-1{,}0}$	213,8	600	–
РК75-9-18	М	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,3	С	–	С	11,0 ± 0,7	453	100	10
РК100-7-11	М	1 × 0,60	0,60	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	П	9,7 ± 0,6	102	50	5
РК100-7-13	М	1 × 0,60	0,60	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	В	9,7 ± 0,6	112	50	5

Таблица 19.8. **Конструктивные данные крупногабаритных радиочастотных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией**

Марка	Внутренний проводник		$D_{из}$, мм	Внешний проводник		$n \times \Delta$ экрана, мм	Оболочка		Защитный покров D, мм		g, кг/км	Длина, м	
	$n \times d$, мм	d, мм		Материал	d или Δ, мм		Материал	$D_{об}$, мм	Б	ОП		нормальная	маломерных отрезков
РК50-13-15	1 × 3,6	3,60	13,0 ± 0,4	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	16,8 ± 0,7	27,2	18,0 ± 0,7	1170; 1944; 1301	100	25
РК50-13-17	7 × 1,33	3,99	13,0 ± 0,4	ОМ	0,2 – 0,3	–	П	17,2 ± 0,7	–	–	403	100	25
РК50-17-17	19 × 1,03	5,15	17,3 ± 0,4	ОМ	0,2 – 0,3	–	П	21,7 ± 0,8	–	–	610	100	25
РК50-24-15	1 × 6,7	6,70	24,0 ± 0,7	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	28,0 ± 1,1	38,4	29,2 ± 1,1	2476; 3660; 2708	100	25
РК50-24-16	37 × 1,0	7,00	24,0 ± 0,7	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	28,0 ± 1,1	–	–	2426	100	25
РК50-24-17	37 × 1,0	7,00	24,0 ± 0,7	ОМ	0,2 – 0,3	–	П	29,0 ± 1,1	–	–	1046	100	25
РК50-33-15	37 × 1,33	9,31	33,0 ± 0,8	ПМ	0,6	2 × 0,10	С	37,4 ± 1,5	47,8	38,6 ± 1,5	3862; 5372; 4182	100	25
РК50-33-17	37 × 1,37	9,59	33,0 ± 0,8	ОМ	0,3	–	П	38,6 ± 1,5	–	–	1770	100	25
РК50-44-15	19 × 2,24	12,2	44,0 ± 1,0	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	48,4 ± 2,0	58,8	49,6 ± 2,0	5635; 7530; 6036	100	25
РК50-44-17	37 × 1,81	12,67	44,0 ± 1,0	ОМ	0,2 – 0,3	–	П	50,4 ± 1,7	–	–	2966	100	25
РК75-13-11	1 × 1,95	1,95	13,0 ± 0,4	М	0,20	–	П	16,6 ± 0,8	–	–	303	50	5
РК75-13-15	1 × 2,05	2,05	13,0 ± 0,4	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	16,8 ± 0,7	27,2 ± 2	18,0 ± 0,7	1115; 1891; 1254	100	25
РК75-13-17	1 × 2,05	2,05	13,0 ± 0,4	ПМ	0,5	2 × 0,10	П	17,7 ± 0,7	23,2*	35,1**	487; 1047; 1313	100	25
									27,6		3130		
РК75-13-18	49 × 0,26	2,34	13,0 ± 0,4	ОМ	0,3	–	В	17,4 ± 0,7	–	–	380	100	25
РК75-17-17	1 × 2,63	2,63	17,3 ± 0,4	ПМ	0,5	2 × 0,10	П	22,2 ± 0,8	27,7*	39,6**	710; 1388	100	25
									32,1		1704; 3729		
РК75-24-15	1 × 3,6	3,60	24,0 ± 0,7	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	28,0 ± 1,1	38,4	29,2 ± 1,1	2278; 3458; 2500	100	25
РК75-24-17	1 × 3,6	3,60	24,0 ± 0,7	ПМ	0,5	2 × 0,10	П	29,5 ± 1,1	35,0*	46,9**	1137; 2005	100	25
РК75-24-18	49 × 0,44	3,96	24,0 ± 0,7	ОМ	0,3	–	В	29,0 ± 1,1	39,4	–	2395; 4969		
РК75-33-15	1 × 5,0	5,00	33,0 ± 0,8	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	37,4 ± 1,5	47,8	–	950	100	25
РК75-33-17	1 × 5,0	5,00	33,0 ± 0,8	ПМ	0,5	2 × 0,10	П	39,0 ± 1,5	44,5*	38,6 ± 1,5	3612; 5083; 3932	100	25
									48,9	–	1848; 2992; 3477	100	25
РК75-44-15	1 × 6,6	6,60	44,0 ± 1,0	ПМ	0,5	2 × 0,10	С	48,4 ± 2,0	58,8	49,6 ± 2,0	5174; 7069; 5575	100	25
РК75-44-17	1 × 6,6	6,60	44,0 ± 1,0	ПМ	0,5	2 × 0,10	П	51,0 ± 2,0	–	–	2945	100	25

* С защитным покровом БГ.
** С защитным покровом К.

Таблица 19.9. **Электрические параметры радиочастотных коаксиальных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией**

Марка	Технические требования							Справочные данные							
	Z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп}$, кВ	$U_{кор}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт, при f, ГГц			
		0,2	3	10				0,01	0,1	1,0	10	0,01	0,1	1,0	10
Субминиатюрные															
РК50-1-11	50 ± 3,5	–	3,4	–	320	1,2	0,6	0,102	0,42	1,03	4,6	0,25	0,64	0,0105	0,0038
РК50-1-12	50 ± 3,5	–	3,5	–	320	1,2	0,6	0,102	0,46	1,15	4,65	0,112	0,048	0,0108	0,004
РК75-1-11	75 ± 5	–	3,3	–	320	1,0	0,5	0,104	0,46	1,10	5,20	0,22	0,056	0,0108	0,004
РК75-1-12	75 ± 5	–	3,5	–	320	1,0	0,5	0,104	0,46	1,15	6,0	0,15	0,048	0,0108	0,004
РК75-1-13	75 ± 5	0,65	–	–	500	1,0	0,5	0,112	0,52	1,15	5,8	0,102	0,045	0,0108	0,004
Миниатюрные															
РК50-1,5-11	50 ± 3	–	2,5	–	320	1,8	0,9	0,08	0,33	1,02	4,40	0,30	0,068	0,020	0,0046
РК50-1,5-12	50 ± 3	–	2,6	–	320	1,8	0,9	0,08	0,33	1,02	4,40	0,28	0,062	0,0118	0,0043
РК50-2-11	50 ± 3	0,30	1,80	–	320	3	1,5	0,032	0,11	0,58	1,28	0,55	0,11	0,046	0,01
РК50-2-12	50 ± 3	–	2,0	–	320	2,2	1,1	0,051	0,20	0,65	2,5	0,70	0,20	0,050	0,012
РК50-2-13	50 ± 3	0,30	1,80	–	320	3	1,5	0,032	0,11	0,58	1,28	0,52	0,115	0,048	0,015
РК50-2-15	50 ± 3	–	1,85	–	10	3	1,5	0,04	0,115	0,62	3,0	0,60	0,115	0,05	0,015
РК50-2-16	50 ± 3	–	2,10	–	320	2,2	1,1	0,06	0,22	0,72	3,0	0,70	0,20	0,05	0,0102
РК50-3-11	50 ± 2,5	0,28	1,40	–	10	4	2	0,04	0,105	0,52	1,24	0,90	0,30	0,07	0,02
РК50-3-13	50 ± 2,5	0,25	1,40	–	320	4	2	0,04	0,106	0,58	1,24	0,90	0,30	0,07	0,02
РК75-1,5-11	75 ± 3,5	–	2,8	–	320	1,5	0,7	0,072	0,30	0,90	3,5	0,24	0,068	0,021	0,006
РК75-1,5-12	75 ± 3,5	–	3,1	–	320	1,5	0,7	0,08	0,31	1,00	4,0	0,25	0,068	0,021	0,006
РК75-2-11	75 ± 5	–	1,8	–	320	2,6	1,3	0,06	0,22	0,70	2,8	0,42	0,115	0,042	0,015
РК75-2-12	75 ± 3,5	–	2,0	–	320	1,9	0,9	0,06	0,24	0,72	3,0	0,42	0,108	0,046	0,012
РК75-2-13	75 ± 3,5	–	2,1	–	320	1,9	0,9	0,06	0,22	0,68	2,6	0,41	0,108	0,048	0,016
Среднегабаритные															
РК50-4-11	50 ± 2	–	1,15	3,0	10	6	3	0,026	0,09	0,42	2,0	1,10	0,40	0,10	0,03
РК50-4-13	50 ± 2	–	1,15	3,0	10	6	3	0,026	0,10	0,45	2,0	1,08	0,40	0,10	0,03
РК50-7-11	50 ± 2	0,14	0,80	–	200	10	4	0,018	0,07	0,33	1,10	1,22	0,60	0,11	0,04

Продолжение табл. 19.9

Марка	Технические требования							Справочные данные							
	Z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп}$, кВ	$U_{кор}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт, при f, ГГц			
		0,2	3	10				0,01	0,1	1,0	10	0,01	0,1	1,0	10
РК50-7-11С	50 ± 1	0,15	0,90	–	200	10	4	0,02	0,09	0,39	1,10	2,20	0,50	0,12	0,032
РК50-7-12	50 ± 2	–	0,90	2,2	10	10	4	0,02	0,08	0,38	1,10	2,0	0,70	0,20	0,05
РК50-7-15	50 ± 2	0,14	0,80	–	200	10	4	0,011	0,07	0,38	1,15	2,0	0,55	0,108	0,036
РК50-7-16	50 ± 2	–	0,90	2,2	10	10	4	0,02	0,07	0,36	1,08	2,2	0,75	0,21	0,05
РК50-9-11	50 ± 2	0,12	0,75	–	200	10	5	0,011	0,06	0,31	1,10	4,0	0,80	0,32	0,05
РК50-9-12	50 ± 2	0,12	0,75	–	200	10	5	0,0105	0,06	0,31	1,08	4,0	0,90	0,23	0,056
РК50-11-11	50 ± 2	0,10	0,75	–	200	14	5,5	0,011	0,06	0,30	–	5,2	1,03	0,32	–
РК50-11-13	50 ± 2	0,10	0,75	–	200	14	5,5	0,0108	0,06	0,36	–	5,2	1,03	0,32	–
РК75-4-11	75 ± 3	0,18	1,0	–	200	5	2,5	0,02	0,08	0,41	2,0	1,05	0,40	0,08	0,02
РК75-4-11С	75 ± 1,5	0,18	1,0	–	200	5	2,5	0,02	0,10	0,50	2,08	1,05	0,30	0,08	0,02
РК75-4-12	75 ± 3	0,18	1,0	–	200	5	2	0,02	0,08	0,41	2,0	1,02	0,32	0,08	0,026
РК75-4-12С	75 ± 1,5	0,20	1,1	–	200	6	2	0,02	0,10	0,50	2,05	1,02	0,32	0,08	0,022
РК75-4-13	–	–	–	–	–	–	–	0,03	0,15	0,55	2,05	1,02	0,32	0,08	0,022
РК75-4-15	75 ± 3	0,18	1,0	–	200	5	2,5	0,02	0,075	0,40	2,0	1,02	0,32	0,07	0,02
РК75-4-16	75 ± 2,5	0,18	1,0	–	200	5	2	0,022	0,10	0,52	3,0	1,08	0,38	0,08	0,023
РК75-4-18	75 ± 3,0	–	–	2,5	200	5	2,5	0,02	0,09	0,42	2,0	0,80	0,31	0,06	0,015
РК75-7-11	75 ± 3	0,13	0,85	–	200	8	4	0,01	0,06	0,32	1,08	2,0	0,68	0,19	0,05
РК75-7-12	75 ± 3	0,14	0,80	–	200	8	4	0,012	0,063	0,30	1,02	2,22	0,53	0,108	0,03
РК75-7-15	75 ± 3	0,13	0,85	–	200	8	4	0,012	0,06	0,36	1,18	2,2	0,60	0,11	0,04
РК75-7-16	75 ± 3	0,14	0,85	–	200	8	3	0,0115	0,07	0,36	1,18	2,2	0,56	0,11	0,035
РК75-9-12	75 ± 2,5	0,12	0,75	–	200	10	5	0,011	0,06	0,28	1,05	3,8	0,90	0,28	0,062
РК75-9-13	75 ± 3	0,12	0,75	–	200	9	4,5	0,012	0,056	0,28	1,01	3,6	0,90	0,30	0,07
РК75-9-13С	75 ± 1,5	0,12	0,75	–	200	9	4,5	0,014	0,06	0,34	1,01	3,2	0,90	0,34	0,07
РК75-9-14	75 ± 3	0,05*	0,60		200	9	4,5	0,01	0,05	0,21	1,00	4,0	1,0	0,38	0,08
РК75-9-18	75 ± 3	0,045*	0,90	–	–	12	5,5	0,021	0,92	0,40	–	3,5	0,9	0,25	–
РК100-7-11	100 ± 5	0,13	0,85	–	200	6	3	0,011	0,066	0,36	1,16	1,05	0,46	0,11	0,042
РК100-7-13	100 ± 5	0,13	0,85	–	200	6	3	0,0105	0,062	0,34	1,16	1,10	0,48	0,108	0,042

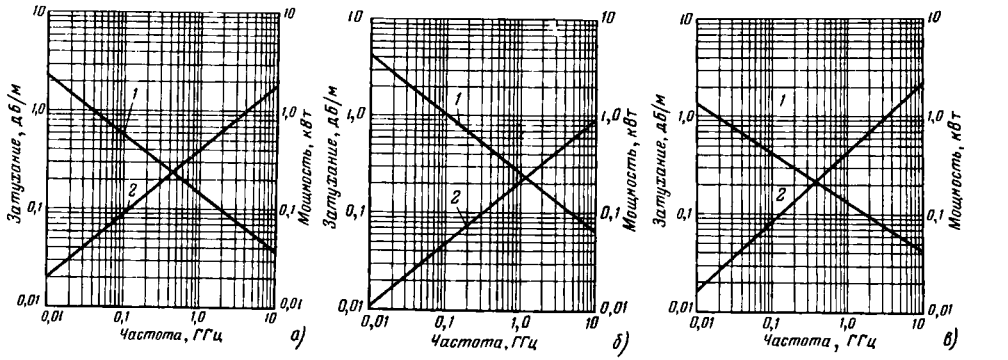


Рис. 19.3. Зависимости P и α от частоты для кабелей:
а – РК50-7-11; *б* – РК75-7-11; *в* – РК100-7-11; *1* – допускаемая мощность P на входе при $t = 40$ °С и КСВн-1; *2* – коэффициент затухания α при $t = 20$ °С

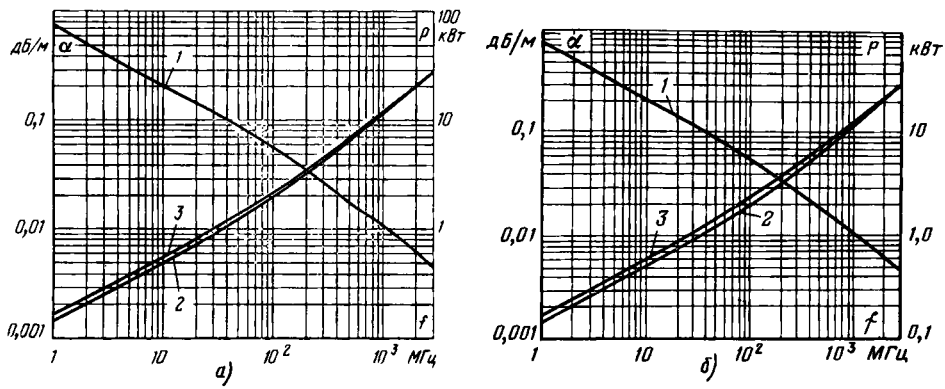


Рис. 19.4. Зависимости P и α от частоты для кабелей:
а – РК50-24-15; *б* – РК75-24-25. *1* – допускаемая мощность P на входе при $t = 40$ С и КСВн-1; *2* – α при 20 С; *3* – α в рабочем режиме при $t = 40$ С и P_{max}

мально допустимая температура кабелей в ПЭ оболочке 85 °С, а в ПВХ оболочке – 70 °С; минимально допустимая температура при эксплуатации кабелей в ПЭ оболочке –60 °С, при изгибах –30 °С, а в ПВХ оболочке –40 °С (в фиксированном состоянии и при изгибах). Кабели субминиатюрные, миниатюриые и среднегабаритные выдерживают поиижеиное атмосферное давление до 0,67 кПа и повышенное атмосферное давление до 294 кПа, а кабели крупногабаритные выдерживают пониженное атмосферное давление до 53,6 кПа. Все кабели этой серии устойчиво работают при относительной влажности воздуха до 98% при температуре 35 °С (степень жесткости VII), при инее с последующим оттаиванием, солнечной радиации, в соляном тумане, воздействии плесневых грибов, минерального масла, соленой воды, бензина и динамического воздействия пыли. Минимальный радиус изгиба кабелей при траиспортировании и хранении, при монтаже при температуре 5 °С и выше и ниже 5 °С приведен в табл. 19.12. В этой же таблице приведены данные о минимальной наработке, сроке службы и сроке сохраняемости кабеля.

Кабели РК50-4-14 и РК50-4-140П имеют радиационно-модифицированную (облученную) изоляцию в оболочке из капрона и двух шлангов из резины ШНН-45 УТ толщиной 1,2 и 1,4 мм с лавсановой оплеткой между ними. Поверх наружного шлаига кабеля РК50-4-140П накладывают двухслойную оплетку из стальной высоколегированной антикоррозионной проволоки диаметром

Таблица 19.10. **Электрические параметры крупногабаритных радиочастотных коаксиальных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией**

Марка	Технические требования								Справочные данные					
	z, Ом	α, дБ/м, при f, МГц			$U_{исп}$, кВ		$U_{кор}$, кВ	Длительно-допустимый ток при 1,76 МГц, А	I, А, при $f = 1{,}76$ МГц и нагрузке			$U_{исп}$, кВ, при $f = 1{,}76$ МГц и нагрузке		
		15	200	сопротивление связи, МОм/м	при 50 Гц	при 1,76 МГц			непрерывной	прерывной	повторно-кратковременной	непрерывной	прерывной	повторно-кратковременной
РК50-13-15	50 ± 2	0,014	–	1	10	7	7	17	17	19	–	6	–	–
РК50-13-17	50 ± 2	0,018	–	50	10	7	7	16	16	18	–	6	–	–
РК50-17-17	50 ± 2	0,016	–	50	25	10	9	20	–	–	–	7	–	–
РК50-24-15	50 ± 2	0,009	–	1	25	15	14	29	29	33	–	8	10	13
РК50-24-16	50 ± 2	–	0,052	1	25	22	22	28	28	–	–	8	–	–
РК50-24-17	50 ± 2	0,012	–	50	25	15	13	27	27	31	125	8	10	12
РК50-33-15	50 ± 2	0,0075	–	1	25	22	20	34	34	40	165	9	11	19
РК50-33-17	50 ± 2	0,010	–	50	25	22	17	26	33	37	160	9	11	19
РК50-44-15	50 ± 2	0,006	0,04	1	25	25	22	42	42	49	240	10	12	21
РК50-44-17	50 ± 2	0,008	–	50	25	25	22	38	38	46	220	10	12	21
РК75-13-11	75 ± 3	–	0,1 0,65*		12	–	6	–	–	–	–	–	–	–
РК75-13-15	75 ± 3	0,014	0,08	1	10	7	7	12,5	12,5	–	–	6	–	–
РК75-13-17	75 ± 3	0,014	–	5	10	7	7	12,5	13	14	65	6	6	6,5
РК75-13-18	75 ± 3	0,03	–	50	10	6	6	11	11	12	50	6	6	6,5
РК75-17-17	75 ± 3	0,012	–	5	18	12	8	16	17	18	80	7	8	9
РК75-24-15	75 ± 3	0,009	–	1	25	15	13	21	21	25	100	9	11	12
РК75-24-17	75 ± 3	0,009	–	5	25	15	13	21	22	25	100	9	11	12
РК75-24-18	75 ± 3	0,02	–	50	25	13	12	17	18	19	80	9	11	12
РК75-33-15	75 ± 3	0,0075	–	1	25	22	17	27	27	33	135	10	12	16
РК75-33-17	75 ± 3	0,0075	–	5	25	22	17	27	28	33	135	10	12	16
РК75-44-15	75 ± 3	0,006	–	1	25	25	22	34	34	42	190	11	13	21
РК75-44-17	75 ± 3	0,006	–	5	25	25	22	34	36	42	190	11	13	21

* На частоте 600 МГц.

Таблица 19.11. **Частотные зависимости α и *P* крупногабаритных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией (справочные данные)**

Марка	α, дБ/м, при *f*, ГГц					*P*, кВт, при *f*, ГГц				
	0,001	0,01	0,1	1,0	3,0	0,001	0,01	0,1	1,0	3,0
РК50-13-15	0,003	0,010	0,040	0,20	0,50	38,0	8,5	2,2	0,5	0,23
РК50-13-17	0,0042	0,015	0,048	0,20	0,48	20	6,0	1,15	0,4	0,15
РК50-17-17	0,0038	0,0105	0,040	0,15	0,30	30	8,0	2,2	0,5	0,2
РК50-24-15	0,0032	0,0102	0,040	0,15	0,40	30	7,5	2,0	0,42	0,20
РК50-24-16	0,0020	0,007	0,034	0,102	0,30	60	11,5	4,2	0,90	0,40
РК50-24-17	0,0028	0,009	0,035	0,15	0,36	50	10,8	3,8	0,7	0,30
РК50-33-15	0,0015	0,0055	0,021	0,10	1,0	100	28	6,8	1,0	0,2
РК50-33-17	0,002	0,008	0,030	0,115	–	70	20	5,0	0,9	–
РК50-44-15	0,001	0,004	0,015	0,102	–	–	40	10	1,0	–
РК50-44-17	0,0016	0,0062	0,022	0,105	–	–	30	8	1,0	–
РК75-13-11	–	0,009	0,042	0,20	0,40	–	7,5	2,1	0,5	0,3
РК75-13-15	0,0032	0,010	0,040	0,115	0,40	22	7,0	2,0	0,48	0,2
РК75-13-17	0,003	0,0101	0,04	0,115	0,40	22	6,2	1,15	0,50	0,2
РК75-13-18	0,0058	0,020	0,07	0,28	0,50	10,5	4,0	1,05	0,30	0,10
РК75-17-17	0,0032	0,009	0,032	0,105	0,36	30	8,0	2,2	0,50	0,20
РК75-24-15	0,002	0,006	0,026	0,105	0,30	52	11,2	4,0	0,80	0,30
РК75-24-17	0,00108	0,006	0,025	0,105	0,30	52	11,2	4,0	0,80	0,35
РК75-24-18	0,0028	0,0105	0,060	0,020	0,36	40	8,0	2,0	0,60	0,38
РК75-33-15	0,00105	0,005	0,02	0,10	–	82	24	6,0	1,0	0,3
РК75-33-17	0,00105	0,005	0,02	0,102	0,50	80	20	6,0	1,0	0,3
РК75-44-15	0,001	0,004	0,015	0,102	–	102	31	8,0	1,0	–
РК75-44-17	0,001	0,004	0,0115	0,102	–	102	32	8,0	1,0	–

Таблица 19.12. **Минимальный радиус изгиба, максимальная наработка, срок службы и сохраняемость коаксиальных кабелей со сплошной ПЭ изоляцией**

Марка	Минимальный радиус изгиба, мм			Максимальная наработка, ч	Срок, лет	
	при транспортировании и хранении	при монтаже при температуре выше 5 С	при монтаже при температуре ниже 5 С		службы	сохраняемости
Субминиатюрные						
РК50-1-11	20	10	20	5000	12	12(5)
РК50-1-12	20	10	20	5000	12	12(5)
РК75-1-11	20	10	20	5000	12	12(5)
РК75-1-12	20	10	20	5000	12	12(5)
РК75-1-13	20	10	20	10 000	12	12(5)
Миниатюрные						
РК50-1,5-11	25	10	25	5000	12	12(5)
РК50-1,5-12	25	10	25	5000	12	12(5)
РК50-2-11	40	20	40	5000	12	12(5)
РК50-2-12	30	15	30	5000	12	12(5)
РК50-2-13	40	20	40	2000	8	8(5)
РК50-2-15	70	22	44	5000	12	12(5)
РК50-2-16	30	15	30	5000	12	12(5)
РК50-3-11	60	30	60	10 000	12	12(5)
РК50-3-13	60	30	60	2000	8	8(5)
РК75-1,5-11	25	10	25	5000	12	12(5)
РК75-1,5-12	25	10	25	5000	12	12(5)
РК75-2-11	70	20	40	5000	12	12(5)
РК75-2-12	30	15	30	5000	12	12(5)
РК75-2-13	30	15	30	5000	12	12(5)

Продолжение табл. 19.12

Марка	Минимальный радиус изгиба, мм			Максимальная наработка, ч	Срок, лет	
	при транспортировании и хранении	при монтаже при температуре выше 5 °С	при монтаже при температуре ниже 5 °С		службы	сохраняемости
			Среднегабаритные			
РК50-4-11	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК50-4-13	100	50	100	3000	8	8(5)
РК50-7-11	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК50-7-11С	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК50-7-12	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК50-7-15	100	50	100	4000	8	8(5)
РК50-7-16	100	50	100	4000	8	8(5)
РК50-9-11	120	60	120	10 000	12	12(5)
РК50-9-12	120	60	120	5000	8	8(5)
РК50-11-11	140	70	140	10 000	12	12(5)
РК50-11-13	140	70	140	5000	8	8(5)
РК75-4-11	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-11С	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-12	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-12С	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-13	142	50	100	7000	8	8(5)
РК75-4-15	70	40	70	3000	8	8(5)
РК75-4-16	70	40	70	3000	8	8(5)
РК75-4-18	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-110	70	40	70	10 000	12	12(5)
РК75-4-111	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК75-4-112	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК75-7-11	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК75-7-12	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК75-7-15	100	50	100	4000	8	8(5)
РК75-7-16	100	50	100	4000	8	8(5)
РК75-9-12	120	60	120	5000	8	8(5)
РК75-9-13	120	60	120	10 000	12	12(5)
РК75-9-13С	120	60	120	10 000	12	12(5)
РК75-9-14	190	60	150	7000	8	8(5)
РК75-9-18	110	60	110	10 000	12	12(5)
РК100-7-11	100	50	100	10 000	12	12(5)
РК100-7-13	100	50	100	4000	8	8(5)
			Крупногабаритные			
РК50-13-15	270	–	270	10 000	12	12(5)
РК50-13-17	225	90	180	10 000	12	12(5)
РК50-17-17	270	110	220	10 000	12	12(5)
РК50-24-15	450	200	450	10 000	12	12(5)
РК50-24-16	450	200	450	10 000	12	12(5)
РК50-24-17	325	140	280	10 000	12	12(5)
РК50-33-15	500	260	500	10 000	12	12(5)
РК50-33-17	450	180	360	10 000	12	12(5)
РК50-44-15	660	340	660	10 000	12	12(5)
РК50-44-17	560	240	480	10 000	12	12(5)
РК75-13-11	270	180	270	10 000	12	12(5)
РК75-13-15	270	120	270	10 000	12	12(5)
РК75-13-17	225	100	200	10 000	12	12(5)
РК75-13-18	225	90	180	5000	8	8(5)
РК75-17-12	250	150	250	10 000	12	12(5)
РК75-17-17	275	120	240	10 000	12	12(5)
РК75-24-15	450	200	450	10 000	12	12(5)
РК75-24-17	325	150	300	10 000	12	12(5)
РК75-24-18	325	140	280	5000	8	8(5)
РК75-33-15	560	250	560	10 000	12	12(5)
РК75-33-17	450	200	400	10 000	12	12(5)
РК75-44-15	660	340	660	10 000	12	12(5)
РК75-44-17	560	250	500	1000	12	12(5)

Рис. 19.5. Радиочастотный коаксиальный кабель РК50-7-22 со сплошной Ф-4 изоляцией

0,30 мм плотностью 92 и 94 %. Этот кабель имеет разрушающую нагрузку при растяжении не менее 147 МН и предназначен для эксплуатации при радиальном гидростатическом давлении до 1 МПа и внутреннем давлении на концах кабеля до 1 МПа, при вибрационных нагрузках в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с ускорением до 150 м/с^2, при ударных нагрузках 10000 ударов с ускорением до 400 м/с^2 и 9 ударов с ускорением до 1500 м/с^2 при линейных нагрузках до 500 м/с^2.

Кабель РК50-4-15 имеет капроновую оболочку и шланг из резины ШНН-45 УТ толщиной 1,2 мм.

19.5. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ СО СПЛОШНОЙ ФТОРОПЛАСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Внешний вид коаксиального кабеля со сплошной фторопластовой изоляцией (Ф-4) изображен на рис. 19.5. Конструктивные данные этих кабелей приведены в табл. 19.13. Внутренний проводник коаксиальных кабелей с изоляцией Ф-4 изготовляют из посеребренной медной, биметаллической (сталемедной) или бронзовой проволоки. Большинство кабелей этой серии изготовляют с однопроволочным внутренним проводником. Для повышения гибкости и вибростойкости некоторые марки кабеля изготовляют с семипроволочным внутренним проводником. Внутренний проводник обматывают лентами Ф-4 для получения требуемого диаметра по изоляции (табл. 19.13) и оплетают медной посеребренной проволокой диаметром 0,08 – 0,20 мм плотностью не менее 95 %. Для повышения стабильности электрических параметров отдельные марки кабелей имеют двухслойную оплетку медной посеребренной проволокой. Поверх внешнего проводника кабели с изоляцией Ф-4 обматывают лентами Ф-4, оплетают стеклопряжей и покрывают кремнийорганическим лаком или обматывают лентами Ф-4 и накладывают шланг из кремнийорганической резиины или оболочку из фторсополимера Ф-4МБ.

Электрические параметры коаксиальных кабелей со сплошной Ф-4 изоляцией приведены в табл. 19.14. Зависимости α и P кабелей от частоты приведены на графике рис. 19.6. Емкость кабелей, имеющих волновое сопротивление 50 Ом, 95 пФ/м, 75 Ом – 63 пФ/м и 100 Ом – 47 пФ/м, коэффициент укорочения длины волны 1,41 и сопротивление изоляции не менее 5 ТОм·м.

Кабели со сплошной Ф-4 изоляцией устойчивы к вибрационным нагрузкам в диапазоне от 1 до 5000 Гц с ускорением 392 м/с^2, многократным ударным нагрузкам с ускорением 1471 м/с^2, одиночным ударным нагрузкам с ускорением до 9810 м/с^2 и линейным нагрузкам с ускорением до 4905 м/с^2. Кабели со сплошной Ф-4 изоляцией предназначены для работы при температуре от –60 до 200 °С. При изгибах минимальная температура повышается до

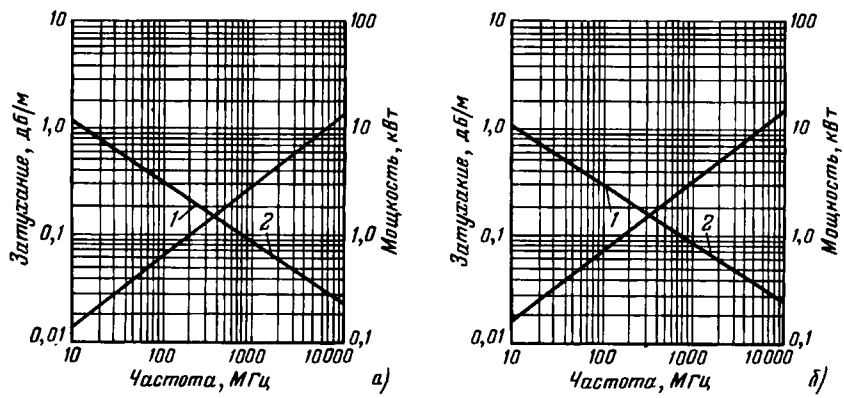


Рис. 19.6. Зависимости P и α от частоты для кабелей:
а – РК50-7-22; *б* – РК75-7-22 (обозначения см. на рис. 19.3)

Таблица 19.13. **Конструктивные данные радиочастотных коаксиальных кабелей со сплошной изоляцией из Ф-4**

Марка	Внутренний проводник			Изоляция		Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм	Материал	$D_{из}$, мм	Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		номинальная	маломерных отрезков
Субминиатюрные												
РК50-0,6-21	МС	7 × 0,08	0,24	Ф-4	0,6 ± 0,05	ОМС	0,06	–	не более 1,0	2,0	2	0,5
РК50-0,6-22	МС	7 × 0,08	0,24	Ф-4	0,6 ± 0,05	ОМС	0,06	Ф-4МБ	1,2 ± 0,1	3,5	2	0,5
РК50-1-21	СМС	1 × 0,34	0,34	Ф-4	1,0 ± 0,1	ОМС	0,08	Ф-4МБ	1,9 ± 0,2	8,7	25	3
РК50-1-22	СМС	7 × 0,12	0,36	Ф-4	1,0 ± 0,1	ОМС	0,06	Ф-4МБ	1,7 ± 0,15	7,0	2	0,5
РК75-1-21	СМС	1 × 0,19	0,19	Ф-4	1,0 ± 0,1	ОМС	0,08	Ф-4МБ	1,9 ± 0,2	8,3	25	3
РК75-1-22	БС	7 × 0,07	0,21	Ф-4Д	1,0 ± 0,1	ОМС	0,06	Ф-4МБ	$1{,}7^{+0{,}15}_{-0{,}10}$	6,65	2	0,5
РК75-1-24	БС	7 × 0,07	0,21	Ф-4МБ	1,0 ± 0,05	ОМН	0,06	Ф-4МД	$1{,}7^{+0{,}15}_{-0{,}10}$	5,92	20	5
Миниатюрные												
РК50-1,5-21	СМС	1 × 0,51	0,51	Ф-4	1,5 ± 0,1	ОМС	0,08	Ф-4МБ	2,4 ± 0,2	14,4	25	3
РК50-2-21	МС	1 × 0,73	0,73	Ф-4	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	Ф-4, ОСК	3,2 ± 0,25	30	20	5
РК50-2-22	МС	7 × 0,25	0,75	Ф-4	$2{,}2^{+0{,}05}_{-0{,}15}$	ОМС	0,10	Ф-4МБ	3,2 ± 0,25	25,1	25	3
РК50-2-24	МС	7 × 0,25	0,75	Ф-4	$2{,}2^{+0{,}05}_{-0{,}15}$	ОМС	0,12	Ф-4	3,2 ± 0,3	24,7	20	5
РК50-2-26	МС	19 × 0,15	0,75	Ф-4Д	$2{,}2^{+0{,}05}_{-0{,}15}$	МС	0,10	Ф-4КР	4,0 ± 0,4	31,2	10	0,4
РК50-3-21	МС	1 × 1,01	1,01	Ф-4	2,95 ± 0,1	ОМС	0,12	Ф-4, ОСК	4,4 ± 0,2	48	20	5
РК50-3-23	МС	7 × 0,35	1,05	Ф-4	2,95 ± 0,15	ОМС	0,12	Ф-4МБ	4,4 ± 0,25	46,0	20	5
РК50-3-26	МС	7 × 0,35	1,05	Ф-4Д, Ф-4	2,95 ± 0,15	ДОМС	0,12	Ф-4, КОР	5,9 ± 0,5	68	20	5
РК75-1,5-21	СМС	1 × 0,28	0,28	Ф-4	$1{,}5^{+0{,}05}_{-0{,}15}$	ОМС	0,08	Ф-4МБ	2,4 ± 0,2	13,5	25	3
РК75-1,5-22	БС	7 × 0,10	0,30	Ф-4Д	1,5 ± 0,1	ОМС	0,08	Ф-4МБ	$2{,}3^{+0{,}2}_{-0{,}1}$	12,6	2	0,5
РК75-2-21	МС	1 × 0,41	0,41	Ф-4	2,2 ± 0,1	ОМС	0,10	Ф-4 ОСК	3,20 ± 0,25	28	20	5
РК75-2-22	МС	7 × 0,15	0,45	Ф-4	$2{,}2^{+0{,}05}_{-0{,}15}$	ОМС	0,10	Ф-4МБ	3,20 ± 0,25	23,5	25	3
РК75-3-21	МС	1 × 0,56	0,56	Ф-4	2,95 ± 0,1	ОМС	0,12	Ф-4, ОСК	4,4 ± 0,2	45	20	5
РК75-3-22	МС	7 × 0,19	0,57	Ф-4	2,95 ± 0,1	ОМС	0,12	Ф-4МБ	4,3 ± 0,2	41,1	20	5
РК75-3-23	МС	7 × 0,19	0,57	Ф-4	2,95 ± 0,1	ОМС	0,12	–	3,43	30,0	20	5

Продолжение табл. 19.13

Марка	Внутренний проводник			Изоляция		Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм	Материал	$D_{из}$, мм	Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		номинальная	маломерных отрезков
						Среднегабаритные						
РК50-4-21	МС	1 × 1,54	1,54	Ф-4	4,6 ± 0,2	ДОМС	0,15	Ф-4, ОСК	6,6 ± 0,6	122	20	5
РК50-7-21	М	7 × 0,83	2,49	Ф-4	7,25 ± 0,20	ОМ	0,15	Ф-4, ОСКЛ	8,9 ± 0,5	206	20	5
РК50-7-22	МС	7 × 0,83	2,49	Ф-4	7,25 ± 0,25	ОМС	0,20	Ф-4, ОСК	9,0 ± 0,5	198	20	5
РК50-7-28	МС	7 × 0,83	2,49	Ф-4	7,25 ± 0,25	ДОМС	0,20	Ф-4, ОСК	12,3 ± 0,5	331	20	5
РК50-11-21	МС	7 × 1,30	3,90	Ф-4	11,5 ± 0,3	ОМС	0,20	Ф-4, ОСК	13,4 ± 0,8	416	20	5
РК75-4-21	МС	1 × 0,85	0,85	Ф-4	4,6 ± 0,2	ОМС	0,15	Ф-4, ОСК	6,0 ± 0,4	85	20	5
РК75-4-22	МС	7 × 0,3	0,90	Ф-4	4,6 ± 0,2	ОМС	0,15	Ф-4, ОСК	6,0 ± 0,4	84	20	5
РК75-7-21	МС	1 × 1,30	1,30	Ф-4	7,25 ± 0,25	ОМС	0,20	Ф-4, ОСК	8,9 ± 0,6	183	20	5
РК75-7-22	МС	7 × 0,46	1,38	Ф-4	7,25 ± 0,25	ОМС	0,20	Ф-4, ОСК	8,9 ± 0,5	183	20	5
РК100-7-21	МС	1 × 0,74	0,74	Ф-4	7,25 ± 0,25	ОМС	0,20	Ф-4, ОСК	9,0 ± 0,5	177	20	5
						Крупногабаритные						
РК75-17-22	МС	1 × 3,05	3,05	Ф-4	17,3 ± 0,4	ОМ	0,30	Ф-4, КОР	22,1 ± 1,0	942	20	5

Таблица 19.14. **Электрические параметры радиочастотных коаксиальных кабелей со сплошной изоляцией из Ф-4**

Марка	Технические требования							Справочные данные							
	z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп.}$, кВ	$U_{кор.}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт, при f, ГГц			
		0,2	3	10				0,01	0,1	1,0	10	0,01	0,1	1,0	10
Субминиатюрные															
РК50-0,6-21	50 ± 10	–	–	12*	500	0,6	0,3	0,20	0,80	3,0	10,4	0,3	0,06	0,012	0,002
РК50-0,6-11	50 ± 10	–	–	12*	500	0,6	0,3	0,20	0,80	3,0	10,4	0,3	0,06	0,012	0,002
РК50-1-21	50 ± 5	–	3,8	–	320	1,2	0,6	0,10	0,40	1,02	4,6	1,18	0,40	0,08	0,02
РК50-1-22	50 ± 5	–	–	9	320	1,0	0,5	0,10	0,40	1,08	8,0	0,5	0,102	0,04	0,008
РК75-1-21	75 ± 7	–	3,5	–	320	1,0	0,5	0,10	0,40	1,10	6,0	0,8	0,30	0,08	0,04
РК75-1-22	75 ± 3	–	–	5,5	320	1,0	0,5	0,102	0,40	1,08	4,60	0,60	0,112	0,054	0,019
РК75-1-24	75 ± 3	0,7	–	0,6	500	1,0	0,5	0,09	0,32	1,04	5,0	0,60	0,108	0,032	0,007
Миниатюрные															
РК50-1,5-21	50 ± 3,5	–	2,7	–	320	1,8	0,9	0,07	0,28	0,80	3,20	3,0	0,62	0,115	0,032
РК50-2-21	50 ± 3	0,3	1,5	–	320	3,0	1,5	0,04	0,108	0,50	2,0	2,02	0,60	0,115	0,04
РК50-2-22	50 ± 3	–	2,0	–	320	2,2	1,1	0,044	0,115	0,56	2,02	3,5	0,75	0,22	0,05
РК50-2-24	50 ± 3	0,3	–	–	320	3,0	1,5	0,045	0,21	1,0	4,5	2,3	0,6	0,11	0,04
РК50-2-26	50 ± 3	–	–	3,0	10	3,0	2,0	0,07	0,34	0,84	3,0	2,0	0,60	0,20	0,06
РК50-3-21	50 ± 2,5	0,24	1,3	–	320	4,2	2,1	0,028	0,10	0,50	2,2	4,0	0,90	0,024	0,058
РК50-3-22	50 ± 2	–	1,25	2,6	0,1	4,0	2,0	0,03	0,106	0,60	3,40	3,0	0,90	0,30	0,10
РК50-3-23	50 ± 2	0,24	1,2	2,5	320	4,0	2,0	0,05	0,115	0,53	1,17	4,0	1,01	0,34	0,10
РК50-3-26	50 ± 2,5	–	1,2	4,0*	10	4,2	1,7	0,026	0,104	0,58	3,20	4,4	1,02	0,3	0,07
РК75-1,5-21	75 ± 5,0	–	2,5	–	320	1,5	0,7	0,068	0,25	0,75	3,0	1,12	0,46	1,02	0,036

Продолжение табл. 19.14

Марка	Технические требования							Справочные данные							
	z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп}$, кВ	$U_{кор}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт, при f, ГГц			
		0,2	3	10				0,01	0,1	1,0	10	0,01	0,1	1,0	10
РК75-1,5-22	75 ± 3	–	–	4,2	320	1,5	0,7	0,07	0,25	0,90	3,2	1,0	0,28	0,07	0,024
РК75-2-21	75 ± 5	0,27	1,5	–	320	2,6	1,3	0,032	0,108	0,58	1,36	2,2	0,52	0,108	0,03
РК75-2-22	75 ± 5	–	1,9	–	320	1,9	0,9	0,058	0,20	0,62	2,30	2,2	0,60	0,115	0,045
РК75-3-21	75 ± 3	0,24	1,3	–	320	3,6	1,8	0,023	0,10	0,50	2,20	3,4	0,78	0,21	0,05
РК75-3-22	75 ± 3	–	1,2	2,2	320	3,6	1,8	0,04	0,108	0,52	2,0	4,0	1,01	0,32	0,10
РК75-3-23	75 ± 3	–	1,2	2,4	320	3,6	1,8	0,04	0,108	0,52	2,0	4,0	1,01	0,32	0,10
Среднегабаритные															
РК50-4-21	50 ± 2	–	0,8	2,1	10	6,4	3,2	0,028	0,08	0,38	1,08	7,0	1,18	0,40	0,08
РК50-7-21	50 ± 2	0,15	1,1	–	200	9	4	0,015	0,072	0,32	1,12	10,5	2,0	0,8	0,24
РК50-7-22	50 ± 2	–	0,8	1,5	200	9	5	0,018	0,062	0,30	1,02	10,2	3,6	0,85	0,28
РК50-7-28	50 ± 2	–	0,75	1,5	10	9	5	0,011	0,06	0,30	1,02	10,2	3,6	0,85	0,28
РК50-11-21	50 ± 2	0,1	0,65	–	200	12	6	0,018	0,052	0,22	0,40*	22	5,8	1,18	0,8*
РК75-4-21	75 ± 3	0,16	0,90	–	200	5	2,5	0,020	0,080	0,40	1,18	5	1,08	0,40	0,10
РК75-4-21	75 ± 3	0,16	0,95	–	200	5	2,5	0,018	0,07	0,40	1,18	5	1,08	0,40	0,10
РК75-4-22	75 ± 3	0,12	0,75	–	200	10	5	0,015	0,06	0,30	1,02	10,2	3,60	0,90	0,28
РК75-7-21	75 ± 3	0,12	0,75	–	200	8	4	0,0108	0,056	0,28	1,02	10,2	3,60	0,90	0,28
РК75-7-22	100 ± 5	0,12	0,80	–	200	6,2	3,1	0,0108	0,056	0,28	1,00	10,0	3,0	0,70	0,20
РК100-7-21															
Крупногабаритные															
РК75-17-22	75 ± 3	–	0,15	–	200	10	8	0,01	0,04	0,106	–	40	8	2	–

* $f = 3$ ГГц.

Таблица 19.15. **Минимальный радиус изгиба кабелей со сплошной Ф-4 изоляцией**

Марка	При транспортировании и хранении, мм	При монтаже при температуре, мм	
		5 °С и выше	ниже 5 °С
РК50-1-21	20	10	20
РК75-1-21	20	10	20
РК50-1,5-21	25	10	25
РК50-2-21	40	20	40
РК50-2-22	30	15	30
РК50-3-21	60	30	60
РК75-1,5-21	25	10	25
РК75-2-21	40	20	40
РК75-2-22	30	15	30
РК75-3-21	60	30	60
РК50-4-21	70	40	70
РК50-7-22	100	50	100
РК50-7-28	100	50	100
РК50-11-21	130	60	130
РК75-4-21	60	30	60
РК75-4-22	60	30	60
РК75-7-21	100	50	100
РК75-7-22	100	50	100
РК100-7-21	100	50	100

– 40 °С. При нагреве Ф-4 выше 250 °С выделяются токсичные газы. Должны быть приняты меры, исключающие их воздействие. Кабели устойчивы к пониженному атмосферному давлению до 0,67 кПа, повышенному атмосферному давлению до 294 кПа и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 35 °С (степень жесткости VII), к инею с последующим оттаиванием, солнечной радиации, соляному туману и плесневым грибам. Кабели имеют минимальную наработку 10 000 ч, срок службы кабелей 12 лет и срок сохраняемости 12 лет, в том числе 5 лет хранения. Минимальный радиус изгиба кабелей при транспортировании, хранении и монтаже приведен в табл. 19.15.

19.6. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ С ПОЛУВОЗДУШНОЙ ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Конструктивные данные миниатюрных, среднегабаритных и крупногабаритных коаксиальных кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией приведены в табл. 19.16. Внутренний проводник кабелей изготовляют однопроволочным из медной, медной посеребренной или медной луженой проволоки. Кабель РК100-4-31 для повышения механической прочности изготовляют с внутренним проводником из сталемедной проволоки. В кабелях РК150-7-31, РК150-7-32, РК-50 и РК-150 для получения стабильных значений емкости внутренний проводник гофрируют. Наиболее распространенной конструкцией полувоздушной изоляции является обмотка внутреннего проводника ПЭ корделем и наложение на него ПЭ трубки (рис. 19.7), а в кабелях РКД-2-2,25/9 и РКД-2-3,5/9 поверх внутреннего проводника наложена спираль из ПЭ нити прямоугольного сечения (геликонда), изображенная на рис. 19.8. В кабелях РК75-13-32, РК75-17-31 поверх спирали из ПЭ корделя накладывают ПЭ трубку со шлицованной внутренней поверхностью (рис. 19.9). В кабелях РК150-7-31, РК150-7-32, РК-50 и РК-150 поверх гофрированного внутреннего проводника накладывают ПЭ трубку со шлицованной наружной поверхностью (рис. 19.10). В кордельно-трубчатой ПЭ изоляции получается более низкая диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля и соответственно более низкий коэффициент укорочения волны в кабеле, равный в зависимости от конструкции 1,18 – 1,24.

Рис. 19.7. Радиочастотный коаксиальный кабель с полувоздушной ПЭ изоляцией (спираль из круглого корделя и трубки)

Рис. 19.8. Радиочастотный коаксиальный кабель РКД-2-3,5/9 (спираль из прямоугольного корделя и трубки)

Внешним проводником кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией является одно- или

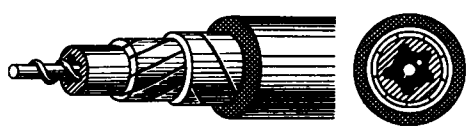


Рис. 19.9. Радиочастотный коаксиальный кабель РК75-13-32 (спираль из круглого корделя и трубки со шлицованной внутренней поверхностью)

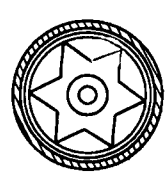


Рис. 19.10. Схематический разрез радиочастотного коаксиального кабеля РК150-7-31 (свободная трубка со шлицованной наружной поверхностью)

Таблица 19.16. **Конструктивные данные радиочастотных коаксиальных кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией**

Марка	Внутренний проводник			Изоляция			Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм	Кордель	Лента или трубка	$D_{из}$, мм	Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		нормальная	маломерных отрезков
Миниатюрные													
РК50-2-34	МЛ	19 × 0,15	0,75	П	Ф-4	2,2 ± 0,1	ОМЛ	0,12	–	не более 2,7	14,4	10	3
РК75-3-31	МЛ	7 × 0,23	0,69	П	П	2,95 ± 0,15	ОМЛ	0,12	П	5,5 ± 0,3	34	15	3
Среднегабаритные													
РК75-4-37	М	1 × 1,03	1,03	П	П	4,6 ± 0,3	ОМ	0,15	П	6,5 ± 0,4	54	40	6
РК75-7-310	МС	1 × 1,75	1,75	П	П	7,25 ± 0,3	ОМС	0,15	П	10,5 ± 0,6	116	20	3
РК75-7-311	М	1 × 1,75	1,75	П	П	7,25 ± 0,3	ДОМС	0,20	П	11,0 ± 0,6	181	50	5
РК100-1,5-31	МЛ	1 × 0,23	0,23	П	П	1,5 ± 0,5	ОМЛ	0,10	П	1,9 ± 0,1	4,22	20	2
РК100-4-31	СМ	1 × 0,64	0,64	П	П	4,6 ± 0,25	ДОМЛ	0,15	П	7,3 ± 0,4	84	30	3
РК100-7-34	М	1 × 1,0	1,00	П	П	7,25 ± 0,3	ОМ	0,20	П	10,3 ± 0,6	115	20	4
РК150-3,7-31	М	1 × 0,26	0,26	–	П	3,7 ± 0,3	ОМ	0,12 – 0,15	В	5,3 ± 0,3	–	20	5
РК150-7-31	МЛ	1 × 0,37	0,37	–	П	7,25 ± 0,3	ОМ	0,20	П	10,3 ± 0,6	111	25	5
РК150-7-32	МЛ	1 × 0,37	0,37	–	П	7,25 ± 0,3	ОМ	0,20	В	10,3 ± 0,6	124	25	5
Крупногабаритные													
РК75-13-32	М	1 × 3,05	3,05	П	П	13,0 ± 0,5	ПМ	0,5 + 0,1	П	17,8 ± 0,9	474	50	20
РК75-17-31	М	1 × 4,0	4,00	П	П	17,3 ± 0,6	ПМ	0,5 + 0,1	П + ОС	25,1 ± 1,4	913	60	15
РКД2-2,25/9	М	1 × 2,25	2,25 ± 0,03	П	–	9,0 ± 0,3	ПМП	0,5 ± 0,03 + 0,08	П	⩽ 15	310	120	30
РКД2-3,5/9	М	1 × 3,5	3,5 ± 0,03	П	–	9,0 ± 0,3	ПМП	0,5 ± 0,03 + 0,08	П	+15	360	10	3
РКД2-7/29	М	1 × 7,0	7,00	П	П	28,0 ± 1,5	ПМП	0,6 ± 0,1	П	35,6 ± 2,0	1600	40	20

Таблица 19.17. **Электрические параметры коаксиальных кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией**

Марка	Технические требования						Справочные данные							
	z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт при f, ГГц			
		0,2	3	10			0,01	0,1	1,0	10	0,01	0,1	1,0	10
Миниатюрные														
РК50-2-34	50 ± 3	0,7	–	8,0	–	–	0,06	0,30	1,08	7,0	0,6	0,115	0,054	0,0115
РК75-3-31	75 ± 5	0,3	1,5	–	320	0,5	0,03	0,102	0,52	2,5	0,8	0,31	0,048	0,01
Среднегабаритные														
РК75-4-37	75 ± 3	–	1,0	2,1	200	1,0	0,012	0,06	0,30	1,05	2,2	0,52	0,105	0,034
РК75-7-310	75 ± 3	–	0,6	1,2	200	1	0,0105	0,05	0,23	0,90	4,0	0,9	0,26	0,06
РК75-7-311	75 ± 3	–	0,5	1,0	10	1	0,014	0,056	0,22	0,90	3,0	0,8	0,2	0,06
РК100-1,5-31	100 ± 10	1,0	–	–	–	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–
РК100-7-34	100 ± 5	–	0,8	1,9	200	1	0,0102	0,06	0,38	1,15	1,18	0,60	0,20	0,06
РК150-3,7-31	150 ± 15	–	0,03**	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
РК150-7-31	–	0,045*	1,2	–	200	1	0,05	0,20	0,70	–	0,24	0,095	0,04	–
РК150-7-32	–	0,08*	1,2	–	200	1	0,05	0,19	0,65	–	0,22	0,09	0,038	–
Крупногабаритные														
РК75-13-32	75 ± 3	0,075**	0,3	–	10	3	0,0032	0,02	0,10	0,22***	6	1,02	0,30	0,011*** 3 ГГц
РК75-17-31	75 ± 3	0,07**	–	–	10	4	0,005	0,02	0,07	0,105	10,2	3,6	0,9	0,56
РКД2-2,25/9	50 ± 3	0,122**	0,244	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–
РКД2-3,5/9	75 ± 3	0,109*	0,218	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–
РКД2-7/29	75 ± 3	–	0,113	–	–	4	–	–	–	–	–			

* $f = 0{,}045$ ГГц.
** $f = 0{,}6$ ГГц.
*** $f = 3$ ГГц.

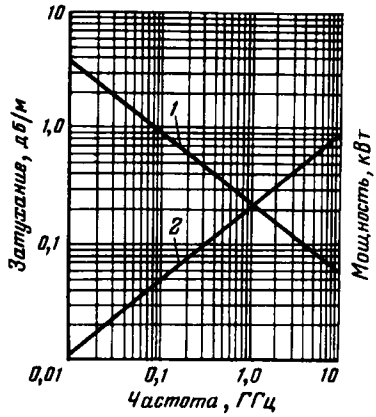


Рис. 19.11. Зависимость P и α кабеля РК100-7-34 от частоты (обозначения см. на рис. 19.2)

двухслойная оплетка медной, медной луженой или медной посеребренной проволокой диаметром 0,08 – 0,30 мм. В крупногабаритных кабелях (РК75-13-32, РК75-17-31 и РКД-2-2,25/9) внешний проводник изготовляют из прямоугольных медных проволок толщиной 0,3 – 0,5 мм, который поверх обматывают медной лентой толщиной 0,10 – 0,20 мм, служащей в качестве экрана кабеля. Кабели РК50-7-17 и РК75-7-19 изготовляют в алюминиевой оболочке, которая одновременно является внешним проводником кабеля. Большинство кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией изготовляют в ПЭ оболочке. Кабель РК75-17-11 поверх ПЭ оболочки обматывают прорезиненной тканевой лентой и оплетают оцинкованной стальной проволокой диаметром 0,30 мм плотностью не менее 80 %.

Электрические параметры коаксиальных кабелей с полувоздушной ПЭ изоляцией приведены в табл. 19.17. Зависимость α и P от частоты дана на рис. 19.11. Емкость кабелей, имеющих волновое сопротивление 50 Ом, 102 пФ/м, 75 Ом – 52 – 70 пФ/м, 100 Ом – 41 пФ/м и 150 Ом – 27 пФ/м. Сопротивление изоляции не менее 5 ТОм·м.

Кабели с полувоздушной ПЭ изоляцией устойчивы к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот от 1 до 3000 Гц с ускорением до 196 м/с^2, многократным ударным нагрузкам с ускорением до 736 м/с^2, одиночным ударным нагрузкам с ускорением до 1471 м/с^2 и линейным нагрузкам с ускорением до 490,5 м/с^2. Кабели предназначены для эксплуатации при смене температур от –60 °С до +85 °С. Холодостойкость кабеля при изгибах в состоянии поставки –40 °С, а в период эксплуатации и хранения –30 °С. Кабели выдерживают пониженное атмосферное давление до 0,67 кПа и повышенное атмосферное давление до 294 кПа, относительную влажность воздуха до 98 % при температуре 35 °С (степень жесткости VII), иней с последующим оттаиванием, солнечную радиацию, соляной туман, плесневые грибы, минеральное масло, бензин, соленую воду и динамические воздействия пыли. Данные о минимальной наработке, сроке службы кабеля и сроке сохраняемости, минимальные радиусы изгиба при транспортировании и хранении и при монтаже приведены в табл. 19.18.

Кабели РК100-1,5-31, РК150-3,7-31, РК150-7-31, РК150-7-32, имеют следующие параметры:

Волновое сопротивление, Ом:	
при приемке и поставке	75 ± 3,5; 100 ± 10 и 150 ± 15
на период эксплуатации и хранения	75 ± 6
Коэффициент затухания, дБ/м:	
при 15 ГГц при приемке и поставке, не более	2,7
на период эксплуатации и хранения	4,05
Сопротивление связи, МОм/м, не более	3
Электрическая емкость:	
РК100-1,5-31	40
РК150-3,7-31	30
РК150-7-31	27
Устойчивость к воздействию нагрузок с ускорением, м/с^2:	
вибрационных в диапазоне частот 1 – 3000 Гц	До 196
ударных:	
многократных	До 736 м/с^2
одиночных	До 1471
линейных	981
Устойчивость к акустическим шумам при уровне звукового давления до 160 дБ в диапазоне частот, Гц	50 – 10 000
Число допустимых перегибов на цилиндре диаметром 340 мм при температуре не ниже –50 °С	500
Условия работы:	
температура, °С	–60 ÷ +85
атмосферное давление, кПа	$1{,}133 \times 10^{-6}$
Минимальная наработка, ч	10 000
То же при 85 °С	5000
То же до 60 °С	5000
Срок службы, лет	12
Срок сохраняемости, лет	12(5)
Минимальный радиус изгиба, мм:	
при транспортировании и хранении	140
при монтаже при температуре –5 °С и выше	100
То же при температуре ниже 5 °С	170

Таблица 19.18. **Минимальная наработка, срок службы и срок сохраняемости, минимальные радиусы изгиба кабели с полувоздушной ПЭ изоляцией**

Марка	Минимальная наработка, ч	Срок, лет		Минимальный радиус изгиба		
		службы	сохраняемости	при транспортировании и хранении, мм	при монтаже при температуре	
					5 °С и выше	Ниже 5 °С
РК75-3-31	3000	12	12(5)	60	30	60
РК75-4-37	4000	12	12(5)	70	40	70
РК75-7-310	10000	12	12(5)	200	100	200
РК100-7-34	7000	12	12(5)	100	50	100
РК75-13-32	10000	12	12(5)	270	180	270
РК75-17-31	10000	12	12(5)	270	160	270

Рис. 19.12. Радиочастотный коаксиальный кабель РКК-5/18 (полистирольные колпачки и ленты)

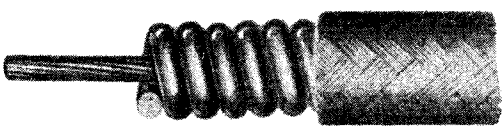


Рис. 19.13. Радиочастотный коаксиальный кабель РКОГ (полиэтиленовая спираль)

Кабели РК50-2-34, РК75-7-311 и РК150-7-31 имеют стабильность электрической емкости не более 2%, электрическое сопротивление изоляции кабеля РК50-2-34 1 ТОм·м, а кабеля РК75-7-311 и РК150-7-31 5 ТОм·м.

На рис. 19.12 изображен кабель РКК-5/18, в котором в качестве полувоздушной изоляции применены полистирольные колпачки, насаженные на внутренний проводник и обмотанные полистирольной лентой. Внешний проводник состоит из прямоугольных проволок толщиной 0,10–0,50 мм, наложенных спиралью на колпачки и дополнительно обмотанных медными лентами толщиной 0,1 мм.

Оболочка кабелей изготовляется из ПЭ или ПВХ пластиката, защитный покров по ГОСТ 7006-72.

На рис. 19.13 изображен кабель РКОГ, который состоит из гибкого внутреннего проводника, изоляции из ПЭ корделя, намотанного с малым шагом, и внешнего проводника из оплетки медной или медной посеребренной проволоки.

19.7. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ С ПОЛУВОЗДУШНОЙ ФТОРОПЛАСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Внутренний проводник коаксиального кабеля с полувоздушной изоляцией из Ф-4 и сополимеров 4Д, 4-МБ изготовляют из медной, бронзовой, посеребренной медной и бронзовой проволоки одно-, семи- и девятнадцатипроволочными. Полувоздушная изоляция коаксиальных кабелей состоит из корделя Ф-4Д или Ф-4МБ, наложенного спиралью на внутренний проводник, и обмотки лентами из Ф-4 или трубки из Ф-4МБ, а изоляция кабеля РКГОТ – спираль из Ф-4Д с малым шагом (аналогичная рис. 19.17).

Сопротивление изоляции, ГОм·км, кабелей с полувоздушной Ф-4 изоляцией, не менее	5
Рабочая емкость кабелей с волновым сопротивлением, пФ/м:	
50 Ом	80–95
75 Ом	57–63
100 Ом	40
Коэффициент укорочения	1,12–1,40
Условия работы:	
температура, °С	−60 ÷ +200
относительная влажность, %, при температуре 35 °С	До 100
Устойчивость к нагрузкам с ускорением, м/с²:	
вибрационным в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц	До 392
многократным ударным	До 1471
одиночным ударным	До 9810
линейным	4905
Устойчивость к акустическим шумам при уровне звукового давления до 160 дБ в диапазоне частот, Гц	50–10000
Число допустимых перегибов (диаметр цилиндра 300 мм) при нормальных климатических условиях	100

Таблица 19.19. **Конструктивные данные радиочастотных коаксиальных кабелей с полувоздушной изоляцией Ф-4**

Марка	Внутренний проводник			Изоляция			Внешний проводник		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм	Материал корделя	Материал лейты или трубки	$D_{из}$, мм	Материал	$d_{пр}$, мм	Материал	$D_{об}$, мм		нормальная	маломерных отрезков
Миниатюрные													
РКОГТ	МС	19 × 0,13	0,65	Ф-4Д	Ф-4	1,85 ± 0,15	ОМЛ	0,12	–	Не более 2,7	19,2	10	2
РКТФ-71	МС	7 × 0,15	0,45	–	Ф-4	1,8 ± 0,2	ОМС	0,12	Ф-4	$2{,}5^{+0{,}2}_{-0{,}4}$	13,3	10	3
РКТФ-71М	МС	7 × 0,15	0,45	–	Ф-4Д	1,8 ± 0,2	ОМС	0,12	Ф-4	$2{,}5^{+0{,}2}_{-0{,}4}$	13,3	10	3
Среднегабаритные													
РК50-4-42	МС	7 × 0,62	1,86	Ф-4Д	Ф-4МБ	4,6 ± 0,2	ОМС	0,15	Ф-4, Ф-4МБ	6,7 ± 0,4	94,5	15	7
РК50-4-46	МС	19 × 0,32	1,60	Ф-4Д	Ф-4	4,6 ± 0,2	ОМС	0,15	Ф-4, КОР	8,1 ± 0,4	107	20	5
РК50-7-46	МС	4 × 0,85	2,25	Ф-4Д	Ф-4	7,25 ± 0,30	ОМС	0,20	Ф-4	8,9 ± 0,5	164	20	5
РК50-9-44	МС	19 × 0,60	3,0	Ф-4Д	Ф-4	9,0 ± 0,3	ДОМС	0,20	Ф-4, КОР	14,0 ± 0,5	291	20	5
РК75-4-43	МС	7 × 0,30	0,90	Ф-4Д	Ф-4	4,6 ± 0,2	ОМС	0,15	Ф-4	6,0 ± 0,4	78	20	5
РК75-9-42	МС	7 × 0,60	1,80	Ф-4Д	Ф-4	9,0 ± 0,3	ОМС	0,20	Ф-4, ОСКЛ	10,6 ± 0,7	230	10	2
РКТФ-56	СМ	1 × 0,64	0,64	Ф-4	Ф-4	4,6 ± 0,3	ОМ	0,15 – –0,20	Ф-4, ОСЛ	6,2 ± 0,4	76	20	3

Таблица 19.20. **Электрические параметры коаксиальных кабелей с полувоздушной Ф-4 изоляцией**

Марка	Технические требования						Справочные данные							
	z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц			Сопротивление связи, мОм/м	$U_{исп}$, кВ	α, дБ/м, при f, ГГц				P, кВт, при f, ГГц			
		0,2	3	10			0,01	0,1	1	10	0,01	0,1	1	10
Миниатюрные														
РКОГТ	50^{+6}_{-4}	–	–	6,1	–	–	0,045	0,31	1,02	6,0	1,18	0,5	0,108	0,035
РКТФ-71	–	0,8	–	–	320	3	–	–	–	–	–	–	–	–
РКТФ-71М	–	0,8	–	–	320	3	–	–	–	–	–	–	–	–
Среднегабаритные														
РК50-4-42	50 ± 2	–	–	3***	200	1	0,03	0,13	0,53	1,22	0,6	0,32	0,19	0,10
РК50-4-46	50 ± 3	0,5*	1,0	–	10	1	0,032	0,13	0,44	0,15	6,0	1,12	0,42	0,108
РК50-7-46	50 ± 0,20	0,12	–	–	200	4,5	0,012	0,07	0,29	1,02	10,3	3,4	0,90	0,28
РК50-9-44	50 ± 3	–	0,55	–	10	1	0,01	0,08	0,23	1,0	10,2	1,40	1,03	0,43
РК75-4-43	75 ± 3	0,22	–	–	200	3	0,026	0,101	0,43	1,18	5,0	1,03	0,33	0,10
РК75-9-42	75 ± 3	0,2**	0,55	–	200	1	0,012	0,063	0,12	–	9,0	2,24	0,70	–
РКТФ-56	–	0,10**	1,35	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–

* При 0,6 ГГц. ** При 1,0 ГГц. *** При 15,0 ГГц.

Внешним проводником этих кабелей является одно- или двухслойная оплетка медной посеребренной проволокой или медной проволокой, покрытой оловянно-никелевым сплавом диаметром 0,06 – 0,20 мм в зависимости от диаметра кабеля. Субминиатюрные и миниатюрные кабели с полувоздушной Ф-4МБ изоляцией изготовляют без оболочки. Среднегабаритные кабели РК50-4-42 имеют оболочку из лент Ф-4 и сплошного слоя Ф-4МБ, кабели РК50-4-46, РК50-9-44 – обмотку из Ф-4 и сплошной слой кремнийорганической резины, кабели РК75-9-42 и РКТФ-56 имеют обмотку Ф-4 и оплетку стеклопряжей, лакированной кремнийорганическим лаком; кабели РК50-7-46 и РК75-4-43 имеют оболочку из лент Ф-4. Конструктивные данные, масса и длины выпускаемых кабелей приведены в табл. 19.19.

Коаксиальные кабели с полувоздушной Ф-4 изоляцией имеют волновое сопротивление 50, 75 и 100 Ом. Электрические параметры кабелей приведены в табл. 19.20.

19.8. РАДИОЧАСТОТНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Внутренний проводник радиочастотных спиральных кабелей для повышения индуктивности выполняют спиральным из эмалированного провода ПЭЛ диаметром 0,10 мм, намотанного на ПЭ сердечник диаметром 7,0 ± 0,2 мм с шагом 0,13 мм (кабель РС1600-7-11) или провода ПЭЛ диаметром 0,35 мм, намотанного с шагом 0,40 мм (кабель РС400-7-11). В кабеле РС400-7-12

Рис. 19.14. Радиочастотный спиральный кабель РС400-7-11

внутренний проводник представляет собой спираль из медной проволоки диаметром 0,51 мм, наложенную на сердечник с шагом 0,85 мм. Внутренний проводник обматывают двумя ПЭ лентами толщиной 0,09 мм, шириной 20 мм с перекрытием 20 – 25 % (кабели РС400-7-11 и РС1600-7-11), или на него накладывают сплошной слой ПЭ изоляции диаметром 12,5 мм (кабель РС400-7-12). Внешний проводник спиральных кабелей изготовляют обмоткой 60 – 65 проводами ПЭЛ диаметром 0,35 мм с шагом 100 – 150 мм, а кабеля РС400-7-12 – из 11 – 12 медных прямоугольных проволок толщиной 0,5 мм и шириной 3,28 мм, наложенных с шагом 150 – 200 мм и обмотанных двумя медными лентами толщиной 0,10 мм, шириной 20 – 25 мм с перекрытием 20 %. Допускается оплетка медными проволоками диаметром 0,30 мм плотностью не менее 95 % в качестве внешнего проводника. Внешний проводник обматывают прорезиненной тканевой лентой толщиной 0,15 мм, шириной 20 – 30 мм с перекрытием 25 % и накладывают ПВХ оболочку (рис. 19.14).

Таблица 19.21. **Конструктивные данные радиочастотных спиральных кабелей**

Марка	Диаметр сердечника, мм	Внутренний проводник			Изоляция	
		Материал	d, мм	h*, мм	Материал	$D_{из}$, мм
РС400-7-11	7,0 ± 0,2	ПЭЛ	0,35	0,40	ЛП	7,9
РС400-7-12	7,0 ± 0,2	М	0,51	0,85	П	12,5 ± 0,3
РС1600-7-11	7,0 ± 0,2	ПЭЛ	0,10	0,13	ЛП	7,0

Продолжение табл. 19.21

Марка	Внешний проводник			Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Материал	d, мм	h*, мм	Материал	$D_{об}$, мм, не более		нормальная	малогабаритных отрезков
РС400-7-11	ПЭЛ	0,35	100 – 150	В	13,0	240	10	5
РС400-7-12	ПМП	3,28 × 0,5	150 – 200	В	18,0	550	30	5
РС1500-7-11	ПЭЛ	0,35	100 – 150	В	13,0	220	5	–

* h – шаг обмотки.

Таблица 19.22. **Электрические параметры радиочастотных спиральных кабелей**

Марка	Технические требования				Справочные данные						
	z, Ом, при 2 МГц	ξ, при 2 МГц	$U_{исп}$, кВ	α, дБ/мкс, при 2 МГц	C, пФ/м	α, дБ/мкс, при f, МГц					
						0,1	1	10	30	100	300
РС400-7-11	40 + 40	180	0,3	1,2	1800	0,2	0,65	4	15	–	–
РС400-7-12	400 + 40	30	1,0	1,7	200	–	1,0	3,2	6	15	50
РС1600-7-11	1600 – 100	500	0,3	1,2	1150	0,7	0,82	6	30	–	–

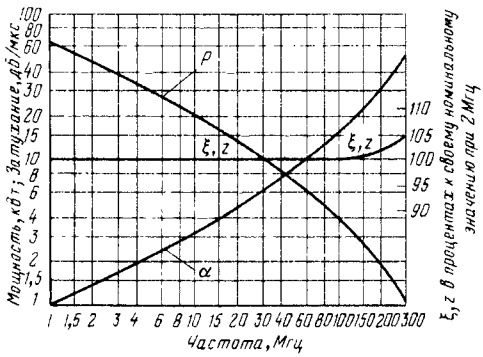


Рис. 19.15. Зависимости P, α, z и ξ спиральных кабелей от частоты

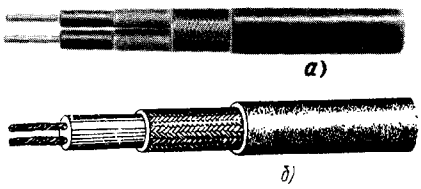


Рис. 19.16. Радиочастотные симметричные кабели:

а – РД-155 с индивидуальным и общим экраном; *б* – РДБ-82 с параллельными жилами

Конструктивные данные, наружные диаметры, массы и длины радиочастотных спиральных кабелей даны в табл. 19.21, а электрические параметры кабелей – в табл. 19.22. Зависимости коэффициента затухания, волнового сопротивления и передаваемой мощности кабеля РС400-7-12 от частоты приведены на рис. 19.15.

Радиочастотные спиральные кабели предназначены для работы в диапазоне температуры от –60 до +85 °С при минимальной температуре изгиба –15 °С и радиусе изгиба при монтаже 12 D. Срок хранения кабеля в складских условиях не менее 4 лет, а срок службы не менее 3 лет.

19.9. РАДИОЧАСТОТНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ

Жилы радиочастотных симметричных кабелей изготовляют из медной или медной посеребренной проволоки. Большинство симметричных кабелей имеет однопроволочные жилы, для повышения гибкости и вибростойкости кабели РД75-3-11, РД75-3-12, РД-15, РД-115, РДБ-82 и РДБО-82 изготовляют с семипроволочными жилами. Большинство симметричных кабелей имеет ПЭ изоляцию. Изолированные жилы кабелей оплетают медной проволокой диаметром 0,12–0,20 мм плотностью не менее 96 %, в результате чего образуются индивидуальные экраны жил кабеля. Изолированные или изолированные экранированные жилы размещают параллельно и оплетают медной или медной посеребренной проволокой диаметром 0,06–0,20 мм плотностью не менее 96 %, в результате чего образуется общий экран кабеля (рис. 19.16, *а*). Изолированные жилы размещают параллельно или скручивают. Для получения круглой формы кабеля промежутки между жилами заполняют ПЭ, Ф-4 или Ф-4М. Кабели РДБ-82 и РДБО-82 (рис. 19.16, *б*) изготовляют с общей изоляцией поверх параллельно уложенных жил (аналогично с кабелем, имеющим заполнение между жилами).

Кабели могут изготовляться неэкранированными (рис. 19.17). Все кабели с па-

Рис. 19.17. Неэкранированные симметричные кабели:

а – со скрученными жилами; *б* – с параллельными жилами круглой формы; *в* – с параллельными жилами ленточного типа

Таблица 19.23. **Конструктивные данные радиочастотных симметричных кабелей**

Марка	Жилы			Изоляция		Экран			Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
						Материал							
	Материал	$n \times d$, мм	d, мм	Материал	$D_{из}$, мм	индивидуального	общего	d, проволоки, мм	Материал	Размеры кабеля		нормальная	маломерных отрезков
РК75-3-11	М	7 × 0,43	1,29	П	2,95 ± 0,15	ОМ	ОМ	0,12–0,15	П	5,8 ± 0,4 × 9,4 ± 0,6	94	50	10
РД75-3-12	М	7 × 0,43	1,29	П	2,95 ± 0,15	ОМ	ОМ	0,12–0,15	В	5,8 ± 0,4 × 9,4 ± 0,6	99	50	10
РД200-7-11	М	1 × 0,60	0,60	П	7,25 ± 0,25	ОМ	ОМ	0,15–0,20	П	11,3 ± 0,7 × 19,4 ± 0,9	2 7	50	10
РД200-7-12	М	1 × 0,60	0,60	П	7,25 ± 0,25	ОМ	ОМ	0,15–0,20	В	11,3 ± 0,7 × 19,4 ± 0,9	293	50	10
РД-126	М	1 × 0,68	0,68	П	6,8 ± 0,3	ОМ	–	0,20–0,30	С	9,9 ± 0,6 × 17,4 ± 1,0	782	100	5
РДБ-82	М	7 × 0,37	1,11	П	5,1 ± 0,3	–	ОМ	0,15–0,20	В	8,3 ± 0,4	148	50	10
РДБО-82	М	7 × 0,37	1,11	П	3,9 ± 0,3 × × 4,9 ± 0,3	–	ОМ	0,15–0,20	В	7,0 ± 0,3 × 8,0 ± 0,4	148	50	10

Таблица 19.24. **Электрические параметры радиочастотных симметричных кабелей**

Марка	Технические требования			$U_{исп}$, кВ	$U_{кор}$, кВ	C, пФ/м	α, дБ/м, при f = 1 ГГц
	Z, Ом	α_{max}, дБ/м, при f, ГГц					
		0,045	0,20				
РД75-3-11	75 ± 4	0,12	0,40	3	1,5	70	0,11
РД75-3-12	75 ± 4	0,12	0,40	3	1,5	70	0,11
РД200-7-11	200 ± 10	0,06	0,15	6	3	25	0,08
РД200-7-12	200 ± 10	0,06	0,15	6	3	25	0,085
РД-126	188 ± 10	0,06	–	7	–	29	–
РДБ-82	75 ± 6	0,138*	–	1	–	69	–
РДБО-82	75 ± 6	0,138**	–	1	–	69	–

* f = 50 МГц.
** f = 60 МГц.

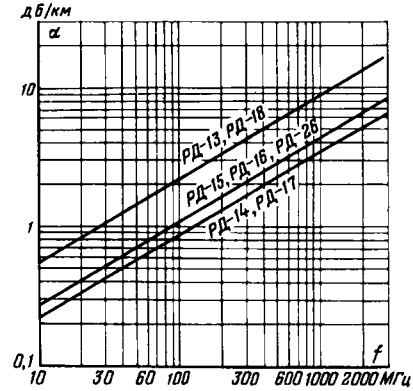


Рис. 19.18. Зависимость α симметричных кабелей от частоты

раллельными жилами (за исключением кабелей РДБ-82 и РДБО-82) изготовляют овальной формы. Поверх экрана параллельно уложенных или скрученных изолированных жил накладывают ПЭ, ПВХ оболочку, а также оболочку из Ф-4 или Ф-4М. Конструктивные данные, массы и длины радиочастотных симметричных кабелей приведены в табл. 19.23, а электрические параметры – в табл. 19.24. Зависимость коэффициента затухания кабеля РД75-3-11 от частоты приведена на рис. 19.18.

Радиочастотные симметричные кабели устойчивы к вибрационным нагрузкам в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц с ускорением 392 м/с^2, многократным ударным нагрузкам с ускорением до 1471 м/с^2, одиночным нагрузкам с ускорением 9810 м/с^2, линейным нагрузкам с ускорением 4905 м/с^2, акустическим шумам в диапазоне частот от 50 до 10000 Гц при уровне звукового давления до 160 дБ. Кабели с ПЭ изоляцией пригодны для эксплуатации при температуре от −60 до +85 °С, а с Ф-4 изоляцией – от −60 до 200 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре до 35 °С. Минимальная наработка 10000 ч, срок службы кабеля 15 лет, в том числе хранения на складе 6 лет.

19.10. КОМБИНИРОВАННЫЕ РАДИОЧАСТОТНЫЕ И КАМЕРНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ КАБЕЛИ

Комбинированные радиочастотные кабели содержат от одной до шести коаксиальных пар (рис. 19.19, *а*), от одной до 75 силовых, сигнальных и вспомогательных жил. Внутренний проводник коаксиальных пар для повышения гибкости и стабильности изготовляют семипроволочным из медных проволок диаметром 0,26–0,85 мм. В кабеле КПТС-41 внутренний проводник однопроволочный из луженой медной проволоки. Большинство комбинированных и камерных кабелей изготовляют с ПЭ изоляцией, а кабели ВКР-18, ТВК-33, ТВКМ-33, ТКК-80, ТКМК-65 – с изоляцией из специальной резины и оплетают медной или луженой медной проволокой диаметром 0,15–0,20 мм плотностью не менее 96 %.

Силовые, контрольные, сигнальные и вспомогательные жилы комбинированных кабелей изготовляют сечением 0,14; 0,35; 0,5; 1,0 и 1,5 мм^2 скрученными из медных или из луженых медных проволок диаметром 0,15–0,85 мм. Для повышения механической прочности жилы кабелей ВРК-18, ТВК-33 и ТКВМ-33 изготовляют сталемедными с ПЭ изоляцией, обладающей малым коэффициентом трения. Вспомогательные жилы с резиновой изоляцией для повышения подвижности в кабеле оплетают синтетическим волокном (лавсан, капрон) с расцветкой, не повторяющейся в группе жил кабеля. Четыре, пять или семь изолированных жил скручивают в группы, оплетают медной или луженой медной проволокой диаметром 0,15–0,30 мм плотностью не менее 70 %.

Коаксиальные пары и группы силовых, контрольных и сигнальных жил скручивают в кабель с заполнением промежутков между ними хлопчатобумажной или кабельной пряжей, обматывают ПЭТФ, лакотканевой или прорезиненными тканевыми лентами и оплетают медной или луженой медной проволокой диаметром 0,20–0,30 мм плотностью не менее 80 %. Поверх экрана могут наматываться синтетические или тканевые ленты и накладываются ПЭ, ПВХ или резиновая оболочка (рис. 19.19, *б*).

Конструктивные данные комбинированных радиочастотных и камерных телевизионных кабелей приведены в табл. 19.25. Кабели в резиновой оболочке предназначены для работы при температуре от −40 до +50 °С, в ПЭ оболочке – от −40 до +85 °С, в ПВХ оболочке кабели сохраняют гибкость и необходимую механическую прочность в диапазоне температур от −25 до +50 °С.

Коаксиальные пары камерных телевизионных кабелей изготовляют с семипроволочным внутренним проводником из медных или луженых медных проволок диаметром 0,42 мм с ПЭ (кабели ТКПВ и ТКПК) или резиновой изоляцией (кабель ТКПР).

Таблица 19.25. **Комбинированные радиочастотные и камерные кабели**

Марка	Коаксиальные пары				Сигнальные и контрольные жилы				Экран		Оболочка		g, кг/км	Длина, м	
	Число	Внутренний проводник	Изоляция	$D_к$, мм	Число	Жила	Изоляция	d, мм	Материал	d проволоки, мм	Материал	$D_{об}$, мм		нормальная	маломерных отрезков
ВКР-18	4	7 × 0,42	Р	–	13–15	(1ст + 6м) 0,42	Р	–	–	–	Р	31	1300	400 ± 50	–
КБКЭ															
КП-4В	4	7 × 0,26	П	8,5 ± 1,0	2	19 × 0,23	П	5,0 ± 0,3	–	–	В	28,1 ± 2,0	900	50	20
КП-4П	4	7 × 0,26	П	8,5 ± 1,0	1	19 × 0,23	П	5,0 ± 0,3	–	–	П	28,2 ± 2,0	800	50	20
					2	7 × 0,32	П	3,0 ± 0,2							
КПТС-41	3	1 × 0,47	П	3,0 ± 0,2	17	1 × 0,8	П	1,1 ± 0,05	ОМЛ	0,30	В	17,0 ± 2,0	440	50	10
					21	1 × 0,51	П	0,81 ± 0,05							
МКТЦ-6/1															
МКТЦ-6/2															
ТВК-33	1	7 × 0,42	Р	–	10–12	(4ст + 3м) 0,3	Р	–	–	–	Р	29	750	400 ± 100	–
					19–21	7 × 0,3	Р								
ТВКМ-33	1	7 × 0,42	Р	–	29–32	(4ст + 3м)0,3	Р	–	–	–	Р	29	700	400 ± 100	–
ТКК-80	5	7 × 0,42	Р	–	24–27	7 × 0,42	Р	–	–	–	Р	45	2900	250 ± 30	–
					48–50	7 × 0,30	Р	–	–	–					
ТКМК-65	6	7 × 0,42	Р	–	13	7 × 0,30	Р	–	–	–	Р	48	3000	450 ± 50	–
ТКПВ-24	3	7 × 0,43	П	–	21	7 × 0,30	В	–	ОМЛ	0,10–0,15	В	25	700	65 ± 10	–
ТКПВ-31	3	7 × 0,43	П	–	28	7 × 0,30	В	–	ОМГ	0,10–0,15	В	30	950	65 ± 10	–
ТКПК-24	3	7 × 0,43	П	–	21	7 × 0,30	В	–	ОМЛ	0,10–0,15	П или В	30	850	65 ± 10	
ТКПК-31	3	7 × 0,43	П	–	28	7 × 0,30	В	–	ОМЛ	0,10–0,15	П + В	33	1050	65 ± 10	
ТКПР-24	3	7 × 0,43	П	–	21	7 × 0,30	Р	–	ОМЛ	0,10–0,15	Р	24,5	750	65 ± 10	–
ТКЦ-31	3	7 × 0,30	П	–	28	7 × 0,30	П	–	ОМЛ	0,2–0,3	П или В	21	630	60 ± 10	30
ТКЦ-37	3	7 × 0,3	П	–	28	7 × 0,3	П	–	ОМЛ	0,2–0,3	П или В	21	660	60 ± 10	30
					6	7 × 0,3	П								
ТКЦ-60	6	0,5–0,8	П	5,0	16	0,8	П	0,8	ОМ	0,12–0,20	П (В)	24,5 ± 2	800	60 ± 10	30
					15	0,8	П	1,8							
					23	0,8	П	1,6							

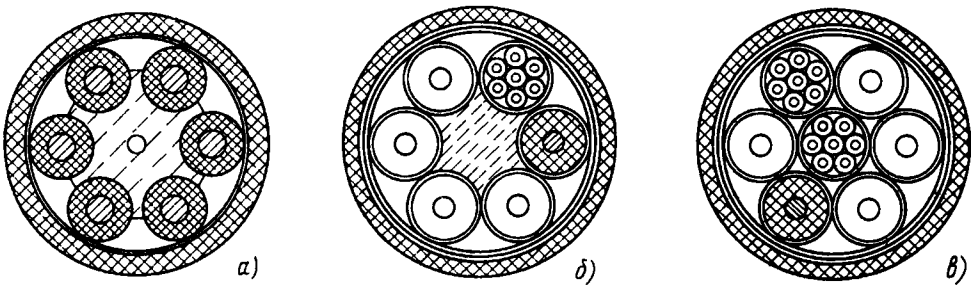


Рис. 19.19. Схемы комбинированных кабелей:
а – радиочастотного; *б* и *в* – телевизионных камерных кабелей марок ТКПВ (*б*) и ТКПК (*в*)

в оплетке медными или луженными медными проволоками (кабель ТКПР) диаметром 0,15 мм плотностью не менее 90% и в обмотке лентами из лакоткани или синтетических пленок. Вспомогательные жилы скручивают из семи медных или луженых медных проволок диаметром 0,30 мм с ПВХ, ПЭ или резиновой изоляцией. Жилу с резиновой изоляцией оплетают лавсаном или капроном для уменьшения трения между соседними жилами. Семь изолированных жил скручивают в группу, две из них счетные имеют разную расцветку. Экранированные группы оплетают медными проволоками диаметром 0,10–0,15 мм плотностью не менее 70%. Для облегчения скольжения групп при изгибе кабеля допускается обмотка лентой из синтетической пленки под и над оплеткой проволокой.

24-жильные кабели скручивают из трех коаксиальных пар и трех неэкранированных вспомогательных групп вокруг сердечника из хлопчатобумажной пряжи, ПЭ или ПВХ пластиката, а 31-жильные кабели скручивают вокруг экранированной группы вспомогательных жил с заполнением промежутков между элементами ПВХ жгутами или хлопчатобумажной пряжей. Скрученный кабель обматывают тканевой или пластмассовой лентой с перекрытием не менее 25% и оплетают медными или луженными медными проволоками диаметром 0,10–0,15 мм плотностью

Таблица 19.26. **Электрические и механические параметры комбинированных и камерных кабелей**

Марка	Z, Ом	α, дБ/км, при f, МГц		$R_{из}$, 10^6 Ом·км		$U_{исп}$, кВ		Знакопеременные изгибы		Растягивающее усилие, Н
		6,5	15	Коаксиальные пары	Служебные жилы	Коаксиальные пары	Служебные жилы	Число	D, мм	
ВКР-18	50 ± 3	43,4	–	1000	10	2	1	2500	600	–
КП-4В	95 ± 9	–	39,1	–	–	2	2	1500	$5D_к$	–
КП-4П	95 ± 9	–	39,1	–	–	2	2	1500	$5D_к$	–
КПТС-41	75 ± 5	43,4	–	1000	10	3	1; 1,5	1000	200	–
ТВК-33	50 ± 3	43,4	–	1000	10	2	1	2000	500	2943
ТВКМ-33	50 ± 3	43,4	–	1000	10	2	1	2000	500	6867
ТКК-80	50 ± 3	43,4	–	1000	10	2	1	2000	800	5886
ТКМК-65	50 ± 3	43,4	–	1000	10	2	1	2500	500	7848
ТКПВ-24	50 ± 3	30,4	47,8*	5000	10	2	1	4000	10	1176
ТКПВ-31	50 ± 3	30,4	47,8*	5000	10	2	1	4000	10	1960
ТКПК-24	50 ± 3	30,4	47,8*	5000	10	2	1	4000	$10D_к$	1176
ТКПК-31	50 ± 3	30,4	47,8*	5000	10	2	1	4000	$10D_к$	1960
ТКПР-24	50 ± 3	43,4	78,2*	1000	10	2	1	8000	$8D_к$	1176
ТКЦ-31	75 ± 5	43,4	–	1000	10; 5	2	1	1500	100	981
ТКЦ-37	75 ± 5	43,4	–	1000	10; 5	2	1	1500	100	981
ТКЦ-60	75 ± 5	43,4	–	1000	10; 5	2	0,8 (0,3)	1000	150	–

* Затухание на 30 МГц.

не менее 70%. Поверх экрана в кабеле ТКПВ накладывают ПВХ оболочку толщиной 2 мм, в кабеле ТКПК – из ПЭ и ПВХ толщиной 1,5 и 1,6 мм, в кабеле ТКПР – из резины толщиной 2 мм. Оболочки кабелей герметичны и выдерживают внешнее давление 1 МПа.

Электрические и механические параметры комбинированных коаксиальных и камерных телевизионных кабелей приведены в табл. 19.26. Срок службы кабелей 4 года с момента поставки кабеля потребителю. Фактический срок службы кабелей определяется техническим состоянием кабеля.

Камерные кабели для передвижных и стационарных телевизионных устройств предназначены для работы в условиях нестационарной прокладки и размещения в кабельной канализации. Коаксиальные пары и вспомогательные жилы кабелей предназначены для работы при переменном напряжении до 250 В или постоянном 450 В.

Кабель ТКЦ-60 предназначен для аппаратуры телевизионных центров и передвижных станций цветного телевидения. Оболочка кабеля выдерживает внешнее радиальное гидравлическое давление 1 МПа.

19.11. КАБЕЛИ ДЛЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРИЕМНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Для коллективных и индивидуальных приемных телевизионных антенн предназначены радиочастотные коаксиальные кабели РК75-3,7-11, РК75-3,7-12, РК75-3,7-13, РК75-3,7-14, РК75-4-11, РК75-4-12, РК75-4-15, РК75-4-16, РК75-7-11, РК75-7-12, РК75-7-15, РК75-7-16, РК75-9-12 и РК75-9-13 с дополнением индекса **АИ** для индивидуальных приемных телевизионных антенн и индекса АК для систем коллективного приема телевизионных антенн, а также кабели КПТМ, КПТА и КПТО.

Кабель РК диаметром 7,25 и 9,0 мм и кабель КПТМ предназначены для применения преимущественно в качестве магистральных кабелей в системе коллективного приема телевизионных программ, кабель РК диаметром по изоляции 3,7 и 4,6 мм и кабель КПТМ и КПТА – преимущественно для абонентских отводов и кабель КПТО – для ответвлений в системе коллективного приема телевизионных программ (СКПТ). Конструкция внутреннего проводника или токопроводящей жилы, диаметр по изоляции, материал оболочки и наружный диаметр кабеля приведены в табл. 19.27. Длина кабелей (кроме кабеля марки КПТО) не менее 50 м, маломерных отрезков не менее 10 м, а кабеля КПТО не менее 5 и 1 м.

Внутренний проводник кабелей РК, КПТМ и КПТА и токопроводящих жил кабеля КПТО изготовляют из медной проволоки. Допускается применение луженой проволоки. Кабели РК и жилы кабеля КПТО имеют сплошную ПЭ изоляцию, а кабели КПТМ и КПТА – пористую ПЭ изоляцию. Эксцентричность изоляции допускается не более 15%. В кабеле КПТО шесть отдельно изолированных периферийных жил диаметром 1,9 мм размещают параллельно поверх центральной изолированной жилы диаметром 4,9 мм, имеющей профильную форму. Диаметр окружности, описанной поверх шести жил, равен 7 мм.

Поверх кабеля РК-АК и КПТМ накладывают внешний проводник – оплетку медными проволоками диаметром 0,15–0,20 мм плотностью 70–80%. Внешний проводник РК-АК и КПТА накладывают повивом проволок диаметром 0,10–0,15 мм плотностью не ниже 40–60%. Кабель КПТО поверх семи изолированных жил оплетают медными проволоками диаметром 0,12–0,15 мм плотностью не менее 85%. Во внешнем проводнике или экране допускают отсутствие пряди на длине не более 100 мм при условии сохранения на этом участке прядей противоположного направления. Расстояние между местами заправок отдельных прядей не менее 50 мм. Поверх внешнего проводника или экрана накладывают ПЭ или ПВХ оболочку толщиной, указанной в табл. 19.3. Конструктивные данные кабелей для коллективных и индивидуальных антенн приведены в табл. 19.27.

Волновое сопротивление кабелей РК 75 ± 6 Ом, а кабеля КПТА $75 \pm 7{,}5$ Ом. Емкость между центральной и периферийной жилами кабеля КПТО 6–15 пФ/м. Коэффициент затухания и испытательное напряжение приведены в табл. 19.28. Работоспособность кабелей РК в ПЭ оболочке $-60 \div +85$ °С, в ПВХ оболочке $-40 \div +70$ °С, кабелей КПТА, КПТМ и КПТО $-40 \div +50$ °С. Кабели сохраняют устойчивость против воздействия воздуха при относительной влажности до 98% при 35 °С, при воздействии морского тумана, солнечной радиации в течение не менее 120 ч и плесневых грибов не менее 2 баллов.

При эксплуатации концы кабелей должны быть защищены от проникновения влаги внутрь кабеля. Минимальные радиусы изгиба кабелей приведены в табл. 19.28. Минималь-

Таблица 19.27. **Кабели с ПЭ изоляцией для индивидуальных и коллективных приемных телевизионных антенн**

Марка	$n \times d$, мм	$d_ж$, мм	$d_п$, мм	Материал оболочки	D_{max}, мм
КАТП	7 × 0,32	0,96	1,0 ± 0,2 × × 10,0 ± 0,5	—	—
КПТА	1 × 0,52	0,52	2,4 ± 0,2	П	4,3
КПТМ	1 × 1,13	1,13	5,2 ± 0,5	В	8,0
КПТО	1 × 1,0	1,00	—	В	9,7
	1 × 0,52	0,52	—	В	9,7
РК75-3,7-11АИ	1 × 0,58	0,58	3,7 ± 0,4	П	5,7
РК75-3,7-11АК	1 × 0,58	0,58	3,7 ± 0,3	П	5,7
РК75-3,7-12АИ	7 × 0,20	0,60	3,7 ± 0,3	П	5,7
РК75-3,7-12АК	7 × 0,20	0,60	3,7 ± 0,3	П	5,7
РК75-3,7-13АИ	1 × 0,58	0,58	3,7 ± 0,3	В	5,7
РК75-3,7-13АК	1 × 0,58	0,58	3,7 ± 0,3	В	5,7
РК75-3,7-14АИ	7 × 0,20	0,60	3,7 ± 0,3	В	5,7
РК75-3,7-14АК	7 × 0,20	0,60	3,7 ± 0,3	В	5,7
РК75-4-11АИ	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,4	П	7,9
РК75-4-11АК	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,4	П	7,9
РК75-4-12АИ	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,4	П	7,9
РК75-4-12АК	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,4	П	7,9
РК75-4-15АИ	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,4	В	7,9
РК75-4-15АК	1 × 0,72	0,72	4,6 ± 0,4	В	7,9
РК75-4-16АИ	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,4	В	7,9
РК75-4-16АК	7 × 0,26	0,78	4,6 ± 0,4	В	7,9
РК75-7-11АИ	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,6	П	10,2
РК75-7-11АК	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,6	П	10,2
РК75-7-12АИ	7 × 0,4	1,20	7,25 ± 0,6	П	10,2
РК75-7-12АК	7 × 0,4	1,20	7,25 ± 0,6	П	10,2
РК75-7-15АИ	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,6	В	10,2
РК75-7-15АК	1 × 1,13	1,13	7,25 ± 0,6	В	10,2
РК75-7-16АИ	7 × 0,4	1,20	7,25 ± 0,6	В	10,2
РК75-7-16АК	7 × 0,4	1,20	7,25 ± 0,6	В	10,2
РК75-9-12АИ	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,7	В	13,1
РК75-9-12АК	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,7	В	13,1
РК75-9-13АИ	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,7	П	13,1
РК75-9-13АК	1 × 1,35	1,35	9,0 ± 0,7	П	13,1

Примечание. d – диаметр проволоки; $d_ж$ – диаметр внутреннего проводника (жилы); $d_п$ – диаметр по изоляции.

Таблица 19.28. **Электрические и механические параметры кабелей для коллективных и индувидуальных телевизионных антенн**

Параметр	Кабели РК диаметром по изоляции, мм				КПТА	КПТМ	КПТО
	3,7	4,6	7,25	9,0			
Коэффициент затухания, дБ/м:							
при $f = 45$ МГц	—	—	—	—	0,10	0,06	—
при $f = 200$ МГц	0,25	0,20	0,14	0,12	—	—	—
Испытательное напряжение, кВ	2,5	3	6	7	0,6	1	1
Минимально допустимый радиус изгиба, мм:							
при транспортировании и хранении	60	70	100	120	40	70	140
при монтаже при 5 °С и выше	30	40	50	60	20	40	70
при монтаже ниже 5 °С	60	70	100	120	40	70	140

ная температура при изгибе кабелей −40 °С. Срок службы кабелей РК в ПЭ оболочке 12 лет, а в ПВХ оболочке 8 лет, кабелей КПТА, КПТМ и КПТО 5 лет. Фактический срок службы кабелей определяется их техническим состоянием.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЫЙ

КОАКСИАЛЬНЫЕ И СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ

20.1. НОМЕНКЛАТУРА

Коаксиальные и симметричные кабели дальней связи предназначены для передачи телефонных разговоров, телеграмм, фототелеграмм, телевизионных и радиовещательных программ. По назначению кабели дальней связи делят на три группы: магистральные, зоновые и сельские.

Магистральные кабельные линии общесоюзного значения связывают Москву с республиканскими, краевыми и областными центрами, а также последние между собой. Зоновые кабельные линии связывают областные центры с районными, районные между собой, а также образуют внутриреспубликанские и внутрикраевые (областные) линии, не имеющие областного деления. Сельские кабельные линии связывают районный центр с сельскими советами, совхозами, колхозами, промышленными предприятиями и другими организациями района.

Таблица 20.1. **Перечень основных марок кабелей дальней связи**

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
	Коаксиальные	
ВКАП (3571450400)	С пористой ПЭ изоляцией с алюминиевым внешним проводником в ПЭ оболочке внутризоновый на частоту до 1,5 МГц	ТУ 16.505.389-78
ВКПАП-10 (3571410201)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПБ (3571450700)	То же на частоту до 1,5 МГц с защитным покровом Б	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПБ-10 (3571410501)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПБГ (3571450900)	То же на частоту до 1,5 МГц с защитным покровом БГ	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПБГ-10 (3571410701)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПБШп (3571450800)	То же на частоту до 1,5 МГц с защитным покровом типа БШп	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПБШп-10 (3571410601)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПКШп (3571453000)	То же на частоту до 1,5 МГц с защитным покровом типа КШп	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПКШп-10 (3571410901)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПСтШп (3571451000)	То же, что и ВКПАП, со стальной гофрированной броней в ПЭ шланге	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПСтШп-10 (3571410801)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПт (3571450500)	То же, что и ВКПАП, со стальным несущим тросом	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПт-10 (3571410301)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
ВКПАПут (3571450600)	То же на частоту до 1,5 МГц с усиленным стальным несущим тросом	ТУ 16.505.389-78
ВКПАПут-10 (3571410401)	То же на частоту до 10 МГц	ТУ 16.705.193-81
КМАБп-4 (3571451300)	С четырьмя коаксиальными парами в алюминиевой оболочке с защитным покровом типа Бп магистральный на частоту до 25 МГц	ГОСТ 10971-78
КМАБп-4-60 (3571452700)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМАБпГ-4 (3571451401)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа БпГ	ГОСТ 10971-78 ТУ 16.705.122-80
КМАБпГ-4-60 (3571452801)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМАБпШп-4 (3571451201)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа БпШп	ГОСТ 10971-78
КМАБпШп-4-60 (3571452601)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМАШп-4 (3571451101)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа Шп	ГОСТ 10971-78
КМАШп-4-60 (3571452501)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.120-80
КМАКпШп-4 (3571451501)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа КпШп	ГОСТ 10971-78
КМАКпШп-4-60 (3571452901)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМБ-4 (3571440201)	То же на частоту до 25 МГц в свинцовой оболочке с защитным покровом типа Б	ГОСТ 10971-78
КМБ-8/6 (3571440901)	То же с 8 нормальными и 6 малогабаритными парами	ТУ 16.505.815-75
КМБГ-4 (3571440301)	То же с 4 коаксиальными парами с защитным покровом типа БГ	ГОСТ 10971-78
КМБГ-4-60 (3571444101)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
КМБГ-8/6 (35 7144 1001)	То же с 8 нормальными и 6 малогабаритными парами на частоту до 25 МГц	ТУ 16.505.815-75
КМБГ-8/6-60 (35 7144 4601)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМБл-4 (35 7144 0401)	То же с 4 коаксиальными парами на частоту до 25 МГц с защитным покровом Бл	ГОСТ 10971-78
КМБл-8/6 (35 7144 1101)	То же с 8 нормальными и 6 малогабаритными парами на частоту до 25 МГц	ТУ 16.505.815-80
КМБл-8/6-60 (35 7144 4701)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМБп-4 (35 7144 2701)	То же с 4 коаксиальными парами на частоту до 25 МГц с защитным покровом Бп	ГОСТ 10971-78
КМБп-4-60 (35 7144 3801)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМБпШп-4-60 (35 7144 4001)	То же на частоту до 60 МГц	
КМБШп-4 (35 1144 2801)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа БШп	ГОСТ 10971-78
КМБШп-4-60 (35 7144 3901)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМГ-4 (35 7144 0101)	То же на частоту до 25 МГц без защитного покрова	ГОСТ 10971-78
КМГ-4-60 (35 7144 3501)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМГ-8/6 (35 7144 0801)	То же с 8 нормальными и 6 малогабаритными парами на частоту до 25 МГц	ТУ 16.505.815-75
КМГ-8/6-60 (35 7144 4501)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМГШп-4 (35 7144 2301)	То же с 4 коаксиальными парами на частоту до 25 МГц с защитным покровом Шп	ГОСТ 10971-78
КМГШп-4-60 (35 7144 3601)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМК-4 (35 7144 3601)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа К	ГОСТ 10971-78
КМК-4-60 (35 7144 4201)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМК-8/6 (35 7144 1201)	То же с 8 нормальными и 6 малогабаритными парами на частоту до 25 МГц	ТУ 16.505.815-75
КМК-8/6-60(35 7144 4801)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМКл-4 (35 7144 0701)	То же с 4 коаксиальными парами на частоту до 25 МГц с защитным покровом Кл	ГОСТ 10971-78
КМКл-4-60 (35 7144 4301)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМКл-8/6-60 (35 7144 4901)	То же с 8 коаксиальными парами и 6 малогабаритными на частоту до 60 МГц	То же
КМКпШп-4 (35 7144 2901)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом типа КпШп	ГОСТ 10971-78
КМЭБ-4 (35 7148 0101)	То же, что и КМБ-4, но в двойной алюминиево-свинцовой оболочке	ГОСТ 10971-78
КМЭБл-4 (35 7148 0201)	То же с защитным покровом Бл	То же
КМЭБл-4-60 (35 7148 0801)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМЭБп-4 (35 7148 0401)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом Бп	ГОСТ 10971-78
КМЭБп-4-60 (35 7148 0901)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМЭБпШп-4 (35 7148 0501)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом БпШп	ГОСТ 10971-78
КМЭБпШп-4-60 (35 7148 1101)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМЭБШп-4 (35 7148 0401)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом БШп	ГОСТ 10971-78
КМЭБШп-4-60 (35 7148 1001)	То же на частоту до 60 МГц	ТУ 16.705.122-80
КМЭК-4 (35 7148 0701)	То же на частоту до 25 МГц с защитным покровом К	ГОСТ 10971-78
КМЭКпШп-4 (35 7148 0601)	То же с защитным покровом КпШп	То же
МКТАБп-4 (35 7145 0201)	С малогабаритными коаксиалами с балонной изоляцией в алюминиевой оболочке и защитным покровом Бп магистральный	ТУ 16.505.027-76
МКТАБпШп-4 (35 7145 0301)	То же с покровом БпШп	То же
МКТАШп-4 (35 7145 0101)	То же с покровом Шп	» »
МКТП-4 (35 7147 0101)	То же в ПЭ оболочке без защитного покрова	» »
МКТПБ-4 (35 7147 0201)	То же с защитным покровом Б	» »
МКТС-4 (35 7144 1801)	То же в свинцовой оболочке без защитного покрова	» »
МКТСБ-4 (35 7144 1901)	То же с защитным покровом Б	» »
МКТСБГ-4 (35 7144 2001)	То же с покровом БГ	» »
МКТСБл-4 (35 7144 3201)	То же с покровом Бл	» »
МКТСК-4 (35 7144 2101)	То же с покровом К	» »
МКТСКл-4 (35 7144 3101)	То же с покровом Кл	» »
МКТСШв-4 (35 7144 3301)	То же с покровом Шв	» »
ФКБ (35 8884 0101)	С кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке с покровом Б фидериый высокочастотный	ТУ 16.505.901-76

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
	Подводные коаксиальные и симметричные	
КПГК-5/18-4 (35 7911 6801)	Коаксиальный с ПЭ изоляцией 5/18 мм бронированный стальными проволоками диаметром 4 мм герметизированный	ТУ 16.505.272-78
КПГК-5/18-6 (35 7911 6901)	То же бронированный проволоками диаметром 6 мм	То же
КПГЭК-5/18-4 (35 7911 7001)	То же экранированный в ПЭ оболочке бронированный проволоками диаметром 4 мм	» »
КПГЭК-5/18-6 (35 7911 7101)	То же бронированный проволоками диаметром 6 мм	» »
КПК-5/18-2,6 (35 7911 6001)	Коаксиальный с ПЭ изоляцией 5/18 мм броиированный проволоками диаметром 2,6 мм для глубин до 3500 м	» »
КПК-5/18-4 (35 7911 6101)	То же броиированный проволоками диаметром 4 мм для глубин до 1000 м	» »
КПК-5/18-6 (35 7911 6201)	То же бронированный проволоками диаметром 6 мм	» »
КПК-5/18-4 + 4 (35 7912 6201)	То же с двойной броней проволоками диаметром 4 мм для прибрежиой трассы на глубинах до 150 м	» »
КПК-5/18-4 + 6 (35 7912 6001)	То же броиированный проволокой диаметром 4 и 6 мм	ТУ 16.505.272-78
КПК-5/18-6 + 6 (35 7912 6101)	То же с двойной броней проволоками диаметром 6 мм	» »
КПК-9,2/34,5-4 (35 7911 6301)	То же 9,2/34,5 мм бронированный проволоками диаметром 4 мм для ремонта линий из кабеля КПК-5/18-4 или КПК-5/18-6	» »
КПК-9,2/34,5-6 (35 7911 6401)	То же броиированный проволоками диаметром 6 мм	» »
КПЭБ-5/18 (35 7916 6200)	То же 5/18 мм экранированный и бронированный стальными лентами для подземной прокладки на береговых участках трассы	» »
КПЭК-5/18-4 (35 7911 7201)	То же бронированный стальными проволоками диаметром 4 мм для прокладки в прибрежных участках трассы на глубине до 150 м	» »
КПЭК-5/18-6 (35 7911 7301)	То же броиированный проволоками диаметром 6 мм	» »
КПЭК-5/18-4 + 4 (35 7912 6301)	То же с двойной броней проволоками диаметром 4 мм	» »
КПЭК-5/18-4 + 6 (35 7912 6401)	То же броиированный проволоками диаметром 4 и 6 мм	» »
КПЭК-5/18-6 + 6 (35 7912 6501)	То же с двойной броней проволоками диаметром 6 мм	» »
СЭПК-4-2 (35 7911 8001)	Симметричный четырехжильный экраиированный с ПЭ изоляцией броиированный оцинкованной стальной проволокой диаметром 2 мм	ТУ 16.505.271-71
СЭПК-4-4 (35 7911 8101)	То же броиированный проволокой диаметром 4 мм	То же
СЭПК-4-6 (35 7911 8201)	То же броиированный проволокой диаметром 6 мм	» »
СЭПК-4-4 + 4 (35 7912 6801)	То же с двойной броней проволоками диаметром 4 мм	» »
СЭПК-4-4 + 6 (35 7912 6901)	То же броиированный проволоками диаметром 4 и 6 мм	» »
СЭПК-4-6 + 6 (35 7912 7001)	То же же с двойной броней проволокой диаметром 6 мм	» »
	Симметричные магистральные высокочастотные	
МКАБп (35 7125 0300)	С кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бп	ТУ 16.505.275-78
МКАБпГ (35 7125 0400)	То же с покровом БпГ	То же
МКАБпШп (35 7125 0200)	То же с покровом БпШп	» »
МКАКпШп (35 7125 0500)	То же с покровом КпШп	» »
МКАШп (35 7125 0100)	То же с покровом Шп	» »
МКБ (35 7124 0200)	То же в свинцовой оболочке с защитным покровом Б	» »
МКБАБл (35 7162 0100)	То же в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бл	ТУ 16.505.189-76
МКБАБп (35 7128 0300)	То же с покровом Бп	То же
МКБАБпШп (35 7128 0200)	То же с покровом Бп	» »
МКБАКл (35 7162 0400)	То же с покровом Кл	» »

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
МКБАКп (35 7162 0800)	То же с покровом Кп	ТУ. 16.505.189-76
МКБАКпШп (35 7162 0500)	То же с покровом КпШп	» »
МКБАШп (35 7162 0600)	То же с покровом Шп	» »
МККПАБл (35 7144 1700)	С ПЭ изоляцией в алюминиевой оболочке комбинированный с защитным покровом Бл	ТУ 16.705.087-79
МККПАБлГ (35 7144 1800)	То же с покровом БлГ	То же
МККПАБп (35 7144 1900)	То же с покровом Бп	» »
МККПАБпШп (35 7144 2000)	То же с покровом БпШп	» »
МККПАКл (35 7144 2100)	То же с покровом Кл	» »
МККПАКп (35 7144 2200)	То же с покровом Кп	» »
МККПАКпШп (35 7144 2300)	То же с покровом КпШп	» »
МККПАШп (35 7144 1600)	То же с покровом Шп	» »
МККПГ (35 7144 5300)	То же в свинцовой оболочке (без защитного покрова)	» »
МКСАБпГ	То же с покровом БпГ	» »
МКСАБпШп (35 7115 0200)	То же с покровом БпШп	» »
МКСАБпШпу (35 7115 0800)	То же с упрочненным шлангом	ТУ 16.705.027-77
МКСАКпШп (35 7115 0500)	То же с покровом КпШп	ГОСТ 15125-76
МКСАСБп (35 7119 0200)	То же в алюминиевой и свинцовой оболочке с защитным покровом Бп	ТУ 16.505.464-73
МКСАСБпШп (35 7119 0100)	То же с покровом БпШп	ТУ 16.505.464-73
МКСАСтпШп (35 7115 0600)	То же в алюминиевой оболочке с подушкой из слоя вязкого подклеивающего состава, ПЭ шланга, стальной гофрированной броней и наружным покровом Шп	ГОСТ 15125-76
МКСАШп (35 7115 0100)	То же без брони и подушки с защитным покровом Шп	То же
МКСАШп (35 7115 1201)	То же с жилами диаметром 1 мм	ТУ 16.705.202-81
МКСАШпу (35 7115 0700)	То же, что и МКСАШп, но с упрочнеиным шлангом	ТУ 16.705.027-77
МКСБ (35 7114 0200)	С кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой оболочке с защитным покровом Б	ГОСТ 15125-76
МКСБГ (35 7114 0300)	То же с покровом БГ	То же
МКСБл (35 7114 0400)	То же с покровом Бл	» »
МКСБпШп (35 7114 0900)	То же с покровом БпШп	» »
МКСБШп (35 7114 0800)	То же с покровом БШп	» »
МКСГ (35 7114 0100)	То же без защитного покрова	» »
МКПАБл (35 7135 0100)	С кордельно-трубчатой ПЭ изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бл	ТУ 16.505.118-75
МКПАБп (35 7135 0300)	То же с покровом Бп	То же
МКПАБпШп (35 7135 1100)	То же с покровом БпШп	» »
МКПАКл (35 7135 0400)	То же с покровом Кл	» »
МКПАКп (35 7135 1200)	То же с покровом Кп	» »
МКПАКпШп (35 7135 0500)	То же с покровом КпШп	» »
МКПАШп (35 7135 0200)	То же с покровом Шп	» »
МКПГ (35 7135 0100)	То же в свинцовой оболочке (без защитного покрова)	» »
МКПуАБп (35 7135 0600)	С ПЭ изоляцией повышенной электрической прочности с защитным покровом Бп	ТУ 16.505.931-76
МКПуАБпГ (35 7135 0900)	То же с покровом БпГ	То же
МКПуАШв (35 7135 0800)	То же с покровом Шв	» »
МКПуАШп (35 7135 0700)	То же с покровом Шп	» »
МКСАБл (35 7115 0300)	С кордельно-полистирольной изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бл	ГОСТ 15125-76
МКСАБлГ (35 7115 0400)	То же с покровом БлГ	То же
МКСАБп (35 7115 1300)	То же с покровом Бп	» »
МКСГСтпШп (35 7114 1000)	С подушкой из вязкого подклеивающего состава, ПЭ шланга, со стальной гофрированной броней и наружным покровом Шп	» »
МКСГШп (35 7114 0700)	То же, что и МКСГ, с защитным покровом типа Шп	» »
МКСК (35 7114 0500)	То же с покровом К	» »
МКСКл (35 7114 0600)	То же с покровом Кл	» »
МКССтШп (35 7114 0400)	То же, что и МКСГ, в стальной гофрированной оболочке с защитным покровом Шп	» »
МКССтШпу (35 7116 0500)	То же с упрочненным шлангом	ТУ 16.705.027-77

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
	Симметричные, низкочастотные	
ТЗБ (35 7184 0300)	С кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке с защитным покровом Б	ГОСТ 5008-73
ТЗБГ (35 7184 0500)	То же с покровом БГ	» »
ТЗБл (35 7184 1400)	То же с покровом Бл	» »
ТЗБлГ (35 7184 1600)	То же с покровом БлГ	» »
ТЗБп (35 7184 1500)	То же с покровом Бп	» »
ТЗГ (35 7184 0100)	То же без защитиого покрова	» »
ТЗГуп (35 7184 2700)	То же с усилениой изоляцией	» »
ТЗК (35 7184 0700)	То же с иормальиой изоляцией с защитным покровом типа К	То же
ТЗКл (35 7184 2000)	То же с защитиым покровом Кл	» »
ТЗПАБп (35 7195 0800)	С пористой ПЭ изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бп	ТУ 16.505.715-75
ТЗПАБпГ (35 7195 0900)	То же с покровом БпГ	» »
ТЗПАШп (35 7195 0400)	То же с покровом Шп	» »
ТЗПАБпШп (35 7195 0500)	То же с покровом БпШп	» »
ТЗПАКпШп (35 7195 0700)	То же с покровом КпШп	» »
ТЗПАуБпШп (35 7195 0600)	То же в утолщеиной алюмиииевой оболочке с защитным покровом БпШп	» »
ТЗПАуШп (35 7195 0400)	То же с защитиым покровом Шп	» »
ТЗПкАБл (35 7195 0100)	С кордельио-трубчатой ПЭ изоляцией в алюмииие-вой оболочке с защитным покровом типа Бл	ТУ 16.505.119-75
ТЗПкАБп (35 7195 0200)	То же с покровом Бп	То же
ТЗПкАБпШп (35 7195 1100)	То же с покровом БпШп	» »
ТЗПкАШп (35 7195 0300)	То же с покровом Шп	» »
ТЗСАБп (35 7175 1400)	С кордельио-полистирольиой изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом типа Бп	ТУ 16.505.655-74
ТЗСАБпГ (35 7175 1500)	То же с покровом БпГ	То же
ТЗСАБпШп (35 7175 1300)	То же с покровом БпШп	» »
ТЗСАКпШп (35 7175 1600)	То же с покровом КпШп	» »
ТЗСАСБп (35 7178 0100)	То же в алюмиииевой и свинцовой оболочках с защитиым покровом Бп	» »
ТЗСАСБпШп (35 7178 0200)	То же с покровом БпШп	» »
ТЗСАСтпШп (35 7178 0300)	То же с покровом СтпШп	» »
ТЗСАШп (35 7175 1200)	То же в алюмиииевой оболочке с защитиым покровом типа Шп	» »
ТЗСБ (35 7174 0200)	То же в свиицовой оболочке с защитиым покровом Б	» »
ТЗСБГ (35 7174 0300)	То же с покровом БГ	» »
ТЗСБл (35 7174 0800)	То же с покровом Бл	» »
ТЗСБШп (35 7174 1200)	То же с покровом БШп	» »
ТЗСГ (35 7174 0100)	То же без защитиого покрова	» »
ТЗСГШп (35 7174 0700)	То же с покровом Шп	» »
ТЗСК (35 7174 0400)	То же с покровом К	» »
ТЗСКл (35 7174 0400)	То же с покровом Кл	» »
ТЗССтШп (35 7186 0100)	То же в стальной гофрированной оболочке с защитиым покровом Шп	
ТЗупБ (35 7184 2900)	С усилеиной кордельио-бумажиой изоляцией с защитиым покровом Б	ГОСТ 5008-73
ТЗупБГ (35 7184 3100)	То же с покровом БГ	То же
ТЗупБл (35 7184 3800)	То же с покровом Бл	» »
ТЗупБлГ (35 7184 4100)	То же с покровом БлГ	» »
ТЗупБп (35 7184 4000)	То же с покровом Бп	» »
ТЗупК (35 7184 3300)	То же с покровом К	» »
ТЗупКл (35 7184 5000)	То же с покровом Кл	» »
ТЗЭБ (35 7184 0400)	С кордельно-бумажиой изоляцией экраиироваиный в свинцовой оболочке с защитиым покровом типа Б	» »
ТЗЭБГ (35 7184 0600)	То же с покровом БГ	» »
ТЗЭБл (35 7184 1700)	То же с покровом Бл	» »
ТЗЭБлГ (35 7184 1900)	То же с покровом БлГ	» »
ТЗЭБп (35 7184 1800)	То же с покровом Бп	» »
ТЗЭГ (35 7184 0200)	То же без защитиого покрова	» »

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
ТЗЭГуп	То же с усиленной изоляцией	ГОСТ 5008-73
ТЗЭК (3571840800)	То же с нормальной изоляцией с защитным покровом К	» »
ТЗЭКл (3571842100)	То же с покровом Кл	» »
ТЗЭупБ (3571843000)	То же с усиленной изоляцией с защитным покровом Б	» »
ТЗЭупБГ (3571843200)	То же с покровом БГ	» »
ТЗЭупБл (3571844200)	То же с покровом Бл	» »
ТЗЭпуБлГ (3571844400)	То же с покровом БлГ	» »
ТЗЭупБн (3571844900)	То же с покровом Бн	» »
ТЗЭупК (3571843400)	То же с покровом К	» »
ТЗЭупКл (3571844500)	То же с покровом Кл	» »
	Симметричные комбинированные	
ТДСБ (3571841000)	С кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой оболочке с защитным покровом Б	ГОСТ 5008-13
ТДСБГ (3571841100)	То же с покровом БГ	То же
ТДСБл (3571842200)	То же с покровом Бл	» »
ТДСБлГ (3571842300)	То же с покровом БлГ	» »
ТДСБи (3571842500)	То же с покровом Бн	» »
ТДСГ (3571840900)	То же без защитного покрова	» »
ТДСГун (3571843500)	То же с усиленной изоляцией	» »
ТДСК (3571841200)	То же с нормальной изоляцией с защитным покровом К	ГОСТ 5008-73
ТДСКл (3571842400)	То же с покровом Кл	» »
ТДСупБ (3571843600)	То же с усиленной изоляцией с защитным покровом Б	» »
ТДСупБГ (3571843700)	То же с покровом БГ	» »
ТДСупБл (3571844600)	То же с покровом Бл	» »
ТДСупБлГ (3571844700)	То же с покровом БлГ	» »
ТДСупБи (3571844900)	То же с покровом Би	» »
ТДСупК (3571843800)	То же с покровом К	» »
ТДСупКл (3571844800)	То же с покровом Кл	» »
	Симметричные для зоновой и сельской связи	
ЗКАБп (3571351401)	Одиночетверочный с ПЭ изоляцией в алюминиевой оболочке с защитным покровом Бп	ТУ 16.505.233-78
ЗКАКпШп (3571351501)	То же с покровом КпШп	То же
ЗКАШп (3571351301)	То же с покровом Шп	» »
ЗКВ (3571320201)	То же в ПВХ оболочке без защитного покрова	» »
ЗКВБ (3571320301)	То же с покровом Б	» »
ЗКВК (3571320401)	То же с покровом К	» »
ЗКП (3571310201)	То же в ПЭ оболочке без защитного покрова	» »
ЗКПБ (3571310301)	То же с покровом Б	» »
ЗКПК (3571310401)	То же с покровом К	» »
КСПЗП (3573110600)	С ПЭ изоляцией с гидрофобным заполнением в ПЭ оболочке для сельской связи	ОСТ 16.0.505.002-79
КСПЗПБ (3573110700)	То же с покровом Б	То же
КСПП (3573110100)	То же без заполнения и защитного покрова	» »
КСППБ (3573110200)	То же с покровом Б	» »
КСППБт (3573110800)	То же со встроенным тросом	» »
КСППЗПБт (3573110900)	То же с заполнением	» »
МККШв (3571320101)	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке для зоновой связи	ТУ 16.505.233-78
МККШп (3571310101)	То же в ПЭ оболочке	То же
	Оптические	
ОК-50-1В-1/0 (3587310101)	С одним волокном, защищенным трубкой, в ПВХ оболочке	ТУ 16.705.254-82
ОК-50-1В-2/0 (3587310102)	То же с 2 волокнами	То же
ОК-50-1В-4/0 (3587310103)	То же с центральным силовым элементом, с 4 волокнами	» »
ОК-50-1В-6/0 (3587310104)	То же с 6 волокнами	» »
ОК-50-1В-8/0 (3587310105)	То же с 8 волокнами	» »
ОК-50-1В-10/0 (3587310106)	То же с 10 волокнами	» »

Продолжение табл. 20.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
ОК-50-1В-12/0 (35 8731 0107)	То же с 12 волокнами	ТУ 16.705.254-82
ОК-50-2-4/0 (35 8731 0203)	С центральным силовым элементом, с 4 волокнами, защищенными полиамидной оболочкой, в ПВХ оболочке	» »
ОК-50-2-6/0 (35 8731 0204)	То же с 6 волокнами	» »
ОК-50-2-8/0 (35 8731 0205)	То же с 8 волокнами	» »
ОК-50-3-6/0 (35 8731 0304)	С центральным силовым элементом, с 6 волокнами	» »
ОК-50-4-6/0 (35 8731 0404)	С центральным силовым элементом, с 6 волокнами, уложенными в пазы сердечника, в ПВХ оболочке	» »
ОК-50-4-8/0 (38 8731 0405)	То же с 8 волокнами	» »

Таблица 20.2. **Области применения и условия прокладки кабелей дальней связи**

Тип защитного покрова	Область применения	Условия прокладки
Г	Внутри помещений при отсутствии механических воздействий на кабель, в среде, нейтральной по отношению к оболочке, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	Телефонная канализация, трубы, блоки, коллекторы, тоннели
Шп	При отсутствии механических воздействий на кабель в среде, агрессивной по отношению к оболочке, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	Телефонная канализация, трубы, блоки
Шп (поверх алюминиевой оболочки)	При отсутствии больших растягивающихся усилий, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	По мостам и в грунтах
БГ	В пожароопасных помещениях, если кабель не подвергается большим растягивающим усилиям, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	Шахты, тоннели, каналы и коллекторы
Бл	В грунтах, нейтральных и агрессивных по отношению к свинцовой оболочке, если кабель не подвергается значительным растягивающим или сдавливающим усилиям, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	Грунты
Бл (поверх экрана)	Повышенная грозодеятельность, влияние ЛЭП и электрифицированных железных дорог, если кабель не подвергается значительным растягивающим или сдавливающим усилиям	В грунтах, нейтральных и агрессивных по отношению к свинцовой оболочке
Бп	В грунтах, если кабель не подвергается растягивающим или сдавливающим усилиям, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	В грунтах высокой агрессивности по отношению к свинцовой оболочке и стальной броне
БпГ	В пожароопасных помещениях, если кабель не подвергается большим растягивающим усилиям, в условиях, характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	Пожароопасные помещения, шахты, тоннели, каналы и коллекторы
БпШп	В грунтах и воде в районах, характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием, в грунтах, агрессивных по отношению к свинцовой оболочке и стальной броне	В грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, в воде, при пересечении неглубоких болот, несудоходных и несплавных рек со спокойным течением воды
К	Переходы горных, судоходных и сплавных рек, их затопляемые и заболоченные поймы, болота глубиной более 2 м, в грунтах, подверженных мерзлотным деформациям и при наличии больших растягивающих усилий, в районах, не характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	По дну рек, в болотах и грунтах
КЛ, Кп	То же, но в грунтах, агрессивных по отношению к свинцовой оболочке	То же
КпШп (поверх алюминиевой оболочки)	Переходы горных, судоходных и сплавных рек, их затопляемые и заболоченные поймы, болота глубиной более 2 м, в грунтах, подверженных мерзлотным деформациям и при наличии больших растягивающих усилий кабеля, в районах, характеризующихся повышенным электромагнитным влиянием	По дну рек, в болотах и грунтах
КпШп	То же и в грунтах с повышенной коррозионной опасностью по отношению к свинцовой оболочке и стальной броне	То же

Таблица 20.3. **Виды связи, система передачи, типы кабелей, линейный спектр частот, расстояние между усилительными участками и дальностью действия**

Вид связи	Система передачи	Тип кабеля	Количество каналов связи	Линейный спектр, кГц	Затухание усилительного участка, дБ	Расстояние между участками, км		Дальность действия, км
						НУП	ОУП	
Магистральная:								
по коаксиальному кабелю	К-10800	КМ-2,6/9,4;	10800	312 – 60000				
	К-3600	МКТ-1,2/4,6	3600	312 – 17000	39	3	120	
	К-1920		1920	312 – 8500	43	6	180	
	К-300		300	60 – 1300	30	6	240	
	ИКМ-1920		1920	До 140*	–	–	–	
	ИКМ-480		480	До 34*	–	–	–	
	ИКП-120		120	До 8,5*	–	–	–	
по оптическому кабелю	ИКМ-30		–	2*	–	–	–	12500
	ИКМ-120		–	8,5*	–	–	–	
	ИКМ-480		–	34*	–	–	–	
	ИКМ-1920		–	140*	–	–	–	
по симметричному кабелю	К-120	МКС	120	12 – 552	–	–	–	
	К-60		60	12 – 252	49	19	160 – 170	
	К-60П		60	12 – 252	51	12	250 – 300	
Зоновая:								
по коаксиальному кабелю	К-120; К-60П	ВКПАП	120	60 – 1300	36	10	200	600
по симметричному кабелю	К-60	МК 4 × 4; КЗ 1 × 4	60	12 – 252	28	10,6	190 – 230	5000
	К-24П		24	12 – 108	34	20	200	5000
	КВ-12		12	36 – 84; 92 – 148	52	15 – 25	70	2400
	ИКМ-120		120	До 8448	55	4 – 5,5	200	600
Сельская	КНК-12	КСПП	12	6 – 54; 60 – 108	43	16	120	120
	КНК-6Т	»	6	16 – 60; 76 – 120	49	16	80	80
	КАМА	3КП × 4; МК4 × 4	30	12 – 252; 312 – 552	48	13	80	80
	ИКМ-12	КСПП; МК4 × 4	12	До 800	38	7	50 – 100	50 – 100

* Число импульсов в 1 мкс (мегабит).

Перечень основных марок кабелей дальней связи приведен в табл. 20.1, а области их применения – в табл. 20.2. Кабельные линии дальней связи используют преимущественно путем уплотнения каналов при частоте выше 12 кГц (табл. 20.3). Временно используют эти линии также для связи при низких (до 10 кГц) частотах без уплотнения.

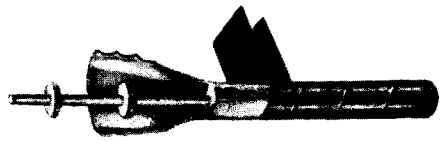


Рис. 20.1. Коаксиальная пара магистральных кабелей с шайбовой изоляцией 2,6/9,4 мм

20.2. КОАКСИАЛЬНЫЕ МАГИСТРАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Коаксиальные магистральные кабели КМГ-4, КМБ-4 и др. (ГОСТ 10971-78) состоят из четырех коаксиальных пар типа 2,6/9,4 мм и пяти четверок с жилами диаметром 0,9 мм. Они предназначены для многоканальной связи и телевидения с уплотнением в диапазоне частот до 25 МГц. Кабели по ТУ 16.075.034-78 с пятью дополнительными четверками маркнруются: КМГ-4-5П предназначены для уплотнения до 17 МГц. Кабели по ТУ 16.705.122-80, предназначенные для работы в диапазоне до 60 МГц, маркируются КМГ-4-60, КМГ-8/6-60 и др.

ГОСТ 10971-78 полностью соответствует стандарту СЭВ СТ СЭВ 3565-82.

Внутренний проводник коаксиальной пары изготовляют из медной полутвердой проволоки диаметром 2,58 мм. На него насаживают или отливают ПЭ шайбы диаметром 9,40 мм, толщиной 2,2 мм с шагом 30,3 мм. Внешний проводник изготовляют из отожженной медной ленты толщиной 0,26 мм, шириной 30,6 мм с гофрированными кромками с одним продольным швом. Коаксиальную пару обматывают двумя стальными лентами толщиной 0,15 мм с перекрытием и лентами бумаги или пластмассы (рис. 20.1).

Наружный диаметр коаксиальной пары 11,1 мм.

Токопроводящие жилы четверок, симметричных пар и одиночных жил диаметром 0,9 мм изготовляют с полиэтиленовой или кордельно-бумажной изоляцией в кабелях КМ-4 и полиэтиленовой в кабелях КМ-4-60 и КМЭ-4-60. Жилы центральной четверки изготовляют из эмалированного провода ПЭЛ-0,9 мм с бумажной или ПЭ изоляцией. Изолированные жилы с изоляцией разного цвета скручивают в четверку вокруг ПЭ корделя. Жилы в четверке, расположенные по диагонали, образуют рабочие пары: первая пара красного и желтого (натурального) цвета, вторая пара – синего (фиолетового) и зеленого цвета. Каждую скрученную четверку обматывают цветной хлопчатобумажной или синтетической пряжей: первой центральной – желтой, второй – красной, третьей – зеленой, четвертой – белой и пятой – коричневой (черной).

Четыре коаксиальные пары 2,6/9,4 мм скручивают вокруг четверки с эмалированными жилами с шагом 850 мм с размещением между ними четверок с жилами 0,9 мм (рис. 20.2), обматывают бумажными или из другого материала лентами и прокладывают мерную ленту с условным обозначением предприятия-изготовителя. Поверх поясной изоляции в кабеле КМ накладывают свинцовую оболочку с присадкой сурьмы или алюминиевую, а в кабеле КМЭ – двойную металлическую оболочку (алюминий – свинец) толщиной свинцовой оболочки не менее 1,3 мм и алюминиевой 1 мм и защитные покровы типов Бп, БпШп, КпШп и БпГ (по ГОСТ 7006-72). Наружный диаметр и расчетная масса кабелей приведены в табл. 20.4.

Наружный диаметр кабелей в тропическом исполнении может быть на 5 мм больше указанных в табл. 20.4.

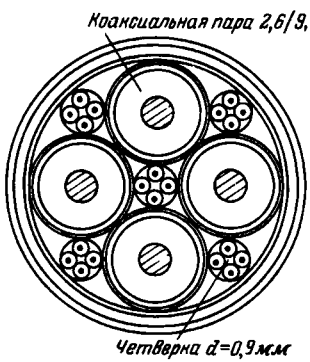


Рис. 20.2. Схема коаксиального магистрального кабеля КМГ-4

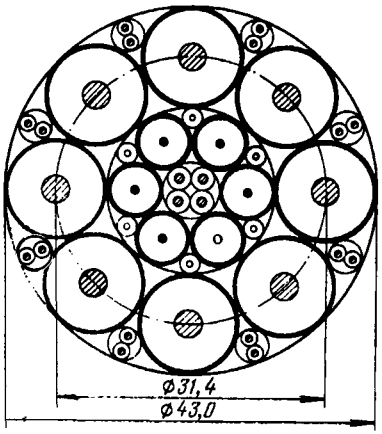


Рис. 20.3. Схема коаксиального магистрального кабеля КМГ-8/6

Коаксиальные комбинированные магистральные кабели КМБ-8/6 с коаксиальными парами типа 2,6/9,4 мм (см. § 20.3) предназначены для организаций мощных пучков каналов связи и передачи телевизионных программ на большие расстояния в диапазоне частот до 25 МГц по коаксиальным парам 2,6/9,4 мм и в диапазоне частот до 10 МГц по коаксиальным парам 1,2/4,6 мм. Коаксиальные комбинированные магистральные кабели КМ-8/6 состоят из восьми коаксиальных пар 2,6/9,4 мм, шести коаксиальных пар 1,2/4,6 мм, восьми симметричных пар, одной симметричной четверки и шести одиночных жил диаметром 0,9 мм (рис. 20.3).

Токопроводящие жилы симметричных пар, четверок и одиночных жил диаметром 0,9 мм имеют баллонную изоляцию из ПЭНП. Изолированные жилы скручивают в симметричные пары (белого – красного и белого – зеленого цветов) и в симметричные четверки с жилами красная – желтая (натуральная), синяя (фиолетовая) – зеленая. Допускается обмотка скрученной четверки металлизированной бумагой. Одиночные жилы имеют расцветку, обеспечивающую наличие двух контрольных жил красного и зеленого (синего) цветов. Кабель скручивают двумя концентрическими повивами с расположенной в центре симметричной четверкой; в первом повиве расположены шесть коаксиальных пар 1,2/4,6 мм и в промежутках между ними – шесть одиночных жил; во втором повиве расположены восемь коаксиальных пар 2,6/9,4 мм и в промежутке между ними – восемь симметричных пар, поясная изоляция из бумажных лент, свинцовая оболочка и защитные покровы типа Б, БГ, Бл, К и Кл.

Строительная длина кабелей всех марок с проволочной броней не менее 600 м, а кабелей с ленточной броней – не менее 400 м. Допускается сдача потребителю отрезков кабелей в свинцовой оболочке (кроме кабелей с броней К) длиной от 200 до 599 м в количестве не более 20% общей длины партии кабелей, кабелей в алюминиевой и двойной (алюминий – свинец) оболочке и в свинцовой оболочке с защитным покровом Шп длиной от 200 до 399 м в количестве не более 20%, отрезки длиной от 400 до 599 м в количестве не более 30% общей длины партии кабелей, отрезки длиной от 100 до 199 м в количестве не более 10% и отрезки кабелей с броней типа К длиной

Таблица 20.4. **Внешний диаметр и масса коаксиальных кабелей**

Марка	*D*, мм	*g*, кг/км	Марка	*D*, мм	*g*, кг/км
КМАБп-4	51	3240	КМГ-4	35	3185
КМАБпГ-4	47	2818	КМГ-8/6	48	6255
КМАБпШп-4	53	3210	КМГШп-4	39	3555
КМАКпШп-4	60	6607	КМК-4	54	7590
КМАШп-4	41	1820	КМК-8/6	64	12103
КМБ-4	45	4070	КМКл-4	55	7820
КМБ-8/6	56	7527	КМКл-8/6	76	–
КМБГ-4	41	3730	КМКпШп-4	61	8270
КМБГ-8/6	60	–	КМЭБ-4	49	4800
КМБл-4	46	4200	КМЭБл-4	50	5000
КМБл-8/6	57	7673	КМЭБп-4	54	5250
КМБп-4	49	4190	КМЭБпШп-4	56	5300
КМБпШп-4	54	4505	КМЭБШп-4	50	4835
КМБШп	49	4255	КМЭК-4	56	7840
			КМЭКпШп-4	62	8375

от 100 до 399 м в количестве не более 10% общей длины партии.

Строительная длина кабелей КМГ-8/6, КМБ-8/6, КМБл-8/6 и КМБГ-8/6 не менее 490 м, допускается сдача кабелей длинами не менее 160 м в количестве не более 20% и длиной не менее 100 м в количестве не более 10% общей длины партии. Строительная длина кабелей КМК-8/6 и КМКл-8/6 – не менее 200 м.

По согласованию сторон допускается сдача кабелей любыми длинами.

Электрические параметры кабелей при температуре 20 °С приведены в табл. 20.5. Номинальный коэффициент затухания коаксиальных и симметричных пар коаксиальных кабелей в зависимости от частоты приведен в табл. 20.6. Отклонения от номинальных значений коаксиальных пар ±2%, а симметричных пар с ПЭ и воздушно-бумажной изоляцией ±3%.

Типовая характеристика частотной зависимости коэффициента затухания коаксиальных пар 2,6/9,5 мм:

Частота, МГц	1	4	12	20	40	60
α, дВ/км . . .	2,40	4,79	8,29	10,72	15,20	18,65

Частотная зависимость коэффициента затухания и температурного коэффициента затухания коаксиальных пар приведены в табл. 20.7.

Коаксиальные пары кабелей механически устойчивы и после двухкратной перемотки соответствуют табл. 20.5. Группам кабелей при определенной строительной длине в зависимости от измеренных концевых значений волнового сопротивления коаксиальных пар присваивается номер.

Средние значения волнового сопротивления и группы кабеля с коаксиальными парами 2,6/9,4 мм и 1,2/4,6 мм приведены в табл. 20.8.

Коаксиальные пары кабелей после поставки должны быть испытаны потребителем напряжением постоянного тока в течение 2 мин.

	Испытательное напряжение, кВ для коаксиальных пар	
	2,6/9,4 мм	1,2/4,6 мм
Кабель определенной длины:		
на площадке	3,4	2,6
после прокладки . . .	3,2	2,4
Смонтированные усилительные участки длиной не более 6,3 км	3,0	2,0

Рабочее напряжение коаксиальных пар 2,6/9,4 мм не должно превышать 1000 В переменного напряжения частоты 50 Гц или 1400 В постоянного напряжения. Допускается кратковременное перенапряжение коаксиальных пар до 1400 В переменного напряжения длительностью не более 1,2 с. Рабочее напряжение коаксиальных пар 1,2/4,6 мм не должно превышать 660 В переменного напряжения частотой 50 Гц или 1000 В постоянного напряжения, четверки – 250 В частотой 50 Гц или 350 В постоянного напряжения, симметричных пар и одиночных жил – 300 В частотой 50 Гц или 450 В постоянного напряжения.

Транспортирование кабеля может осуществляться любым видом транспорта на любые расстояния при температуре от –40 до +40 °С при условии защиты от непосредственного попадания влаги, агрессивных сред, солнечной радиации и механических повреждений.

Диаметр изгиба кабеля при монтаже не должен быть менее 25 *D* по свинцовой оболочке. Кабель предназначен для прокладки ручным или механизированным способом при температуре окружающей среды от –10 до +40 °С.

Для прокладки при температуре ниже –10 °С кабели должны быть предварительно прогреты.

Коаксиальные пары готовых кабелей механически устойчивы, их концевые значения волнового сопротивления, внутренняя неоднородность и электрическая прочность, а также герметичность алюминиевой оболочки и ПЭ шланга после двухкратной перемотки соответствуют табл. 20.5. Срок службы кабелей не менее 30 лет.

Диаметр шейки барабана должен быть не менее 25 *D* при намотке кабелей КМ-4-60 и КМ-8/6-60, 40 *D* кабелей КМА-4-60, 30 *D* кабелей КМЭ-4-60. Концы кабелей должны быть запаяны и снабжены вентилем для контроля внутреннего давления. Алюминиевая оболочка на концах должна быть покрыта битумом или краской и поверх этого слоя должны быть насажены пластмассовые колпачки путем термоусадки или приварки к ПЭ шлангу. Оба конца кабеля расположены под обшивкой барабана на расстоянии не менее 100 мм от внутренней поверхности обшивки. Кабели должны транспортироваться и храниться при избыточном давлении воздуха или инертного газа внутри кабеля от 49 до 108 кПа, допустимое давление в кабеле, хранящемся у потребителя, – 29 – 98 кПа.

Таблица 20.5. **Электрические параметры коаксиальных кабелей**

Параметр	Частота, кГц	КМБ-4, МКБ-8/6	МКТА, МКТС	ВКПАП	Коэффициент пересчета на другую длину L
		Коаксиальные пары			
Электрическое сопротивление на длине 1 км, не более:	Постоянный ток				$L/1000$
внутреннего проводника диаметром:					
2,6 мм		3,7	–	–	–
2,17 мм		–	–	5,15	–
1,20 мм		15,85	15,85	–	–
внешнего проводника	–	2,5	8,0	1,5	$L/1000$
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее:	Постоянный ток				
между внутренним и внешним проводниками		10 000	15 000	15 000	$1000/L$
между внешними проводниками		2*	–	–	$1000/L$
между внешними проводниками и заземленной оболочкой		1*	–	10	$1000/L$
Номинальное значение волнового сопротивления, Ом:	1000	75	75	–	–
	2500	74, 65	–	–	–
	Импульс длительностью 0,12 мкс	–	75	75	–
отклонения значения волнового сопротивления от номинального 75 Ом, измеренного импульсным прибором, Ом, не более	Импульс 0,06 мкс	±0,65	±1,5	±3,0	–
разность значений волнового сопротивления на входе и выходе каждой коаксиальной пары, Ом, не более	Импульс 0,06 мкс	0,6	1,0	2,0	–
внутренняя неоднородность – коэффициент отражения в любой точке каждой коаксиальной пары строительной длины, не более, от партии:	Импульс 0,06 мкс				
100%		$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$10\cdot10^{-3}$	–
95%		$2\cdot^{-3}$	–	–	–
90%		–	–	$7\cdot10^{-3}$	–
80%		$1{,}5\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	–	–
средняя арифметическая величина трех наибольших коэффициентов отражения в каждой коаксиальной паре любой строительной длины, не более	Импульс 0,06 мкс	$1{,}8\cdot10^{-3}$	–	–	–
Коэффициент затухания, дБ/км, не более	1000 – 60 000	См. табл. 20.6 и 20.7	См. табл. 20.6	–	$L/1000$
	1000	2,455	5,35	2,95	
	8000	6,958	15,20	–	
	10 000	7,856	16,87	–	
	25 000	12,373	–	–	
Среднее значение отраженной мощности на строительной длине 500 м, дБ, не менее	55 000 – 65 000	40	–	–	$-10\lg\frac{L}{500}$
Переходное затухание на ближнем конце на длине 500 м, дБ, не менее:					
между коаксиальными парами 2,6/9,5 мм	60	104,2	–	–	
	300	130	–	–	
	4000 – 60 000	145	–	–	
между коаксиальными парами 1,2/4,6 мм	60	–	108,6	–	
между коаксиальными парами 2,6/9,5 и 1,2/4,6 мм	60	104,2	–	–	
	300	123,3	–	–	
между коаксиальными парами 1,2/4,6 мм и симметричными парами, уплотняемыми системой К-24-Р	110	100	–	–	

Продолжение табл. 20.5

Параметр	Частота, кГц	КМБ-4, МКБ-8/6	МКТА, МКТС	ВКПАП	Коэффициент пересчета на другую длину L
между двумя симметричными парами, уплотняемыми системой К-24-Р	110	91,2	–	–	–
Испытательное напряжение, В, в течение 2 мин:					
между внутренним и внешним проводниками коаксиальных пар	Постоянный ток	3700	2800	–	
	0,05	2600	2000	3000	
между экранами коаксиальных пар	Постоянный ток	430	280	–	
	0,05	300	200	5000	
между всеми жилами четверок и внешними проводниками коаксиальных пар, соединенных вместе, по отношению к металлической оболочке	Постоянный ток	2500	–	–	
	0,05	2000	–	–	
Коэффициент защитного действия металлических покровов:	0,05				
КМБл-4-60 при продольных ЭДС 50 – 150 В/км	0,05	0,5	–	–	
КМЭБл-4-60 и КМА-4-60 при продольных ЭДС, В/км:					
50		0,14	–	–	
80		0,12	–	–	
100 – 300		0,10	–	–	
КМБл-8/6-60 при продольной ЭДС 50 – 150 В/км		0,35	–	–	
Электрическое сопротивление металлических покровов на длине 1 км, Ом, не более:	Постоянный ток				$L/1000$
КМЭ-4-60		0,28	–	–	
КМА-4-60		0,25	–	–	
Сопротивление изоляции ПЭ шланга между алюминиевой оболочкой и водой, броней и водой в кабелях с ПЭ шлангом и между алюминиевой оболочкой и броней, МОм·км, не менее	То же	20	–	–	$1000/L$

Симметричные четверки, пары и одиночные жилы кабелей

Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км, Ом, не более	Постоянный ток	28,5	57	–	$L/1000$
Разность электрических сопротивлений жил в паре на длине 600 (500) м, Ом, не более	То же	0,8	0,6	–	$\sqrt{L/600}$ / $(\sqrt{L/500})$
Сопротивление изоляции каждой жилы относительно всех других жил, соединенных с оболочкой 10^6 Ом·км, не менее:	» »				$1000/L$
жилы четверок с ПЭ изоляцией		5000	5000	–	
жилы четверок с воздушно-бумажной изоляцией		3000	–	–	
Рабочая емкость пары в четверке кабеля, нФ/км:					$L/1000$
номинальное значение	0,8	34	32	–	
отклонение от номинального значения пар	–	±3	±4		
Коэффициент затухания пар, дБ/км:		См. табл. 20.6			$L/1000$
с ПЭ изоляцией	10	1,43	–	–	
	110	3,26			
с воздушно-бумажной изоляцией	10	1,301	–	–	
	110	3,092			

Продолжение табл. 20.5

Параметр	Частота, кГц	КМБ-4, МКБ-8/6	МКТА, МКТС	ВКПАП	Коэффициент пересчета на другую длину L
Испытательное напряжение, В, в течение 2 мин:					
между каждой жилой относительно всех других жил и внешних проводников, соединенных с металлической оболочкой	Постоянный ток	1000	1000	–	–
	0,05	700	700	–	–
между всеми жилами и внешними проводниками коаксиальных пар, соединенных вместе, по отношению к металлической оболочке	Постоянный ток	2500	700	–	
	0,05	2000	500	–	
между внешним проводником и водой		–	–	5000	
Сопротивление изоляции ПЭ шланга, 10^6 Ом·км:					
между алюминиевой оболочкой и броней	Постоянный ток	–	10	–	$1000/L$
	0,05				
между броней и землей	То же	–	10	–	–
Коэффициент защитного действия металлических покровов кабеля с ленточной броней в исходном состоянии при продольных ЭДС, В/км, не более:					
для кабелей в свинцовой оболочке 50 – 150	0,05	0,5	0,6	–	
для кабелей в алюминиевой и двойной металлической оболочке					
50	0,05	0,14	0,20	–	
80	0,05	0,12	0,15	–	–
100 – 300	0,05	0,10	0,14	–	–
для кабелей КМАШп-4 50 – 300 В/км	0,05	0,45	0,5	–	–
Электрическое сопротивление металлических покровов на длине 1 км, Ом, не более:	Постоянный ток				$L/1000$
в алюминиевой оболочке		0,25	–	–	–
в алюминиево-свинцовой оболочке		0,28	–	–	–
Сопротивление изоляции между алюминиевой оболочкой и водой, броней и водой и алюминиевой оболочкой и броней, Мом·км, не менее	То же	20	–	–	$1000/L$

Таблица 20.6. **Частотная зависимость коэффициента затухания и номинального волнового сопротивления четверок кабелей КМ-4-60 и КМЭ-4-60 и симметричных пар кабелей КМ-8/6-60**

f, кГц	α, дБ/км			z, Ом	f, кГц	α, дБ/км			z, Ом
	четверок со сплошной ПЭ изоляцией кабелей КМ-4-60 и КМЭ-4-60	симметричных пар с балонной ПЭ изоляцией кабелей КМ-8/6-60	пар с воздушно-бумажной изоляцией			четверок со сплошной ПЭ изоляцией кабелей КМ-4-60 и КМЭ-4-60	симметричных пар с балонной ПЭ изоляцией кабелей КМ-8/6-60	пар с воздушно-бумажной изоляций	
10	1,43	1,349	1,301	188	60	2,38	2,137	2,197	150
20	1,67	1,557	1,480	165	70	2,56	2,284	3,376	149
30	1,85	1,709	1,659	158	80	2,74	2,433	2,555	148
40	2,03	1,857	1,839	154	90	2,92	2,591	2,734	147
50	2,21	1,995	2,018	152	100	3,09	2,752	2,913	146
					110	3,26	2,908	3,092	145

Таблица 20.7. **Частотная зависимость коэффициента затухания α и температурного коэффициента затухания τ коаксиальных пар типа 2,6/9,5 мм кабелей КМ-4 и КМ-8/6 при $t = 20$ °С**

f, МГц	α, дБ/км	$\tau \cdot 10^{-3}$	f, МГц	α, дБ/км	$\tau \cdot 10^{-3}$
0,06	–	2,40000	8,0	6,7719	1,9640
0,1	–	2,30000	8,5	6,9807	1,9625
0,2	–	2,1900	9,0	7,1836	1,9620
0,3	–	2,1300	9,5	7,3809	1,9610
0,4	–	2,090	10,0	7,5731	1,9600
0,5	–	2,0650	11,0	7,9438	1,9590
0,6	–	2,0450	12,0	8,2979	1,9580
0,7	–	2,0300	13,0	8,6381	1,9570
0,8	–	2,0180	14,0	8,9654	1,9565
0,9	–	2,0100	15,0	9,2812	1,9560
1,0	2,3986	2,0050	16,0	9,5868	1,9555
1,2	2,5137	2,0000	17,0	9,8831	1,9550
1,3	2,6250	1,9980	18,0	10,1710	1,9545
1,4	2,7318	1,9950	19,0	10,4511	1,9540
1,5	2,8345	1,9940	20,0	10,7237	1,9535
2,0	2,9337	1,9930	21,0	10,9902	1,9530
2,5	3,3862	1,9910	22,0	11,2502	1,9525
3,0	3,7852	1,9880	23,0	11,5044	1,9520
3,5	4,1460	1,9845	24,0	11,7532	1,9515
4,0	4,4779	1,9815	25,0	11,9970	1,9510
4,5	4,7869	1,9790	30,0	13,1514	1,9500
5,0	5,0773	1,9765	35,0	14,2107	1,9490
5,5	5,3521	1,9745	40,0	15,2045	1,9480
6,0	5,6136	1,9720	45,0	16,1296	1,9470
6,5	5,8634	1,9700	50,0	17,0135	1,9460
7,0	6,1031	1,9685	55,0	17,8482	1,9450
7,5	6,3338	1,9670	60,0	18,6500	1,9440
	6,5564	1,9655			

Таблица 20.8. **Группы кабеля по среднему значению волнового сопротивления, Ом**

Среднее значение волнового сопротивления пар 2,6/9,4 мм, Ом	Группа кабеля	Среднее значение волнового сопротивления пар 1,2/4,6 мм, Ом	Группа кабеля
74,60 – 74,90	II	73,5 – 74,1	1
74,91 – 75,15	III	74,11 – 74,7	2
75,16/75,40	IV	74,71 – 75,3	3
		75,31 – 75,9	4
		75,91 – 76,5	5

20.3. МАЛОГАБАРИТНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Магистральный кабель с коаксиальными парами типа 1,2/4,6 мм предназначен для связи и телевидения в диапазоне частот от 60 до 10000 кГц. Внутренний проводник однопроволочный из отожженной медной проволоки диаметром 1,2 мм. На внутренний проводник наложена трубка из ПЭНП толщиной 0,45 мм с пережимами через 12 мм (рис. 20.4). Внешний проводник из отожженной медной ленты толщиной 0,16 мм свернут в трубку поверх изоляции. Внешний проводник обмотан двумя стальными лентами толщиной 0,1 мм и одной пластмассовой лентой. Жилы симметричных пар и контрольную изготовляют из медной проволоки диаметром 0,7 мм с изоляцией из ПЭНП диаметром 1,6 мм. Контрольная жила имеет периодические оголенные участки. Четыре коаксиальные и четыре симметричные пары скручены вокруг симметричной пары и контрольной жилы в центре. (Симметричные пары размещены между коаксиальными парами.) Расцветка жил симметричных пар кабеля, считая по часовой стрелке с конца А, белая – красная, белая – зеленая, белая – синяя и белая – синяя в центре кабеля. За первую коаксиальную пару принята пара, расположенная между первой симметричной (белая – красная) и второй парами (белая – зеленая).

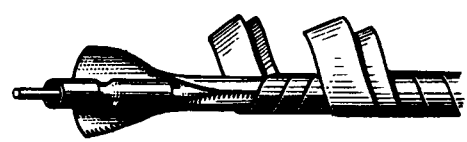


Рис. 20.4. Коаксиальная пара малогабаритного коаксиального кабеля

Поверх скрученных коаксиальных и симметричных пар наложена поясная изоляция бумажными лентами и ПЭ, свинцовая или алюминиевая оболочка. Комбинированная пластмассовая оболочка состоит из ПЭ толщиной 1,8 – 0,2 мм и ПВХ толщиной 2,2 – 0,2 мм. Поверх алюминиевой оболочки накладывается ПЭ шланг. Расчетные внешний диаметр и масса кабелей приведены ниже.

Внешний диаметр и масса коаксиальных малогабаритных кабелей

	D, мм	*g*, кг/км
МКТАБп-4	42	1800
МКТАБпШп-4	46	2000
МКТАШп-4	28	800
МКТП-4	28	700
МКТПБ-4	38	1200
МКТС-4	24	1500
МКТСБ-4	33	2150
МКТСБГ-4	30	1900
МКТСБл-4	35	2250
МКТСК-4	45	4780
МКТСКл-4	48	4950
МКТСШв-4	32	1750

Строительная длина кабелей 500 м, кабеля МКТСК-4 – 300 м, МКТСШв-4 – 100 м. Допускается сдача кабелей длинами 300 – 500 м не более 15%, 200 – 300 м – 10% и 100 – 200 м – 5% партии (допускается сдача кабеля МКТСШв-4 длинами не менее 50 м не более 10%). Электрические параметры малогабаритных кабелей приведены в табл. 20.5. Типовая характеристика коэффициента затухания этих кабелей приведена в табл. 20.9.

Магистральные комбинированные кабели связи с ПЭ баллонной изоляцией типа МККПА предназначены для цепей и пучков каналов связи, автоматики и передачи данных с применением систем аппаратуры типов К-12, К-24 РТ, К-60, К-120, К-300 и ИКМ-30(120) на двухкабельной или одно-кабельной линиях связи, проходящих вдоль электрифицированных железных дорог. Цепи обеспечивают передачу дистанционного питания промежуточной аппаратуры постоянным напряжением до 1000 В или переменным напряжением частотой 50 Гц до 690 В.

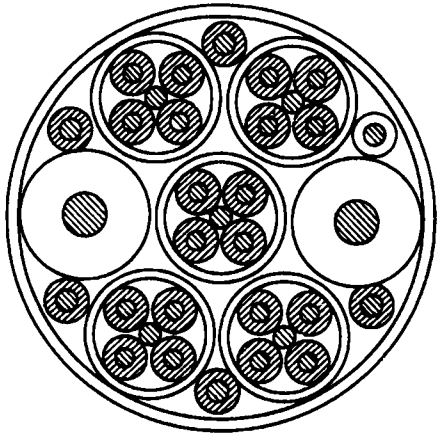


Рис. 20.5. Схема коаксиального малогабаритного кабеля МКТП-4

Комбинированный кабель (рис. 20.5) состоит из коаксиальных пар типа 1,2/4,6 мм, двух высокочастотных и трех низкочастотных четверок жил диаметром 1,05 мм (по изоляции 2,8 мм), пяти сигнальных и одной контрольной жилы диаметром 0,7 мм (по изоляции 1,6 мм).

Токопроводящие жилы симметричных четверок имеют кордельно-трубчатую ПЭ изоляцию. Расцветка жил производится окрашиванием трубки или корделя. Четыре изолированные жилы различного цвета скручены вокруг корделя в четверку с шагом не более 300 мм. Рабочие пары образованы жилами, расположенными по диагонали, имеют расцветку красного или натурального цвета, желтого (синего) и зеленого цветов. Все четверки имеют различные шаги скрутки и обмотку цветной хлопчатобумажной или синтетической пряжей. Сигнальные пары имеют сплошную ПЭ, а контрольная жила – прерывистую ПЭ изоляцию. Сигнальные жи-

Таблица 20.9. **Частотная зависимость коэффициента затухания коаксиальных пар 1,2/4,6 мм**

f, МГц	α, дБ/км	*f*, МГц	α, дБ/км	*f*, МГц	α, дБ/км	*f*, МГц	α, дБ/км
0,06	1,589	0,70	4,443	1,5	6,551	7,0	14,097
0,10	1,898	0,90	5,056	2,0	7,545	8,0	15,074
0,20	1,501	1,0	5,342	3,0	9,229	9,0	15,996
0,30	2,974	1,1	5,610	4,0	10,652	10,0	16,870
0,40	3,378	1,2	5,865	5,0	11,908		
0,50	3,755	1,3	6,105	6,0	13,047		

лы различного цвета скручены в пары с шагом до 100 мм. Коаксиальные пары, четверки, сигнальные пары и контрольная жила скручены в кабель с шагом не более 600 мм. (Вокруг четверки с бело-желтой нитью расположены по часовой стрелке первая коаксиальная пара, четверки красная и желтая, вторая коаксиальная пара, четверки бело-синяя и синяя, между которыми с внешней стороны расположены контрольная жила и сигнальные пары в промежутках между коаксиальными парами и четверками.) Поверх скрученных пар и четверок наложена одна пластмассовая и пять-шесть бумажных лент поясной изоляции или одна пластмассовая, три бумажные ленты и шесть – восемь бумажных корделей. Поверх поясной изоляции наложены алюминиевая оболочка толщиной $1{,}8^{+0{,}2}_{-0{,}3}$ мм, в кабеле МККПГ – свинцовая оболочка и защитные покровы по ГОСТ 7006-72. Строительная длина кабеля 1000 ± 15, 850 ± 10 и 500 ± 10 м. Допускается сдача кабеля длинами от 520 до 839 м и от 100 до 490 м не более 15% партии. Внешний диаметр кабелей приведен ниже.

Внешний диаметр, мм, комбинированных кабелей МККПА и МККП

МККПАШп	32,0
МККПАБл	40,2
МККПАБлГ	33,0
МККПАБп	42,2
МККПАБпШп	41,0
МККПАКл	47,2
МККПАКп	48,2
МККПАКпШп	47,0
МККПГ	25,6

Электрические параметры кабелей приведены в табл. 20.5 (МКТА и МКТС), за исключением электрического сопротивления жил на длине 1 км симметричных четверок диаметром 1,05 мм, сигнальных и контрольной жил диаметром 0,7 мм, которое равно 21,2 и 55,0 Ом соответственно. Сопротивление изоляции четверок и сигнальных пар $10000 \cdot 10^6$ Ом · км между коаксиальными парами и остальными жилами, соединенными с оболочкой, не менее $1000 \cdot 10^6$ Ом · км, контрольной жилы – не менее $50 \cdot 10^6$ Ом · км. Коэффициент затухания в зависимости от частоты соответствует значениям, приведенным выше, переходное затухание между коаксиальными парами на 60 кГц не менее 106 дБ, между цепями ВЧ четверок на 252 кГц не менее 58,2 дБ (100% значений) и 61,7 дБ (90% значений), защищенность ВЧ четверок на дальнем конце не менее 66,1 дБ (100% значений) и 71,3 дБ (90% значений), рабочая емкость ВЧ четверок не более $24{,}8 \pm 1{,}0$ нФ/км и НЧ четверок $24{,}4 \pm 1{,}3$ нФ/км, емкостные связи k_1 не более 80 пФ, $k_{2,3}$ 950 пФ, емкостная асимметрия $e_{1,2}$ не более 760 пФ, испытательное напряжение между жилами сигнальных пар, внешними проводниками коаксиальных пар и жилами четверок 500 В переменного напряжения в течение 2 мин, между контрольной жилой и всеми остальными жилами, соединенными с оболочкой, 500 В, идеальный коэффициент защитного действия при наведенной продольной ЭДС 30 В/км кабелей МККПАБл, МККПАБп, МККПАБпШп и МККПАБГ на 50 Гц не более 0,1, а кабеля МККПАШп не более 0,4.

20.4. КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ ДЛЯ ЗОНОВОЙ СВЯЗИ

Коаксиальные кабели марки ВКПАП для зоновой связи предназначены для работы в диапазоне частот от 60 до 1500 кГц при дистанционном питании переменным напряжением до 1000 В. Кабели могут использоваться для передачи видеосигналов в замкнутых системах в спектре частот до 7,5 МГц.

Внутренний проводник кабеля – медная проволока диаметром 2,14 мм – изолирован пористым полиэтиленом диаметром 9,7 мм. Внешний проводник – трубка из алюминиевой ленты толщиной 0,8 или 1,09 мм с продольным сварным швом. Поверх внешнего проводника наносится вязкий подклеивающий состав и накладывается ПЭ оболочка толщиной $2{,}1 - 0{,}3$ мм, кабеля ВКПАПт – 2,5, а кабелей ВКПАПут – $3{,}0 - 0{,}5$ мм. Вязкий подклеивающий состав имеет температуру хрупкости не выше -15 °С и размягчения не ниже $+60$ °С, не содержит коррозионно-активных веществ по отношению к алюминиевому внешнему проводнику и обеспечивает продольную герметичность.

В кабелях ВКПАПт и ВКПАПут на коаксиальную пару и стальной несущий трос наложена ПЭ оболочка толщиной $1{,}5 - 0{,}2$ и $2{,}0 - 0{,}2$ мм соответственно с соединительным промежутком площадью 4×4 и $5 \times 5 \pm 5$ мм^2. Поверх ПЭ оболочки в кабелях ВКПАПБГ, ВКПАПБ и ВКПАПБШп накладывается встык стальная лента толщиной $0{,}3 - 0{,}5$ мм и в кабеле ВКПАПБШп – ПЭ шланг. В кабеле ВКПАПСтШп стальная лента толщиной $0{,}3 - 0{,}4$ мм накладывается продольно и гофрируется (глубина гофра

от 1 до 3 мм, а шаг гофрирования – от 4 до 12 мм), покрывается вязким составом и накладывается ПЭ шланг. В кабеле ВКПАПКШп поверх ПЭ оболочки накладывается броня из оцинкованных стальных проволок диаметром 2,8 мм, вязкий подклеивающий состав и ПЭ шланг. Строительная длина кабелей – не менее 800 м. Допускается поставка длинами от 601 до 800 м не более 20%, от 401 до 600 мм не более 25% и от 201 до 400 м не более 10% партии. Внешний диаметр и масса кабелей ВКПАП приведены ниже.

Внешний диаметр и масса одиокоаксиальных кабелей с иористой ПЭ изоляцией (2,14/9,7 мм)

	D, мм	g, кг/км
ВКПАП	$16,4 \pm 0,8$	268,0
ВКПАПт	$\frac{17,2 \pm 0,8}{27,2*}$	374,0
ВКПАПут	$\frac{18,2 \pm 0,8}{31,8*}$	472,0
ВКПАПКШп	$27,5 \pm 1,0$	1514,0
ВКПАПБГ	$20,8 \pm 1,0$	596,0
ВКПАПБШп	$26,3 \pm 1,0$	802,0
ВКПАПБ	$25,8 \pm 1,0$	783,0
ВКПАПСтБГ	$27,4 \pm 1,0$	688,0

* Размер кабеля и троса по высоте.

Электрические параметры этих кабелей приведены в табл. 20.5.

Разрывное усилие троса кабеля ВКПАПт не менее 6,86 кН, а ВКПАПут 14,7 кН. Срок службы кабелей при соблюдении потребителем условий эксплуатации и хранения не менее 20 лет. Алюминиевый внешний проводник и стальная броня на концах кабеля предохранены от коррозии битумом или краской, поверх слоя которых насаживают пластмассовые колпачки путем термоусадки или приварки к ПЭ шлангу. Транспортирование кабелей может производиться при температуре от -40 до $+50$ °С. Барабаны с кабелем должны храниться на площадках при температуре от -50 до $+50$ °С, предохраненными от непосредственного касания с грунтом. Кабели должны прокладываться или подвешиваться и монтироваться при температуре не ниже -10 °С. Кабели ВКПАПт и ВКПАПут эксплуатируются иа открытом воздухе при температуре от -50 до $+50$ °С в различных метеорологических условиях (дождь, туман, гололед). При механизированной прокладке кабеля допускается натяжение до 980 Н при отсутствии рывков. Наименьший допустимый радиус изгиба должен быть не менее $20D$ по алюминиевому внешнему проводнику.

Кабель ВКПАП-10 предназначен для использования в диапазоне частот до 10 МГц. Внутренний проводник этого кабеля имеет диаметр $2,14 \pm 0,005$ мм, диаметр пористой ПЭ изоляции 9,7 мм, внешний проводник из алюминиевой ленты тощиной 1,0 мм с продольным сварным швом. Отклонения волнового сопротивления $\pm 2,0$ Ом (100% значений) и $\pm 1,5$ Ом (90% значений). Разность концевых значений волнового сопротивления на входе и выходе коаксиальной пары не более 1,5 Ом. Коэффициент отражения в любой точке коаксиальной пары не более $7 \cdot 10^{-3}$ (100% значений) и не более $5 \cdot 10^{-3}$ (90% значений), КСВ до 10 МГц – 1,2. Коэффициент затухания на 10 МГц не более 9,72 дБ/км. Внешний диаметр и масса кабеля ВКПАП-10 аналогичны внешнему диаметру и массе кабеля ВКПАП.

20.5. ПОДВОДНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Коаксиальные кабели КП с ПЭ изоляцией предназначены для подводных магистралей на частоты до 600 КГц и для работы с подводными усилителями с дистанционным питанием постоянным напряжением 3,5 кВ.

Внутренний проводник кабелей КП (рис. 20.6) изготовляют из медных проволок диаметром 3 мм (в центре) и 12 проволок диаметром 1,0 мм в повиве поверх нее. В кабелях КПГК-5/18-4 и КПГК-5/18-6 промежутки между проволоками внутреннего проводника заполнены герметизирующим составом, состоящим из 35% ПЭ и 65% полиизобутилена. Внутренний проводник кабеля КПК-9,2/34,5 изготовляют из медных проволок, в центре – диаметром 4,0 мм, в первом повиве – из 10 проволок диаметром 2,1 мм и во втором повиве – из 8 прямоугольных проволок 3,28 × 0,5 мм. На внутренний проводник диаметром 5 мм накладывают изоляцию из ПЭНП диаметром $18,0 \pm 0,5$ мм эксцентричностью не более 5%, а на про-

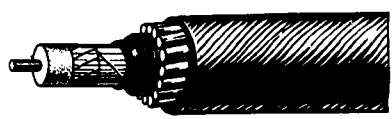


Рис. 20.6. Подводный коаксиальный кабель КПЭК-5/18

Таблица 20.10. **Внешний диаметр D, масса g и длина L коаксиального подводного кабеля**

Марка	d стальной проволоки, мм	D, мм		g, кг/км	L, км	
		номинальный	отклонения		номинальная	отклонения
КПГК-5/18-4	4	36,3	±2,2	3677	0,8	±0,1
КПГК-5/18-6	6	40,3	±2,2	5142	0,8	±0,1
КПК-5/18-2,6	2,6	24,5	±2,2	2926	34,0	+2,0 −0,5
КПК-5/18-4	4	36,3	±2,2	3666	34,0	+2,0 −0,5
КПК-5/18-4	6	40,3	±2,2	5130	34,0	+2,0 −0,5
КПК-5/18-4 + 4	4	48,3	±3,0	7296	1,0	0
КПК-5/18-4 + 6	4 и 6	52,3	±3,0	9225	1,0	0
КПК-5/18-6 + 6	6	56,3	±3,0	11 181	1,0	0
КПК-9,2/34,5-4	4	52,9	±2,5	6625	1,5	+2,5
КПК-9,2/34,5-6	6	56,9	±2,5	8585	1,5	+2,5
КПЭБ-5/18	–	37,4	±2,2	2773	0,7	+1,0
КПЭК-5/18-4	4	43,4	±2,5	4659	0,7	+1,0
КПЭК-5/18-6	6	47,4	±2,5	6433	0,7	+1,0
КПЭК-5/18-4 + 4	4	55,4	±3,3	8968	0,7	+1,0
КПЭК-5/18-4 + 6	4 и 6	59,4	±3,3	11 070	0,7	+1,0
КПЭК-5/18-6 + 6	6	63,4	±3,3	13 211	0,7	+1,0

Таблица 20.11. **Электрические параметры коаксиальных подводных кабелей связи**

Параметр	Частота, кГц	КПК-5/18, КПЭК-5/18, КПЭБ-5/18, КПГК-5/18	КПК-9,2/34,5
Электрическое сопротивление, Ом/км, не более:			
внутреннего проводника	Постоянный ток	1,1	0,375
внешнего проводника		0,5	0,275
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее:			
коаксиальной пары	То же	50 000	50 000
оболочки кабеля		10 000	–
Емкость коаксиальной пары, мкФ/км, не более	»	0,1	0,1
Волновое сопротивление, Ом	36 – 560	54,5 ± 5,0	54,5 ± 5,0
Испытательное напряжение, кВ, в течение 2 мин:			
между внутренним и внешним проводниками	0,05	5	5
между внешним проводником и броней	0,05	2	–

водник диаметром 9,2 мм – изоляцию диаметром 34,5 ± 1,0 мм эксцентричностью не более 7,5%. Поверх изоляции кабеля КПК-5/18 накладывают повив прямоугольных проволок толщиной 0,7 мм, а кабеля КПК-9,2/34,5 – толщиной 0,6 мм и медную ленту толщиной 0,1 мм с перекрытием не менее 15%.

Поверх медной ленты в кабелях КПЭБ-5/18 и КПЭК-5/18 накладывают экран из двух стальных лент толщиной 0,15 мм и двух медных лент толщиной 0,1 мм с перекрытием не менее 15% в последовательности стальная – медная – стальная – медная с чередующимся противоположным их направлением и прорезиненную тканевую или пластмассовую ленты с перекрытием не менее 15%.

Кабели КПЭБ-5/18 и КПЭК-5/18 имеют герметичную оболочку из ПЭНП толщиной 2,0 ± 0,2 мм.

Внешний диаметр, масса и длины подводных коаксиальных кабелей приведены в табл. 20.10, электрические параметры – в табл. 20.11. Значения коэффициента затухания кабелей приведены ниже.

Коэффициент затухания коаксиальных подводных кабелей связи, дБ/км, при 4 °С

f, кГц	КПК-5/18-2,6, КПК-5/18-4, КПК-5/18-6	КПК-9,/34,5-4, КПК-9,2/34,5-6
36	0,384	–
100	0,656	–
150	0,803	0,452
200	0,928	0,486
250	1,040	0,582
300	1,143	0,651
350	1,238	0,704
400	1,327	0,747
450	1,413	0,799
500	1,493	0,825
560	1,583	0,851

Отклонение коэффициента затухания отдельных длин кабеля КПК-5/18 от номинальных значений не превышает ±3,0%, у 75% сдаваемых партий – не более ±5,0%, а кабеля КПК-9,2/34,5-4 не превышает +10%.

Внутренний проводник кабелей КПГК-5/18-4 и КПГК-5/18-6 сохраняет продольную герметичность при давлении 5 МПа после пятикратного испытания образца кабеля длиной 1 м на барабане с диаметром шейки 1,5 м.

Концы кабеля при транспортировании и хранении должны быть защищены от проникновения влаги, механических повреждений и доступны для измерений. Кабели поставляются в бухтах в трюме судна, баржи или полувагонах, а кабели КПГК-5/18 и КПЭБ-5/18 – на деревянных барабанах при температуре от −30 до +40°С. Хранение кабеля допускается при температурах от −40 до +40°С не более 2 лет. Кабель в бухтах, лежащий на берегу, должен быть защищен от непосредственного воздействия солнца. Срок службы кабеля, включая срок хранения, 12 лет.

20.6. ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ

Передача светового импульса в световоде характеризуется затуханием и дисперсией (уширением импульсов), а также временем пробега. Скорость распространения электромагнитной волны обратно пропорциональна корню из диэлектрической проницаемости среды распространения. Поскольку волокна используются для передачи волн оптического диапазона, то вместо относительной диэлектрической проницаемости обычно пользуются связанным с ней и употребляемым в оптике коэффициентом преломления $n = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$ (для немагнитных материалов $\mu_r = 1$, $n = \sqrt{\varepsilon_r}$). Наибольшее распространение получили многомодовые волокна. Волокно пропускает свет, заключенный в пределах ограниченного телесного угла, который зависит от показателей преломления материала сердечника n_1, оболочки n_2 и окружающей среды n_3. Телесный угол характеризуется числовой апертурой волокна:

$$A = n_3 \sin \theta_{max} = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2},$$

где θ_{max} – половина максимального угла; для воздуха $n_3 = 1$.

Так, для волокна, имеющего коэффициенты $n_1 = 1{,}64$ и $n_2 = 1{,}5$, апертура $A = 0{,}54$.

Оптические кабели предназначены для передачи информации в волоконно-оптических линиях связи в условиях фиксированного монтажа на длине волны 0,8 – 0,9 мкм в диапазоне температур от −60 до +70°С. Обозначение оптического кабеля состоит из букв ОК, цифры 50 через дефис, означающий диаметр волокна в мкм, порядкового номера разработки, цифры, обозначающей количество оптических волокон в кабеле, и цифры через дробь, обозначающей количество токопроводящих жил.

Оптические кабели ОК-50 по ТУ 16.705.254-82 предназначены для работы в условиях фиксированного монтажа в диапазоне температур от −30 до +70°С. Они изготовляются на основе кварцевого волокна диаметром 50 мкм с затуханием в любом из оптических волокон не более 30 дБ/км. Кабели имеют 1, 2, 4, 6, 8, 10 и 12 оптических волокон (табл. 20.12).

Таблица 20.12. **Конструктивные данные оптических кабелей**

Кабель	Количество волокон		Номинальный диаметр волокна, мкм		D, мм, не более	g, кг/км не более
	всего	в трубке	с полиамидным покрытием	с покрытием лака	номинальный	
ОК-50-1-1/0	1	1	800	150	4,0	25
ОК-50-1-2/0	2	2	800	150	4,0	25
ОК-50-1-4/0	4	1,2	800	150	10	160
ОК-50-1-6/0	6	1,2	800	150	15	100
ОК-50-1-8/0	8	1,2	800	150	15	150
ОК-50-1-10/0	10	1,2	800	150	15	160
ОК-50-1-12/0	12	–	800	150	15	160
ОК-50-2-4/0	4	–	600	–	10	80
ОК-50-2-6-6/0	6	–	600	–	12	70
ОК-50-2-8/0	8	–	600	–	14	80
ОК-50-3-4/0	4	–	600	–	11	130
ОК-50-4-6/0	6	–	800	13	13	150
ОК-50-4-8/0	8	–	800	–	14	160

В кабелях марки ОК-50 оптические волокна имеют защитное полиамидное покрытие и располагаются по одному или попарно в трубке из полимерного материала (модульный элемент). По согласованию с потребителями допускается применение оптических волокон без защитного полиамидного покрытия в трубке. Внутри трубки полимерного покрытия толщиной 0,35 мм размещены не менее двух упрочняющих нитей СВМ и заполнение из трех пасм хлопчатобумажных нитей. ПВХ или ПЭ оболочка имеет наружный диаметр 4 мм. Кабели четырех- и восьмиволоконные скручивают вокруг упрочняющего сердечника, состоящего из восьми нитей СВМ № 17 номинальным диаметром 0,2 мм и ПВХ оболочки диаметром 2,4 – 3,1 мм. Оптические волокна с упрочняющими двумя нитями СВМ № 17 и тремя пасмами из хлопчатобумажной пряжи, заключенными в ПВХ трубку толщиной 0,35 мм (диаметр 2,5 мм), скручивают вокруг упрочняющего сердечника с шагом 15 *D*, продольно накладывают скрепляющую ленту толщиной 0,5 мм, шириной до 30 мм, обматывают пасмой из шести хлопчатобумажных нитей и накладывают ПВХ или ПЭ оболочку наружным диаметром 15 мм.

В кабелях ОК-50 вокруг упрочняющего сердечника, состоящего из десяти нитей СВМ № 17 диаметром по 0,2 мм в ПВХ оболочке (диаметр 2,5 – 3,0 мм), скручены с шагом 15 *D* кварцевые волокна с полиамидным покрытием диаметром 0,6-0,05 мм и ПВХ заполнением диаметром 1,0 ± 0,1 мм, продольно наложена скрепляющая лента толщиной 0,5 мм и шириной 30 мм, обмотанная пасмой из шести хлопчатобумажных нитей, и имеется повив из 12 – 13 трубок из полимерного материала диаметром 1,5 ± ± 0,1 мм с упрочняющей нитью СВМ № 17 диаметром 0,2 мм и ПВХ или ПЭ оболочка наружным диаметром 15 мм.

В кабелях ОК-50-3 поверх упрочняющего сердечника, состоящего из семи нитей СВМ № 17 диаметром 0,2 мм в ПВХ оболочке диаметром 2,5 – 3,0 мм, скручены с шагом 15 *D* кварцевые волокна с полиамидным покрытием диаметром 0,6 ± 0,05 мм, ПВХ заполнением диаметром 2,5 ± 0,1 мм с упрочняющими восемью нитями СВМ № 17 диаметром 0,2 мм. Поверх скрученных элементов продольно наложена скрепляющая лента толщиной 0,5 мм и шириной 30 мм, обмотанная пасмой из шести хлопчатобумажных нитей № 54, и наложена ПВХ или ПЭ оболочка диаметром до 15 мм. Внутренняя оболочка из ПВХ черного цвета, наружная оболочка из ПВХ пластиката желтого или оранжевого цвета.

Коэффициент затухания в волокнах кабеля не превышает 30 дБ/км. Кабели выдерживают 50 изгибов на угол ±90° на цилиндр диаметром 10 *D*. Одно- и двухволоконные кабели выдерживают растягивающее усилие 100 Н, четырехволоконные – 200 Н, шести-, восьми-, десяти- и двенадцативолокоиные – 500 Н. Кабель выдерживает раздавливающее радиальное давление не менее 0,25 МПа, устойчив к условиям смены температур окружающей среды от –30 до +70 °С, к воздействию относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 35 °С. Оболочка кабеля устойчива к грибковой плесени и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С. Срок службы кабелей не менее 3 лет. Строительная длина одно- и двухволоконных кабелей не менее 350 м, четырехволоконных – 200 м, шести- и восьмиволоконных – 100 м.

Кабели могут быть вмонтированы в аппаратуру с использованием различных соединителей и заделок. Разделка кабеля должна производиться инструментом, исключающим повреждения кабеля. Монтаж кабеля допускается с помощью любых приспособлений и крепежных элементов, исключающих воздействие, которое может привести к повреждению кабеля.

20.7. СИММЕТРИЧНЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ С КОРДЕЛЬНО-ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Симметричные высокочастотные кабели связи с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой, алюминиевой или стальной гофрированной оболочке предназначены для кабельных магистралей, линий зоновой связи и соединительных линий, уплотняемых системами К-60П в диапазоне частот до 252 кГц, системами «Кама» в диапазоне частот до 552 кГц или вторичными цифровыми системами передачи в диапазоне частот до 8448 кГц и работающих при переменном напряжении дистанционного питания до 690 В или до 1000 В постоянного напряжения. Кабели полностью соответствуют СТ СЭВ 4451-83.

Токопроводящие жилы кабелей изготовляют из медной проволоки диаметром 1,2 мм, обмотанной цветной полистирольной нитью (корделем) диаметром 0,8 мм и полистирольной лентой натурального цвета толщиной 0,045 мм, наложенной с перекрыти-

ем в сторону, противоположную направлению обмотки нитью. Четыре жилы с изоляцией различного цвета скручивают в четверку с заполнением в центре круглой полистирольной нитью и обматывают цветной хлопчатобумажной или синтетической пряжей или лентой. Шаги скрутки изолированных жил в четверку различные и не превышают 300 мм. В четверке две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару. Изоляция жил первой пары четверки имеет красный и желтый цвета, второй пары – синий и зеленый. В четырех- и семичетверочных кабелях (4 × 4 и 7 × 4) цвета пряжи или ленты всех четверок различные, цвета двух смежных четверок – (счетной и четверки направления) – соответственно красного и зеленого цветов.

Четверки в четырех- и семичетверочных кабелях скручивают в кабель. В центре кабеля 4 × 4 размещено заполнение из ПЭ или полистирола. Скрученный кабель под свинцовую и стальную оболочку обматывают четырьмя, а под алюминиевую – шестью – восемью лентами кабельной бумаги. Допускается применение в поясной изоляции ПЭ, ПЭТФ, ПА или других лент из синтетических материалов. Под или между лентами поясной изоляции или под оболочкой (экраном) проложена мерная лента, на которой не более чем через каждые 200 мм нанесены деления с цифрами, позволяющие определить длину кабеля с

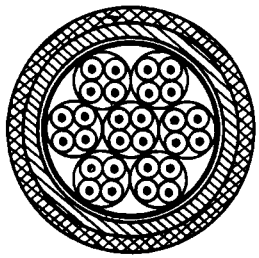


Рис. 20.7. Схема магистрального кабеля с кордельно-полистирольной изоляцией МКСАШлп

погрешностью не более ±0,5%, а также товарный знак предприятия-изготовителя и год изготовления.

В кабелях МКСГ, МКСГШп, МКСБ, МКСБШп, МКСБпШп, МКСБл, МКСБГ, МКСГСтпШп, МКСК, МКСКл поверх поясной изоляции накладывают свинцовую оболочку, в кабеля МКСАШп (рис. 20.7), МКСАБпШп, МКСАБп, МКСАБпГ, МКСАСстШп и МКСАКпШп – алюминиевую оболочку и в кабелях МКССтШп – экран из алюминиевой фольги толщиной 0,20 мм ±7,5%, медную проволоку диаметром 0,3 – 0,4 мм, ПЭ или ПЭТФ ленту и стальную гофрированную герметичную оболочку толщиной 0,4 мм – 10%. Форма гофров синусоидальная, глубина гофров – в пределах 1,3 – 2,0 мм, шаг гофрирования 5 – 7,5 мм.

Таблица 20.13. **Диаметр и масса кабелей с кордельно-полистирольной изоляцией**

Марка	*D*, мм			*g*, кг/км		
	1 × 4 × 1,2	4 × 4 × 1,2	7 × 4 × 1,2	1 × 4 × 1,2	4 × 4 × 1,2	7 × 4 × 1,2
МКСАШп	16,4	24,7	29,8	271	594	865
МКСАБп	–	32,5	38,2	–	1413	1876
МКСАБп*	–	32,5	38,2	–	1350	1802
МКСАБпГ	20,0	28,1	33,8	548	1113	1528
МКСАБпШп	20,0	28,1	33,8	741	1413	1877
МКСАСтпШп	24,4	32,2	–	644	1078	–
МКСАКпШп	–	39,2	45,3	–	3335	4136
МКССтШп	–	28,5	33,2	–	772	1040
МКСГ	–	18,7	23,9	–	1076	1593
МКСГШп	14,2	22,0	27,4	533	1093	1559
МКСБ	–	29,8	34,8	–	1835	2428
МКСБ*	–	29,8	34,8	–	1777	2360
МКСБГ	17,0	25,4	30,4	751	1567	2112
МКСБл	–	31,2	36,2	–	1931	2537
МКСБл*	–	31,2	36,2	–	1870	2466
МКСБШп	22,1	31,1	36,1	918	1835	2429
МКСБпШп	24,5	33,5	39,1	1027	1994	2652
МКСГСтпШп	24,4	32,2	–	946	1668	–
МКСК	–	38,5	43,7	–	4033	5086
МКСК*	–	38,5	43,7	–	3958	5001
МКСКл	–	39,9	45,1	–	4214	5280
МКСКл*	–	39,9	45,1	–	4135	5191

* Подушка из стеклопряжи.

Поверх металлической оболочки на кабели накладывают защитные покровы по ГОСТ 7006-72. Подушка покровов типа Бп, БпШп, КпШп, БпГ и наружный покров типа Шп поверх оболочки не имеют ПЭТФ, ПА или других равноценных лент. Защитный покров кабелей марок МКСГСстШп и МКСАСтпШп имеет вязкий подклеивающий состав, ПЭ шланг, броню из стальной гофрированной ленты толщиной 0,4 мм, вязкий подклеивающий состав и полиэтиленовый шланг.

Вязкий состав состоит из битума (87%) и добавки (13%) машинного масла (80%) и полиизобутилена (20%). Он эластичен при низких температурах, и температура его хрупкости не выше −15 °С, каплепадение не ниже 50 °С, коррозионноустойчив к металлической оболочке, а также обеспечивает продольную герметичность между оболочкой и ПЭ шлангом. Максимальный внешний диаметр кабелей соответствует табл. 20.13. Максимальный внешний диаметр кабелей в тропическом исполнении может быть на 5 мм больше указанных в табл. 20.13. Строительная длина кабелей 825 ± 6 мм или

Таблица 20.14. **Электрические параметры магистральных симметричных высокочастотных кабелей**

Параметр	Частота, кГц	МКС, МКСА, МКССт	МКПуА	МКБА	МКБ	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км, Ом, не более, диаметром, мм	Постоянный ток					$L/1000$
1,20		15,85	15,95	15,95	15,95	
1,05		—	21,25	—	—	
0,90		—	—	30,0	—	
Асимметрия электрического сопротивления, Ом, не более	То же	0,19	0,17	0,17	0,17	$\sqrt{L/l}$
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее	»	10 000	15 000	10 000	12 000	$1000/L$
Рабочая емкость пары жил, нФ/км, не более	0,8					$L/1000$
1 × 4		25,6	—	—	26,7	
4 × 4		24,5	—	—	±1,0	
7 × 4		25,0	31,5	27,7 ± 1,3	—	
14 × 4		—	31,5	26,7 ± 1,0	—	
Отклонение рабочей емкости пары жил, уплотняемых системами К-60, иФ/км	0,8	±0,8	±0,8	±1,3	—	$L/1000$
Коэффициент затухания, дБ/км, не более	0,8	См. табл.	0,417	0,391	0,391	$L/1000$
	110	20.15	1,781	1,749	1,749	
	150		—	2,173	2,173	
	250		2,650	2,865	2,865	
Переходное затухание на ближнем конце кабеля длиной 325 м, уплотняемого системой К-60, дБ:	До 252					$-10\lg\frac{L}{825}$
для 100% значений		59	59,2	58,3	59,1	
для 90% значений		62	62,5	61,7	61,7	
Защищенность на дальнем конце кабеля, уплотняемого системой К-60, дБ:	До 252					$-10\lg\frac{L}{825}$
для 100% значений		68	66,0	67,8	67,8	
для 90% значений		74	72,1	70,4	70,4	
Емкостные связи, пФ, не более:	0,8					L/l
k_1 – для 100% значений		—	—	100	260	
k_2 и k_3 – для 100% значений		580	800	800	—	
Асимметрия емкостных связей, иФ, не более (для 100% значений)	0,8	—	—	1200	1000	—
Идеальный коэффициент защитного действия металлических оболочек и брони	0,05	—	0,70	0,10	0,20	—
	0,8	—	0,20	0,02	—	
Испытательное напряжение, кВ:	0,05					
между всеми жилами и оболочкой		2,0	5,0	1,8	1,8	—
между жилами в четверке		1,3	—	1,0	1,0	
между жилами сигнальных пар и контрольной жилой и всеми четверками		—	5,0; 10,0	0,7		
Сопротивление изоляции между алюминиевой оболочкой и водой, броней, 10^6 Ом·км, не менее	Постоянный ток	20	100	—	100	$1000/L$

Примечание. L – фактическая длина кабеля, м; l – номинальная длина кабеля, м.

838 ± 6 м. По соглашению изготовителя с потребителем допускается поставка кабеля большими длинами. Допускаются поставки кабелей длинами от 600 до 818 м не более 10% и кабелей длинами от 100 до 599 м не более 4%.

В готовом кабеле на верхнем конце (А) цвета изоляции жил в четверках в направлении по часовой стрелке должны чередоваться в последовательности красный, зеленый, желтый, синий, а цвета пряжи или лениты четверок — от красного к зеленому. На нижнем конце кабеля (Б) цвета должны чередоваться в том же порядке, но в направлении против часовой стрелки.

Электрические параметры кабелей при температуре 20 °С соответствуют значениям, приведенным в табл. 20.14.

Частотная зависимость коэффициента затухания кабелей в свинцовых, алюминиевых и стальных гофрированных оболочках приведена в табл. 20.15.

Отклонения среднего значения коэффициента затухания от номинального не более 0,043 дБ/км. Идеальный коэффициент защитного действия (КЗД) металлических покровов при продольной ЭДС 40 В/км при частоте 50 Гц кабеля МКСАШп 1 × 4 0,85 В, а 4 × 4 или 7 × 4 0,65 В, кабелей МКСАБп, МКСАБпГ и МКСАБпШп 1 × 4 при

Таблица 20.15. **Коэффициент затухания, дБ/км, кабелей с кордельно-полистирольной изоляцией**

Частота, кГц	1 × 4	4 × 4			7 × 4			
	В алюминиевой оболочке	В свинцовой оболочке	В алюминиевой оболочке	В стальной гофрированной оболочке	Центральной четверки	Четверки внешнего повива		
						В свинцовой оболочке	В алюминиевой оболочке	В стальной гофрированной оболочке
10	0,76	0,76	0,74	0,74	0,70	0,70	0,66	0,74
20	0,88	0,88	0,85	0,89	0,85	0,88	0,79	0,89
30	0,99	0,98	0,96	1,00	0,94	0,98	0,89	1,01
50	1,19	1,19	1,15	1,19	1,15	1,19	1,09	1,20
100	1,64	1,66	1,58	1,60	1,60	1,65	1,55	1,64
150	2,01	2,05	1,94	1,95	1,92	2,04	1,82	1,99
200	2,32	2,37	2,22	2,22	2,23	2,34	2,17	2,28
250	2,59	2,65	2,48	2,49	2,49	2,61	2,43	2,54
300	2,83	2,91	2,70	2,74	2,70	2,86	2,62	2,77
350	3,01	2,14	2,91	2,95	2,94	3,08	2,86	2,99
400	3,21	3,37	3,11	3,14	3,12	3,29	3,07	3,20
450	3,43	3,58	3,29	3,33	3,32	3,49	3,18	3,39
500	3,65	3,78	3,47	3,50	3,51	3,67	3,40	3,56
550	3,82	3,98	3,64	3,67	3,67	3,84	3,60	3,73

Таблица 20.16. **Средняя рабочая емкость, нФ/км, кабелей с кордельно-полистирольной изоляцией**

Номер группы	1 × 4		4 × 4 × 1,2 и 7 × 4 × 1,2	7 × 4 × 1,2
	В свинцовой оболочке	В алюминиевой оболочке	в стальной гофрированной оболочке	Кроме стальной гофрированной оболочки
0	–	–	23,5 – 23,7	23,0 – 23,2
I	23,2 – 25,4	24,8 – 25,0	23,7 – 23,9	23,2 – 23,4
II	25,4 – 25,6	25,0 – 25,2	23,9 – 24,1	23,4 – 23,6
III	25,6 – 25,8	25,2 – 25,4	24,1 – 24,3	23,6 – 23,8
IV	25,8 – 26,0	25,4 – 25,6	24,3 – 24,5	23,8 – 24,0
V	26,0 – 26,2	25,6 – 25,8	24,5 – 24,7	24,0 – 24,2
VI	26,2 – 26,4	25,8 – 26,0	24,7 – 24,9	24,2 – 24,4
VII	26,4 – 26,6	26,0 – 26,2	24,9 – 25,1	24,4 – 24,6
VIII	26,6 – 26,8	26,2 – 26,4	25,1 – 25,3	24,6 – 24,8
IX	–	–	25,3 – 25,5	24,8 – 25,0

Примечание. Номера групп 0 и IX относятся к кабелям в стальной гофрированной оболочке и с круглой проволочной броней.

продольной ЭДС 40–150 В/км 0,30 В, а 4 × 4 и 7 × 4 следующий:

Продольная ЭДС, В/км	10	30	50	100
КЗД, В	0,33	0,24	0,17	0,11
Продольная ЭДС, В/км	150	200	250	300
КЗД, В	0,11	0,12	0,14	0,16

КЗД кабелей МКСБ, МКСБГ, МКСБл, МКСБШп, МКСБпШп 4 × 4 или 7 × 4 при продольной ЭДС 40–250 В равен 0,7 В, кабеля МКССтШп 4 × 4 0,7 В, а 7 × 4 0,65 В.

Среднее значение рабочей емкостн в строительной длнне соответствует группам, указанным в табл. 20.16. Электрические параметры кабелей, герметичность оболочки и шланга после двухкратной перемотки должны соответствовать табл. 20.14.

Симметричные высокочастотные кабелн с кордельно-полистирольной изоляцней в алюмннневой н свнницовой оболочках марок МКСАСПБ и МКСАСПБп предназначены для кабельных магнстралей с диапазоном частот до 252 кГц (уплотняемых системами К-60П), работающих при напряженни дистанционного питания 690 В, частотой 50 Гц нли 1000 В постоянного напряженя.

Конструкцня этих кабелей соответствует ГОСТ 15125-76. Диаметр кабеля КМСАСПБ 4 × 4 × 1,2 мм 35,4 мм, масса 2580 кг/км, диаметр кабеля МКСАСПБп 4 × 4 × 1,2 мм 36,6 мм, масса 2490 кг/км, диаметр кабеля МКСАСПБп 7 × 4 × 1,2 мм 42,0 мм и масса 3515 кг/км.

Электрическое сопротивление параллельно соединенных алюминиевой и свинцовой оболочек и брони кабеля 7 × 4 × 1,2 мм на длине 1 км не более 0,4 Ом. Отклонение среднего значення коэффицнента затухания от номннального не более ±0,43 дБ/км.

Концы кабеля в алюминиевой оболочке должны быть защнщены от попадания влаги и коррозии. Алюмннневая оболочка с торцов должна быть запаяна н покрыта битумом, масляной или нитрокраской. К ПЭ шлангу должен быть приварен пластмассовый колпачок или плотно насажен колпачок из термоусаживаемой пластмассы с вязкнм подклеивающим составом.

Концы кабеля в стальной гофрированной оболочке или броне должны быть покрыты битумом или нитро- или масляной краской. Концы кабеля между оболочкой и гофрированной броней с торца должны быть обмотаны ПВХ лентой или пропитанной кабельной пряжей, промазаны битумом илн краской и обмотаны ПВХ лентой с клеящнм подслоем. К ПЭ шлангу должен быть приварен пластмассовый колпачок или плотно насажен колпачок из термоусажнваемой пластмассы с вязкнм подкленвающнм составом.

Таблица 20.17. **Механические характеристики свинцовых, алюминиевых и стальных оболочек**

Параметр	1 × 4 × × 1,2	4 × 4 × × 1,2	7 × 4 × × 1,2
Прочность оболочек на раздавливаиие, Н/мм, ие меиее:			
сиицовой	–	2	–
алюминиевой	17,6	10,8	8,8
стальиой	–	24,5	–
Число двойиых перегибов оболочек вокруг цилиндра $D = 750$ мм:			
свинцовой	–	12	6
алюминиевой	18	10	5
стальиой	–	25	25
Допустимые растягивающие усилия кабеля в оболочках, Н:			
свиицовой	–	735	980
свиицовой и в броие Б	–	1225	1470
алюминиевой	1470	2450	3185
алюминиевой и в броие Б	2450	2940	3675
стальной	–	2940	3675

Механические характеристики свинцовых, алюминиевых и стальных оболочек кабелей с кордельно-полистирольной изоляцией и допустимые растягнвающие усилия кабелей приведены в табл. 20.17.

Кабели должны отгружаться, храниться и транспортироваться под избыточным давлением воздуха или инертного газа внутри кабеля, равным 0,06–0,1 МПа, при температуре окружающей среды от –50 до +40 °С, а транспортироваться прн температуре от –30 до +40 °С.

Кабели предназначены для прокладки ручным и механизированным способом при температуре от –15 до +40 °С. При прокладке кабелей допускается не более двух двойных изгибов кабеля в свинцовой оболочке на радиус не менее 12,5 D, а кабелей в стальной н алюминиевой оболочке – на радиус не менее 15 D. Допускается эксплуатация кабелей под избыточным давлением воздуха нли инертного газа внутри кабеля 0,05–0,06 МПа при относительной влажности не более 15% при 20 °С. В период прокладки и монтажа кабеля должны быть приняты меры, исключающие попадание влаги или почвенных электролитов под оболочку кабеля через его концы. Подача внутрь кабеля веществ, вредно воздействующих на его изоляцию (жидкий фреон и др.), не допускается.

20.8. СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ С КОРДЕЛЬНО-ТРУБЧАТОЙ ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Симметричные магистральные кабели связи с кордельно-трубчатой ПЭ изоляцией в алюминиевой (МКПА) или свинцовой (МКП) оболочке предназначены для прокладки вдоль железных дорог и устройства вводов. Высокочастотные цепи кабелей уплотняются системами К-60, обеспечивают передачу дистанционного питания промежуточной аппаратуры постоянным напряжением до 1000 В или переменным до 690 В.

Токопроводящие жилы из медной проволоки диаметром 1,05 мм обматывают ПЭ корделем диаметром 0,65 мм и накладывают ПЭ трубку толщиной стенки 0,23 мм (внешний диаметр жилы 2,8 мм). Четыре изолированные жилы разного цвета корделя или трубки скручивают вокруг ПЭ корделя диаметром 1,05 мм в четверку (диаметр четверки 6,7 мм) с шагом не более 300 мм. Жилы сигнальных пар изготовляют из медной проволоки диаметром 0,7 мм со сплошной ПЭ изоляцией толщиной 0,45 мм (диаметр по изоляции 1,6 мм). Контрольная жила диаметром 0,7 мм имеет прерывистую ПЭ изоляцию толщиной 0,45 мм. Все высокочастотные четверки имеют различные шаги скрутки и цвета пряжи, применяемые для расцветки четверок, отличные от шагов скрутки низкочастотных четверок. В несмежных низкочастотных четверках допускаются одинаковые шаги скрутки. Жилы, скрученные в сигнальные пары с шагом не более 100 мм, имеют различную расцветку изоляции.

Четверки, сигнальные пары и контрольная жила скручиваются в кабель с шагом не более 25 D. Конструкции кабелей 4 × 4, 7 × 4,14 × 4 приведены в табл. 20.18. Кабели 4 × 4 имеют высокочастотные четверки, одну сигнальную пару и одну контрольную жилу. Кабели 7 × 4 изготовляют с четырьмя высокочастотными и тремя низкочастотными четверками, пятью сигнальными парами и одной контрольной жилой. Допускается изготовление кабелей без сигнальных пар. Кабели 14 × 4 изготовляют с пятью высокочастотными и девятью низкочастотными четверками, пятью сигнальными парами и одной контрольной жилой. Поверх скрученных элементов накладывают поясную изоляцию, состоящую из одной ПЭ ленты толщиной 0,1 мм, одной ленты бумаги К-120, повива из шести – восьми нитей бумажного корделя К-081, трех бумаг КМП-120 толщиной 1,45 мм. Поверх поясной изоляции кабеля 4 × 4 накладывают алюминиевую оболочку толщиной 2,4 мм, а на кабели 7 × 4 и 14 × 4 – 1,8 мм или свинцовую оболочку и защитные покровы по ГОСТ 7006-72.

Кабель МКПГ поверх поясной изоляции имеет оболочку из сурмянистого свинца толщиной 1,32 – 1,79 мм в зависимости от диаметра кабеля и смазку поверх оболочки.

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 20.18, а электрические параметры кабелей – в табл. 20.14. Допускается для 2% измеренных значений в низкочастотных четверках:

k_1, пФ, не более 120
$k_{2,3}$, пФ, не более 1500
$e_1 - e_2$, пФ, не более 1200

Кабель при прокладке не должен испытывать более двух двойных изгибов диаметром менее 30 D.

Таблица 20.18. **Внешний диаметр D, мм, и масса g, кг/км, кабелей с кордельно-трубчатой ПЭ изоляцией в алюминиевой или свинцовой оболочке**

Конструкция кабеля	МКПАШп	МКПАБл	МКПАБп	МКПАБлШп	МКПАКл	МКПАКп	МКПАКпШп	МКПГ
				D				
4 × 4 × 1,05 + 1 × 2 × 0,70 + 1 × 0,70	29,4	37,4	39,6	38,6	–	–	–	21,2
7 × 4 × 1,05 + 1 × 0,70	32,2	40,2	42,4	41,4	47,2	48,4	47,4	25,4
7 × 4 × 1,05 + 5 × 2 × 0,70 + 1 × 0,70	32,2	40,2	42,4	41,4	47,2	48,4	47,4	25,4
14 × 4 × 1,05 + 5 × 2 × 0,7 + 1 × 0,70	40,9	48,9	51,5	50,5	55,9	57,5	56,5	34,7
				g				
4 × 4 × 1,05 + 1 × 2 × 0,7 + 1 × 0,70	933	1790,9	2147	1970	–	–	–	1280
7 × 4 × 1,05 + 1 × 0,70	1020	1857,1	2338	2148	4429	4646	4429	1683
7 × 4 × 1,05 + 5 × 2 × 0,70 + 1 × 0,70	1071	2249	2489	2199	4429	4697	4480	1734
14 × 4 × 1,05 + 5 × 2 × 0,70 + 1 × 0,70	1608	3084	3282	3050	5825	6008	5748	2918

Кабели выпускают длиной 425±5 или 850±10 м. Допускается сдача кабеля длиной 500–839 и 100–419 м в количестве до 5% кабелей МКПАБ и МКПАК и до 15% кабелей МКПАП, МКПАБП и МКПАПКП. Кабели должны транспортироваться и храниться на барабанах, обшитых досками, при внутреннем избыточном давлении под металлической оболочкой 0,06–0,11 МПа. Воздушная среда, в которой хранятся или транспортируются барабаны с кабелем, не должна содержать паров щелочей, кислот, органических растворителей и других химических веществ, вредно действующих на покровы кабелей. При хранении кабели должны быть защищены от действия прямых солнечных лучей, а при хранении более 1 мес – от непосредственного соприкосновения с грунтом. Температура окружающей среды, при которой должны храниться кабели МКПГ, МКПАБ и МКПАК, должна быть в пределах от –50 до +40°С, а МКПАП, МКПАБП и МКПАПКП – от –40 до +40°С.

20.9. СИММЕТРИЧНЫЕ ЭКРАНИРОВАННЫЕ ПОДВОДНЫЕ КАБЕЛИ

Симметричные экранированные подводные кабели со сплошной ПЭ изоляцией предназначены для телефонно-телеграфной связи с уплотнением в диапазоне частот до 176 кГц.

Токопроводящие жилы кабеля скручивают из семи медных проволок диаметром 0,52 мм, накладывают ПЭ изоляцию диаметром 7,6±0,4 мм, обматывают медной лентой толщиной 0,1 мм с перекрытием не менее 15%. Четыре экранированные жилы разной расцветки изоляции скручивают в четверку с заполнением пластмассовой нитью или кабельной пряжей, пропитанной противогнилостным составом, обматывают прорезиненной тканевой или пластмассовой лентой с перекрытием не менее 15% и кабельной пряжей, пропитанной противогнилостным составом, толщиной не менее 1,6 мм. Поверх подушки накладывают броню из оцинкованных стальных проволок диаметром 2,4 или 6 мм и покрывают битумом. В кабеле СЭПК-4-2 поверх подушки допускается наложение обмотки профилированной бронелентой толщиной 0,5 мм и ПЭ оболочки толщиной не менее 2,0 мм. Поверх брони накладывают наружный покров из предварительно пропитанной кабельной пряжи толщиной не менее 1,6 мм, слой битума и меловой состав.

Таблица 20.19. **Внешний диаметр D, масса g и длина кабелей СЭПК-4**

Марка	D, мм	g, кг/км	L, км
СЭПК-4-2	31,7 ± 2,0	2020	1,0 ± 0,005
СЭПК-4-4	35,7 ± 2,0	3072	25,0 ± 0,5
СЭПК-4-6	39,7 ± 2,0	4740	25,0 ± 0,5
СЭПК-4-4 + 4	47,7 ± 3,0	6596	2,0 ± 0,1
СЭПК-4-4 + 6	51,7 ± 3,0	8390	2,0 ± 0,1
СЭПК-4-6 + 6	55,7 ± 3,0	10732	2,0 ± 0,1

Кабель СЭПК-4-2 предназначен для прокладки на береговых участках трассы, СЭПК-4-4 и СЭПК-4-6 – для прокладки на глубинах до 1000 м, а СЭПК-4-4+4, СЭПК-4-4+6 и СЭПК-4-6+6 – для прокладки в прибрежной части трассы на глубинах до 150 м.

Внешний диаметр кабеля СЭПК-4, расчетная масса и длины приведены в табл. 20.19. Допускается сдача отрезков кабеля СЭПК-4-2 длиной не менее 450 м. Длина кабеля 25 км состоит из отдельных отрезков не менее 2 км. Допускаются отрезки длиной не менее 0,25 км, чтобы максимальное число сростков в длине 25 км не превышало 20. На длину кабеля 25 км допускается не более двух сращиваний брони, не считая сращиваний с береговыми участками. Места сращиваний отмечают по наружному покрову кабеля отличительными бандажами, ярлыками и оговаривают в паспорте.

Электрические параметры

Электрическое сопротивление каждой пары жил на длине 1 км, приведенное к 20°С, Ом, не более	24,0
Асимметрия электрического сопротивления жил любой пары кабеля на длину до 25 км, Ом, не более	1,7
То же для пар кабеля	3,0
То же на длину 1,0 км	0,5
Рабочая емкость пары кабеля, мкФ/км, не более	0,04
Разность рабочих емкостей отдельных пар, %, на всю длину кабеля, не более	5,0
Сопротивление изоляции жил кабеля, Ом·км, не менее	$5000 \cdot 10^6$
Переходное затухание, дБ, на ближнем конце кабеля 25 км при частотах 60, 108 и 176 кГц, не менее	69,5
То же на длине 1–2 км при частоте 60 кГц	73,8
То же на частотах 108 и 176 кГц	69,5
Защищенность, дБ, на дальнем конце на длине 25 км на частотах 60, 108 и 176 кГц, не менее	56,5
То же на длине 1–2 км, не менее	65,1
Волновое сопротивление кабеля, Ом, на частотах 60, 108 и 176 кГц	140 ± 14
Испытательное переменное напряжение в течение 2 мин кабеля, кВ	2

Допускается понижение переходного затухания и защищенности на 4,34 дБ и коэффициента затухания на 10% в 15% годового заказа кабеля и симметрирование отдельных участков на длине 25 км.

Кабели СЭПК-4+4 и СЭПК-4+6 поставляют в бухтах, в трюме судна, баржи или полувагонах. Укладка кабеля должна быть рядовой и производиться по часовой стрелке кругами или эллипсами внутренним диаметром не менее 1,0 м. Скорость перемотки кабеля при укладке должна быть не более 2 км/ч и должна производиться при температуре окружающей среды не ниже −10 °С. Кабель СЭПК-4-2 поставляют на деревянных барабанах. Транспортирование кабеля допускается при температуре от −30 до +40 °С, хранение – при температуре от −40 до +40 °С, с защитой от непосредственного воздействия солнечных лучей. Срок службы, включая срок хранения, 12 лет.

20.10. СИММЕТРИЧНЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ С ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Симметричные высокочастотные кабели с **ПЭ** изоляцией повышенной электрической прочности в алюминиевой оболочке марки МКПуА предназначены для вводов в электроподстанции, а также для прокладки на участках в зоне опасного влияния линий электропередачи. Кабель уплотняется системами К-60П в диапазоне частот до 252 кГц и обеспечивает передачу дистанционного питания промежуточной аппаратуры переменным напряжением до 1 кВ или постоянным до 1,5 кВ.

Токопроводящие медные жилы кабеля диаметром 1,2 мм имеют сплошную цветную ПЭ изоляцию толщиной 1,05 мм. Изолированные жилы различного цвета или цветной полосы на поверхности изоляции скручены в четверку вокруг ПЭ корделя диаметром 1,25 мм. Две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочие пары [красная и натуральная, желтая и зеленая (синяя)]. Шаги скрутки четверок различные, не превышающие 300 мм. Четверки, скрученные с различным шагом, обматывают цветной хлопчатобумажной пряжей различного цвета. Четыре или семь четверок скручены в кабель с шагом не более 20 *D*. Кабель 4 × 4 имеет расцветку четверок: красная, желтая, бело-синяя и синяя; семичетверочный кабель: в центре – бело-желтая, в повиве – красная, черная, желтая, бело-синяя, синяя и бело-красная. Поясная изоляция состоит из двух

Таблица 20.20. **Внешний диаметр и масса кабелей МКПуА**

Марка	*D*, мм		*g*, кг/км	
	4 × 4 × × 1,2	7 × 4 × × 1,2	4 × 4 × × 1,2	7 × 4 × × 1,2
МКПуАБп	43,7	48,5	2343	2871
МКПуАБпГ	40,7	45,5	2075	2569
МКПуАШв	32,7	37,5	1155	1531
МКПуАШп	32,7	37,5	1041	1399

Таблица 20.21. **Частотная зависимость коэффициента затухания и модуля волнового сопротивления кабеля МКПуА от частоты**

f, кГц	α, дБ/км	|Z|, Ом	*f*, кГц	α, дБ/км	|Z|, Ом
0,8	0,382	440	80,0	1,390	160
10,0	0,782	180	90,0	1,555	160
20,0	0,851	172	100,0	1,633	160
30,0	0,947	168	150,0	1,981	158
40,0	1,042	163	200,0	2,276	157
50,0	1,129	162	250,0	2,563	157
60,0	1,216	161	300,0	2,781	157
70,0	1,303	161			

пластмассовых и четырех-пяти бумажных лент. Поверх поясной изоляции имеются алюминиевая оболочка и защитные покровы по ГОСТ 7006-72. Толщина ПЭ шланга равна 3,0 ± 15%.

Внешний диаметр кабелей приведен в табл. 20.20, а электрические параметры даны в табл. 20.14. Зависимости коэффициента затухания и модуля волнового сопротивления от частоты приведены в табл. 20.21.

Срок службы кабелей МКПуАШп, МКПуАБп и МКПуАБпГ – 20 лет, а кабелей МКПуАШв – 15 лет, а фактический срок службы определяется техническим состоянием кабеля.

20.11. МАГИСТРАЛЬНЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Магистральные симметричные высокочастотные кабели с кордельно- бумажной изоляцией по ТУ 16.505.275-78 предназначены для магистральных линий связи с уплотнением цепей системами К-60 (до 252 кГц) и К-24 (до 108 кГц), работающих при напряжении дистанционного питания до 500 В переменного напряжения при частоте 50 Гц.

Токопроводящие жилы кабелей изготовляют из медной отожженной проволоки диаметром 1,20 мм, обмотанными бумажным корделем диаметром 0,81 мм (шаг 7 мм) и лентой кабельной бумаги К-170 в один или

Таблица 20.22. **Внешний диаметр D и масса g кабелей дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке**

Коиструкция кабеля	МКГ	МКГШп	МКБ	МКБл	МКБГ	МКБлГ	МКК	МКАШп	МКАБп	МКАБпГ	МКАБпШп	МКАКпШп
						D, мм						
4 × 4 × 1,2	19,8	25,7	29,9	30,9	25,5	26,5	37,4	26,6	34,0	29,6	35,8	41,8
7 × 4 × 1,2	24,8	30,5	34,7	35,7	30,3	31,3	42,4	31,5	38,9	34,5	40,7	46,7
						g, кг/км						
4 × 4 × 1,2	1165	1262	1845	1951	1630	1704	3995	670	1510	1242	1564	3556
7 × 4 × 1,2	1694	1744	2434	2557	2183	2269	4937	954	1935	1625	1995	4307

два слоя с перекрытием 15–20%. Изолированные жилы скручивают в четверки с различным шагом – от 100 до 200 мм – и обматывают цветной хлопчатобумажной пряжей. Скрученные в кабель четверки обмотаны тремя-четырьмя лентами кабельной бумаги с перекрытием 15–20%. Поверх поясной изоляции наложены свинцовая оболочка с присадкой сурьмы 0,4–0,8% и защитные покровы по ГОСТ 7006-72.

Внешний диаметр и масса кабелей серии МК приведены в табл. 20.22. Строительная длина кабелей 850 ± 10 м, допускается поставка кабеля МКГ длиной до 870, 420–839 и 100–419 м. Электрические параметры кабеля приведены в табл. 20.14. Срок службы кабелей не менее 20 лет, а фактический срок службы определяется техническим состоянием кабелей.

Кабели 4×4 предназначены для магистралей с уплотнением цепей системами К-60 и К-24, а кабели 7 × 4 – системой К-24. По согласованию изготовляются по три четверки, предназначенные для уплотнения системой К-60.

Кабели поставляются на барабанах, обшитых досками, при внутреннем избыточном давлении под свинцовой оболочкой 0,05–0,11 МПа, транспортирование может производиться любым способом при температуре от –30 до +40 °С, хранение – от –50 до +40 °С. Кабели должны быть предохранены от действия прямых солнечных лучей, а при хранении более одного месяца – от непосредственного соприкосновения с грунтом. Кабель при прокладке не должен подвергаться более двух двойных изгибов на диаметр, равный 25 D.

Магистральные кабели связи с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке (ТУ 16.505.189-76) предназначены для прокладки вдоль линий железных дорог, электрифицированных на переменном напряжении. Основные токопроводящие жилы изготовляют из отожженной медной проволоки диаметром 1,20 мм, обмотанной бумажным корделем диаметром 0,81 мм и лентой кабельной бумаги К-170, сигнальные и вспомогательная жилы – из проволоки диаметром 0,90 мм, обмотанной бумажным корделем диаметром 0,60 мм и лентой К-120, или бумажным корделем диаметром 0,40 мм и лентой К-120, или двумя лентами К-120.

Одну сигнальную жилу изготовляют из эмалированного провода диаметром 0,93 мм с обмоткой корделем 0,40–0,60 мм и лентой К-120.

Расцветку жил осуществляют применением окрашенной бумажной ленты. Четыре основные изолированные жилы разного цвета скручивают в четверку с шагом не более 300 мм и обматывают хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой. Высокочастотные четверки имеют различные шаги скрутки, отличные от шагов скрутки низкочастотных четверок. Сигнальные смежные жилы имеют различную расцветку. Одна сигнальная жила изготовлена из эмалированного провода. Кабели 7 × 4 изготовляют с тремя высокочастотными и четырьмя низкочастотными четверками, шестью или пятью парами и одной сигнальной жилой, скрученными в кабель концентрическими повивами. Кабели 14 × 4 изготовляют с пятью высокочастотными четверками и девятью низкочастотными четверками и пятью сигнальными жилами. Высокочастотные четверки уплотняются до 150 кГц и обеспечивают передачу дистанционного питания промежуточной аппаратуры постоянным напряжением до 450 В.

Таблица 20.23. **Внешний диаметр D и масса g кабелей дальней связи симметричных высокочастотных с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке**

Конструкция кабеля	МКБАШп	МКБАБл	МКБАБп	МКБАБпШп	МКБАКл	МКБАКп	МКБАКлШп
			D, мм				
7 × 4 × 1,20 + 6 × 0,90	32,5	40,5	42,7	41,7	47,5	48,7	47,7
7 × 4 × 1,20 + 5 × 2 × × 0,9 + 1 × 0,90	32,5	40,6	42,7	41,7	47,5	48,7	47,7
14 × 4 × 1,20 + 5 × 0,90	41,3	49,3	51,9	50,9	55,3	57,9	56,9
			g, кг/км				
7 × 4 × 1,20 + 6 × 0,90	1140	2301	2488	2307	5142	4687	4482
7 × 4 × 1,20 + 5 × 2 × × 0,90 + 1 × 0,90	1175	2366	2523	2342	5177	4722	4516
14 × 4 × 12,0 + 5 × 0,90	1745	3202	3459	3237	6516	6174	5929

Четверки и сигнальные жилы скручивают в кабель концентрическими повивами. В каждом повиве две смежные четверки имеют расцветку, отличающуюся друг от друга и от всех остальных четверок данного повива. Скрутку смежных повивов производят в противоположные стороны, шаг общей скрутки элементов в кабель не превышает 25 D. Повивы, кроме внешнего, обматывают хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой. Скрученный кабель обматывают четырьмя лентами КНП-120 и на него накладывают алюминиевую оболочку толщиной 1,8 мм и защитные покровы по ГОСТ 7006-72 (Шп, Бл, Бп, БпШп, Кл, Кп и КпШп). Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 20.23. Длина кабелей 850 и 425 м. Электрические параметры кабелей приведены в табл. 20.14.

Коаксиальный кабель с кордельно-бумажной изоляцией ФКБ предназначен для фидеров высокочастотных каналов связи, работающих вдоль высоковольтных линий электропередачи напряжением 110–220 кВ в диапазоне частот 40–300 кГц.

Внутренний проводник кабеля ФКБ из медной отожженной проволоки диаметром 1,3 мм обматывают тремя слоями бумажного корделя и бумажной лентой с перекрытием, на которую накладывают свинцовую оболочку толщиной 1,15 мм (являющуюся внешним проводником кабеля) и защитный покров типа Б по ГОСТ 7006-72. Кабель изготовляют длинами не менее 250 м. Допускается сдача маломерных отрезков длиной не менее 100 м.

Электрическое сопротивление внутреннего проводника на длине 1 км, Ом, не более	13,8
Сопротивление изоляции, Ом·км, не менее	10^{10}
Электрическая емкость кабеля на частоте 800–1200 Гц, нФ/км, не более	50
Волновое сопротивление кабеля на частоте 300 кГц, Ом	100 + 10
Коэффициент затухания, дБ/км, не более	3,48
Испытательное напряжение частотой 50 Гц в течение 2 мин, кВ	2
Избыточное давление при транспортировании и хранении, МПа	0,03–0,08

20.12. ОДНОЧЕТВЕРОЧНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ ДЛЯ ЗОНОВОЙ СВЯЗИ

Высокочастотные одночетверочные кабели с ПЭ изоляцией предназначены для кабельных линий зоновой связи с уплотнением цепей системами К-60 для частот до 250 кГц. Кабели обеспечивают передачу дистанционного питания переменного напряжения до 690 В.

Токопроводящие жилы из медной проволоки диаметром 1,2 мм со сплошной ПЭ изоляцией наружным диаметром 3,4±0,1 мм скручены в четверку с шагом 150±10 мм вокруг ПЭ корделя диаметром 1,3±0,1 мм. Две жилы по диагонали образуют рабочую пару. Жилы одной пары – красного и желтого (натурального) и другой – синего и зеленого цветов. Поверх скрученной четверки имеется заполнение из композиции ПЭ и бутилкаучука. Диаметр кабелей в пластмассовой оболочке диаметром 11,4 мм, а в алюминиевой оболочке – 11,2 мм с отклонением – 0,2 мм.

Кабели ЗКП, ЗКПБ, ЗКПК, ЗКВ, ЗКВБ, ЗКБК, МККШп и МККШв поверх ПЭ заполнения имеют экран из двух отожженных медных лент толщиной 0,1 мм и шириной не менее 25 мм или двух отожженных алюминиевых лент толщиной 0,15 мм, шириной не менее 25 мм, наложенных с зазором от 1 до 3 мм. Между верхней и нижней алюминиевыми лентами или под ними продольно

пропускается одна луженая медная проволока диаметром 0,3 – 0,5 мм. Все ленты накладывают в одном направлении, верхняя лента перекрывает зазор нижней ленты. Соединение лент экрана производится только пайкой или сваркой.

Кабели ЗКАШп, ЗКАБп и ЗКАКпШп поверх заполнения имеют алюминиевую прессованную или сварную оболочку. Поверх алюминиевого экрана кабелей ЗКП, ЗКПБ, ЗКПК, ЗКВ, ЗКВБ, МККШп и МККШв нанесен битумный состав толщиной 0,25 мм, хрупкостью не выше −15 °С и размягчением не ниже 60 °С, некоррозионно-активный по отношению к металлическим оболочке и броне.

Кабели МККШп и МККШв поверх битумного состава или медного экрана имеют ПВХ ленту толщиной 0,19 – 0,27 мм с перекрытием не менее 20%, повив из 24 оцинкованных стальных проволок диаметром 1,8 мм, наложенных с шагом 200 мм.

Кабели ЗКП, ЗКПБ и ЗКПК поверх битумного слоя имеют оболочку из светостабилизированного ПЭ, а кабели ЗКВ, ЗКВБ и ЗКВК – из ПВХ пластиката толщиной не менее 2,0 мм. Оболочка герметична и испытана на отсутствие разрывов и повреждений.

Кабели ЗКАШп, ЗКАБп, ЗКАКпШп поверх алюминиевой оболочки, кабели ЗКПБ и ЗКВБ поверх пластмассовой оболочки, а кабели МККШп и МККШв поверх повива из стальных проволок имеют защитные покровы по ГОСТ 7006-72, но без пластмассовой ленты в кабелях ЗКАШп, ЗКАКпШп, МККШп и МККШв при толщине шланга 2,5 ± 0,5 мм.

Внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 2.24, электрические параметры кабелей – в табл. 20.25. Коэффициент затухания в зависимости от частоты приведен ниже.

Отклонение фактического коэффициента затухания от номинального не превышает ±0,0870 дБ/км. Идеальный коэффициент защитного действия при продольной ЭДС 40 – 150 В при частоте 50 Гц на 1 км кабелей ЗКП и ЗКВ 0,98, ЗКПБ и ЗКВБ 0,85, МККШп и МККШв 0,90, ЗКАШп 0,65 и ЗКАБп 0,3.

Строительным длинам кабелей присваивается группа по средним значениям рабочей емкости.

Коэффициент затухания кабелей для зоновой связи, дБ/км

Частота, кГц	ЗКП, ЗКПБ, ЗКПК, ЗКВ, ЗКВБ, ЗКВК, МККШв, МККШп	ЗКАШп, ЗКАБп, ЗКАКпШп
10	0,951	0,87
20	1,064	0,96
30	1,168	1,07
40	1,263	1,17
50	1,358	1,28
60	1,444	1,37
70	1,540	1,47
80	1,617	1,55
90	1,714	1,65
100	1,782	1,75
110	1,860	1,82
120	1,937	1,90
130	2,007	1,99
140	2,076	2,07
150	2,145	2,12
160	2,214	2,19
170	2,245	2,25
180	2,335	2,30
190	2,396	2,37
200	2,456	2,42
210	2,508	2,47
220	2,560	2,52
230	2,621	2,57
240	2,673	2,62
250	2,716	2,68

Средние значении рабочей емкости, иФ/км, кабелей для зоновой связи

Номер группы	ЗКП, ЗКВ, ЗКВБ, ЗКПБ, ЗКВК, ЗКПК, МККШв, ЗККШп	ЗКАШп, ЗКАБп, ЗКАКпШп
I	35,8-36,0	35,2 – 35,4
II	36,0 – 36,2	35,4 – 35,6
III	36,2 – 36,4	35,6 – 35,8
IV	36,4 – 36,6	35,8 – 36,0
V	36,6 – 36,8	36,0 – 36,2
VI	36,8 – 37,0	36,2 – 36,4
VII	37,0 – 37,2	36,4 – 36,6
VIII	37,2 – 37,4	36,6 – 36,8
IX	37,4 – 37,6	36,8 – 37,0
X	37,6 – 37,8	37,0 – 37,2
XI	37,8 – 38,0	37,2 – 37,4

Таблица 20.24. **Внешний диаметр D и масса g кабелей для зоновой связи**

Марка	С медным экраном			С алюминиевым экраном		
	D, мм		g, кг/км	D, мм		g, кг/км
	$D_{ном}$	D_{max}		$D_{ном}$	D_{max}	
ЗКАБп	–	–	–	26,1	28,5	1105
ЗКАКпШп	–	–	–	27,0	29,8	–
ЗКАШп	–	–	–	18,9	20,1	400
ЗКВ	16,7	17,6	313	16,9	17,8	339
ЗКВБ	23,9	26,3	839	24,1	26,5	835
ЗКВК	24,8	27,8	–	25,0	28,0	–
ЗКП	16,7	17,4	297	16,9	17,6	270
ЗКПБ	23,9	26,3	797	24,1	26,5	790
ЗКПК	24,8	27,6	2572	25,0	27,8	–
МККШв	210	22,0		21,5	22,2	–
МККШп	21,0	22,0		21,2	22,2	–

Таблица 20.25. **Электрические параметры кабелей с ПЭ изоляцией для зоновой и сельской связи**

Параметр	Частота, кГц	3КВ, 3КП	КСПП, КСПЗП	Коэффициент пересчета на другую длину L
Электрическое сопротивление на длине 1 км, Ом, не более:	Постоянный ток			
жил диаметром, мм				
1,2		15,95	15,8	$L/1000$
1,05		21,25	–	
0,9		–	28,4	$\sqrt{\frac{L}{1000}}$
экрана		–	15,0	
Асимметрия электрического сопротивления жил в рабочей паре, Ом/км, не более, значений:	То же			
для 100 %		0,21	0,5	
для 95 %		–	0,3	
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее:	»			$\frac{1000}{L}$
каждой жилы относительно других, соединенных с экраном		20000	15000	
между экраном или оболочкой и водой в шланге:				
ПЭ		10	–	
ПВХ		0,05	–	
Рабочая емкость, пФ/км:	0,8			$L/1000$
кабелей в пластмассовой оболочке с жилами диаметром, мм:				
1,2		36,9	43,5	
1,05		31,0	38,0	
кабелей в алюминиевой оболочке		36,3	–	
Отклонение рабочей емкости от номинального значения, пФ/км, для строительных длин партии:	0,8			–
100 %		±1,1	±3,0	
90 %		±0,8	–	
Переходное затухание на ближнем конце, дБ/км, не менее для строительных длин партий:	До 250	57,3	56,0	$-10\lg\frac{L}{1000}$
100 %	–	62,5	–	
90 %				
Защищенность на дальнем конце, дБ/км, не менее, для строительных длин партии:	До 550	–	53	$-10\lg\frac{L}{1000}$
100 %	До 250	65,7	–	
90 %	До 250	71,3	–	
100 %	До 550	–	66,0	$-4{,}34\ln\frac{L}{750}$
90 %	До 550	–	67	
Испытательное напряжение в течение 2 мин, кВ:	0,05	4,0	2,0	–
между жилами и между жилами и экраном	Постоянное напряжение	–	3,0	
между жилами и экраном или алюминиевой оболочкой	0,05	3,0	–	
Сопротивление изоляции ПЭ оболочки (шланга) 10^6 Ом·км, не менее	Постоянное напряжение	–	5,0	$1000/L$
Коэффициент защитного действия при наведенной ЭДС 30 В	0,05	0,95	0,99	–

Предприятие-изготовитель должно производить симметрирование линии длиной 10 – 12 км, составленной из отдельных строительных длин.

Изоляция жил и заполнение устойчивы к растрескиванию. Разрушающее напряжение при растяжении и относительное удлинение при разрыве пластмассовой оболочки не менее 75% этих параметров, указанных в стандартах или ТУ на материал соответствующей марки. Срок службы кабелей 20 лет. Фактический срок службы определяется техническим состоянием кабелей.

20.13. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ МЕСТНОЙ СВЯЗИ

Высокочастотные кабели местной связи предназначены для линий межстанционной связи телефонных сетей при уплотнении системами с амплитудной модуляцией и частотным разделением каналов в спектре частот до 550 кГц и системами передачи с временным делением каналов и импульсно-кодовой модуляцией в спектре частот до 2000 кГц при напряжении дистанционного питания постоянным напряжением до 350 В.

Токопроводящие медные жилы диаметром 0,9 и 1,2 мм изолированы полиэтиленом толщиной 0,7 и 0,8 мм (соответственно) с допуском ±0,1 мм. Четыре изолированные жилы скручивают в четверку с шагом 150 и 170 мм. Две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару. Первая пара имеет натуральный, а вторая – синий цвет изоляции. Промежутки между жилами кабелей КСПЗП, КСПЗПБ и КСПЗПК заполнены гидрофобной массой. Поверх скрученных жил наложены ПЭ поясная изоляция толщиной 0,80±0,20 мм, спирально или продольно экран из алюминиевой ленты толщиной 0,10–0,15 мм с перекрытием не менее 10% и медная луженая проволока диаметром 0,30–0,40 мм, битумный состав и ПЭ герметичная и холодостойкая оболочка толщиной 1,8–0,3 мм.

В кабелях КСППБ, КСПЗПБ, КСППБт, КСПЗПБт поверх экрана спирально с зазором не более 3 мм наложены броня стальной лентой толщиной 0,10 мм, битумный состав и ПЭ оболочка толщиной 1,8–0,3 мм.

В кабеле КСПЗПК поверх экрана наложены слой ПЭ, ПВХ или ПЭТФ лент толщиной 0,20–0,30 мм с перекрытием 15–20%, повив оцинкованными стальными проволоками диаметром 1,20 мм и ПЭ оболочка толщиной 1,8–0,30 мм.

В кабелях КСППБт и КСПЗПБт ПЭ оболочка иаложена на кабель и несущий стальной трос диаметром 2,6 мм с соединительной перемычкой 4 × 4 мм с отклонеиием ±1,0 мм.

Кабели КСППБ и КСПЗПБ изготовляют одно- и двухчетверочными. В двухчетверочных (2 × 4) кабелях цвет изоляции жил второй пары второй четверки отличается от цвета изоляции жил второй пары первой четверки. Оболочка этих кабелей накладывается на две параллельно уложенные бронированиые четверки. Максимальный внешний диаметр (размер) и расчетная масса приведены в табл. 20.26, электрические параметры – в табл. 20.25. Волновое сопротивление и коэффициент затухания кабелей на разных частотах приведены в табл. 20.27. Строительная длина кабелей КСПП, КСПЗП, КСППБ, КСПЗПБ не менее 750 м и кабелей КСППБт, КСПЭПБт и КСПЗПК ие менее 500 м. Допускается сдача кабелей длиной не менее 100 м в количестве не более 10% партии.

Усадка ПЭ оболочки (шланга) не более 3%, и удлинение не менее 200%. Разрушающее напряжение при растяжении ПЭ оболочки не менее 4,9 МН/м², разрушающая нагрузка при растяжении кабелей КСПП, КСПЗП, КСППБ и КСПЗПБ 1 × 4 × 0,9 мм не менее 588 Н, 1 × 4 × 1,2–882 Н, а кабеля

Таблица 20.26. **Диаметр и масса кабелей местиой связи**

Конструкция	КСПП	КСПЗП	КСППБ	КСПЗПБ	КСППБт	КСПЗПБт	КСПЗПк
			D, мм				
1 × 4 × 0,9	12,8	12,8	13,0	13,0	13 × 23,8	13 × 23,8	–
1 × 4 × 1,2	14,0	14,0	14,2	14,2	14,2 × 25,0	14,2 × 25,0	17,0
2 × 4 × 0,9	–	–	13,0 × 24,0	13,0 × 24,0	–	–	–
2 × 4 × 1.2	–	–	14,2 × 26,0	14,2 × 26,0	–	–	–
			g, кг/км				
1 × 4 × 0.9	111,0	125,0	130,0	145,0	199,0	213,0	–
1 × 4 × 1,2	145.0	161,0	167,0	184,0	236,0	252,0	440.0
2 × 4 × 0,9	–	–	250,0	280,0	–	–	–
2 × 4 × 1,2	–	–	320,0	350,0	–	–	–

Таблица 20.27. **Частотиая зависимость волиового сопротивлеиия и коэффициента эатухания кабелей КСПП и КСПЗП**

Частота, кГц	Волновое сопротивление кабеля, Ом (с жилами)		Коэффициент затухания кабеля, дБ/км (с жилами)	
	0,9 мм	1,20 мм	0,9 мм	1,20 мм
120	136 ± 6	119 ± 5	3,28 ± 0,26	3,0 ± 0,26
350	132 ± 5	115 ± 5	5,01 ± 0,37	4,73 ± 0,37
550	130 ± 5	113 ± 5	6,34 ± 0,43	5,64 ± 0,43
700	129 – 5	113 – 5	7,03 ± 0,43	6,16 – 0,43

КСПЗПК 10466 Н. Срок службы кабелей с гидрофобным заполнением 15 лет, а без заполнения 12 лет.

Кабели для сельской связи предназначены для эксплуатации при температуре от −50 до +50 °С, для прокладки и монтажа – при температуре не ниже −10 °С. Допустимый радиус изгиба кабелей не более 15 *D*.

20.14. СИММЕТРИЧНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ С КОРДЕЛЬНО-ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Токопроводящие жилы диаметром 1,2 мм кабелей ТЗСА, ТЗС имеют изоляцию из полистирольных нити и лент, наложенную методом обмотки. Четыре изолированные жилы скручены в четверку с шагом не более 300 мм. Смежные четверки имеют разные шаги скрутки. Две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару (красная и желтая, синяя и зеленая). Скрученные четверки обматывают цветной пряжей или лентой (красная и зеленая). Сигнальные жилы размещены между четверками. Поверх скрученных четверок и сигнальных жил наложена поясная изоляция из четырех – восьми лент кабельной бумаги.

В кабелях ТЗСтШп поверх поясной изоляции имеется экран из алюминиевой ленты толщиной 0,2 мм, а под экраном проложена медная проволока диаметром 0,3–0,4 мм. Поверх экрана имеется одна лента ПЭТФ, ПЭ или бумажная и опознавательная нить или лента.

В кабелях ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСБШп, ТЗСБГ, ТЗСБл, ТЗСК, ТЗСКл, ТЗСС, ТЗСтпШп поверх поясной изоляции имеется свинцовая оболочка, ТЗСАШп, ТЗСАБпШп, ТЗСАБп, ТЗСАБпГ, ТЗСАКпШп, ТЗСАСтпШп – алюминиевая оболочка, ТЗСАСБп и ТЗСАБпШп – алюминиевая и свинцовая оболочки, ТЗССтШп – стальная гофрированная оболочка и ТЗСГп – свинцовая и полиэтиленовая оболочки. Защитные покровы кабелей соответствуют ГОСТ 7006-72. Расчетные внешний диаметр и масса кабелей приведены в табл. 20.28. Кабели поставляют длинами не менее 300 м. Допускается поставка длинами 100–300 м. Электрические параметры кабелей приведены в табл. 20.29. Кабели допускают высокочастотное уплотнение отдельных четверок до 252 кГц. Кабель в свинцовой оболочке при прокладке не должен испытывать более двух двойных изгибов по дуге окружности радиусом 12,5 *D*, алюминиевые – 15 *D* и в стальной гофрированной оболочке – не менее 10 *D*. Наружный ПЭ шланг кабеля ТЗСГп холодостоек. Срок службы кабелей не менее 30 лет с момента поставки их потребителям.

Таблица 20.28. **Внешний диаметр и масса кабелей ТЗС, ТЗСА и ТЗССт**

Марка	$n \times 4 + m$	*D*, мм	*g*, кг/км	Марка	$n \times 4 + m$	*D*, мм	*g*, кг/км
ТЗСАШп	1 × 4	16,4	271	ТЗСБГ	1 × 4	17,7	775
	4 × 4	24,7	588		4 × 4	25,1	1595
	7 × 4	29,8	861		4 × 4 + 5	25,9	1717
ТЗСАБп	4 × 4	32,2	1433		7 × 4	30,1	2143
	7 × 4	37,9	1907		7 × 4 + 6	30,3	2198
ТЗСАБпГ	1 × 4	20,2	561	ТЗСБл	4 × 4	30,3	1936
	4 × 4	28,3	1160		4 × 4 + 5	31,1	2068
	7 × 4	34,0	1582		7 × 4	35,3	2542
ТЗСАБпШп	1 × 4	25,5	866		7 × 4 + 6	35,5	2597
	4 × 4	33,4	1389	ТЗСК	4 × 4	37,4	4294
	7 × 4	39,1	1853		4 × 4 + 5	38,3	4571
ТЗСАКпШп	4 × 4	40,4	3361		7 × 4	42,5	5388
	7 × 4	46,1	4138		7 × 4 + 6	42,7	5446
ТЗСАСтБп	4 × 4	35,4	2519	ТЗСКл	4 × 4	38,8	4467
ТЗСАСтБпШп	4 × 4	36,6	2546		4 × 4 + 5	39,7	4748
					7 × 4	43,9	5574
ТЗСАСтпШп	1 × 4	27,5	773		7 × 4 + 6	44,1	5631
	4 × 4	33,2	1145				
				ТЗСГп	7 × 4	27,4	1580
ТЗСТ	1 × 4	10,9	492	ТЗСБШп	1 × 4	20,5	821
	4 × 4	18,7	1113				
	4 × 4 + 5	19,6	1256	ТЗССтШп	4 × 4	28,5	791
	7 × 4	24,0	1696		7 × 4	34,2	1134
	7 × 4 + 6	24,2	1747				
ТЗСБ	4 × 4	29,0	1842				
	4 × 4 + 5	23,8	1964				
	7 × 4	34,0	2429				
	7 × 4 + 6	34,2	2484				

Таблица 20.29. **Электрические параметры низкочастотных кабелей дальней связи**

Параметр	Частота, кГц	ТЗС, ТЗСА, ТЗССт	ТЗПкА	ТЗПА	ТЗ, ТЗЭ	ТДС	Коэффициент пересчета на другую длину L
Электрическое сопротивление жил на длине 1 км, Ом, не более диаметром, мм:	Постоянный ток						$L/1000$
1,4		—	—	—	11,9	11,9	
1,2		16,4	—	16,0	16,0	16,4	
1,05		—	22,5	—	—	—	
0,9		28,5	—	28,5	28,5	28,5	
0,8		—	—	—	36,1	36,1	
0,7		—	57,0	—	—	—	
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее	То же	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	$1000/L$
Рабочая емкость, нФ/км, не более	0,8	30	23,2	31*; 33	—	—	$L/1000$
Отклонения рабочей емкости, нФ/км, не более	0,8	3	2,5	3	—	—	$L/1000$
Емкостные связи и емкостная асимметрия, пФ, не более:	0,8						$L/425$ ($L/850$)
k_1		80	250	200	260	280	
k_{9-12}		180	160	150	180	200	
e_{a1}, e_{a2}		450	1500	800	1000	400	
КЗД при продольной ЭДС 50–250 В/км, ТЗСАБп, ТЗСАБпШп, ТЗСАСБп, ТЗСАСБпШп, 4 × 4 и 7 × 4	0,05	0,3	—	0,7–0,3	—	—	—
Испытательное напряжение, В:	0,05						—
между жилами и оболочкой		2000	2000	2000	1800	1800	
между жилами в четверках		1500	2000	1500	1000	1000	
между сигнальными жилами		700	700	—	—	—	
Коэффициент затухания, дБ/км, не более	0,8	—	—	0,57*	—	—	—
		—	—	0,44	—	—	
	150	—	—	3,48*	—	—	
		—	—	2,74	—	—	
Волновое сопротивление, Ом	0,8	—	—	590 ± 5%*	—	—	—
		—	—	425 ± 5%	—	—	
	150	—	—	150 ± 5%*	—	—	
		—	—	140 ± 5%	—	—	
Сопротивление изоляции ПЭ оболочки, 10^6 Ом·км	Постоянный ток	—	—	20	—	—	$1000/L$

* Жила диаметром 0,9 мм.

Идеальный коэффициент защитного действия кабеля

При наведенной ЭДС 70–250 В/км

ТЗПАШп:
- 4 × 4 × 0,9 и 7 × 4 × 0,9 0,75
- 4 × 4 × 1,2 и 7 × 4 × 1,2 0,7
- 14 × 4 × 0,9 и 19 × 4 × 0,9 0,65
- 14 × 4 × 1,2 и 19 × 4 × 1,2 0,6

ТЗПАуШп:
- 4 × 4 × 0,9 и 7 × 4 × 0,9 0,44
- 14 × 4 × 0,9 и 19 × 4 × 0,9 0,33
- 4 × 4 × 1,2 и 7 × 4 × 1,2 0,30

ТЗПАБпШп:
- 4 × 4 × 0,9 0,4
- 7 × 4 × 0,9 0,25
- 14 × 4 × 0,9 0,30
- 19 × 4 × 0,9 0,20
- 4 × 4 × 1,2 0,35
- 7 × 4 × 1,2 0,25
- 14 × 4 × 1,2 0,30
- 19 × 4 × 1,2 0,20

При наведенной ЭДС 30 В/км

ТЗПАуБпШп 0,1

ТЗПАБп и ТЗПАБпГ:
- 4 × 4 × 0,9 и 7 × 4 × 0,9 0,45
- 14 × 4 × 0,9 и 19 × 4 × 0,9 0,35

с жилами диаметром 1,2 мм – 0,4 и 0,3 соответственно.

20.15. СИММЕТРИЧНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ С ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Симметричные низкочастотные кабели с пористой ПЭ изоляцией имеют токопроводящие жилы диаметром 0,9 и 1,2 мм, диаметр поверх изоляции 1,9 и 2,4 мм. Четыре жилы с изоляцией различного цвета скручены в четверку вокруг ПЭ корделя – заполнителя с шагом не более 300 мм. Рабочая пара (жилы, расположенные по диагонали) имеют цвет изоляции красный и желтый (натуральный), синий (черный) и зеленый. Скрученная четверка имеет обмотку цветной пряжей, лентой или цветным корделем. Каждая четверка имеет различные шаги скрутки и расцветку. Четверки скручены в кабель с шагом до 25 *D*. Внутренние повивы обмотаны пряжей. Смежные четверки в одном повиве имеют различные шаги скрутки. В каждом повиве имеется счетная четверка – красная и направляющая четверка – зеленая. Поверх скрученных четверок в кабель наложена поясная изоляция из шести – восьми лент кабельной бумаги. Допускается замена первой бумажной ленты ПВХ лентой или обмотка ее бумажным корделем диаметром 0,8 – 1 мм. Поверх поясной изоляции наложены алюминиевая оболочка и защитные покровы по ГОСТ 7006-72. Число четверок с жилами различного диаметра и наружный диаметр кабеля приведены в табл. 20.30. Строительная длина кабеля 850 – 10 м. Допускается сдача кабеля длиной не менее 425 м в количестве не более 30%, длиной не менее 300 м в количестве не более 10% и длиной не менее 100 м в количестве не более 5% партии.

Электрические параметры кабелей типа ТЗПА приведены в табл. 20.29. Сопротивление изоляции ПЭ шланга не менее $20 \cdot 10^6$ Ом · км. Срок службы кабелей ТЗПА не менее 20 лет, а фактический срок службы определяется техническим состоянием кабелей.

Токопроводящие жилы кабелей типа ТЗПкА изготовляют из медной проволоки диаметром 1,05 мм, обмотаны ПЭ корделем, заключены в ПЭ трубку. Вспомогательные жилы диаметром 0,7 мм – с прерывистой ПЭ изоляцией. Четыре изолированные жилы различного цвета скручены в четверку вокруг ПЭ корделя с шагом до 300 мм. Жилы в четверке по диагонали образуют рабочие пары. Изолированные жилы скручивают в пару с шагом до 100 мм. Четверки, вспомогательные пары и жилы скручивают концентрическими повивами с шагом не более 30 *D*. Смежные четверки в одном повиве имеют различные шаги скрутки. В каждом повиве имеются две смежные четверки различной расцветки. Не менее четырех четверок допускают уплотнение спектра частот до 150 кГц. Поверх скрученного кабеля наложена поясная изоляция из одной пластмассовой и одной бумажной ленты, шесть – восемь бумажных корделей диаметром 0,81 мм, одиой или двух лент бумаги. Поверх поясной изоляции наложены алюминиевая оболочка и защитные покровы по ГОСТ 7006-72. Строительная длина кабеля 425 ± 5, 850 ± 10 или 1000 ± 10 м. Допускается сдача кабеля длинами от 100 до 419 м, от 431 до 839 м и от 861 до 989 м не более 15% партии. Расчетный внешний диаметр кабелей типа ТЗПкА приведен в табл. 20.31. Срок службы кабелей 20 лет, фактический срок службы определяется техническим состоянием кабеля.

Таблица 20.30. **Внешний диаметр кабелей типа ТЗПА**

Марка	4 × 4	4 × 7	4 × 14	4 × 19
	d = 0,9 мм			
ТЗПАБп	27,4	30,1	36,8	39,4
ТЗПАБпГ	23,4	26,1	32,8	35,4
ТЗПАБпШп	26,9	29,9	37,3	39,9
ТЗПАКпШп	33,4	36,1	43,8	46,4
ТЗПАуБпШп	29,2	33,5	39,5	42,0
ТЗПАуШп	22,3	26,0	31,5	34,1
ТЗПАШп	20,1	22,8	29,9	32,5
	d = 1,2 мм			
ТЗПАБп	30,2	34,0	42,8	46,1
ТЗПАБпГ	25,7	29,5	38,3	41,6
ТЗПАБпШп	30,2	35,0	43,8	47,1
ТЗПАКпШп	36,2	41,0	49,8	57,1
ТЗПАуБпШп	34,0	36,4	44,4	47,7
ТЗПАуШп	26,5	29,1	36,9	40,2
ТЗПАШп	22,9	26,1	35,5	38,8

Таблица 20.31. **Внешний диаметр кабелей типа ТЗПкА**

Марка	4 × 4	4 × 7	4 × 14
ТЗПкАБл	38,3	42,6	51,5
ТЗПкАБп	39,1	43,4	52,7
ТЗПкАБпШп	36,4	40,7	50,0
ТЗПкАШп	27,4	31,7	40,6

20.16. СИММЕТРИЧНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ С КОРДЕЛЬНО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Симметричные низкочастотные кабели связи с кордельно-бумажной изоляцией предназначены для соединения телефонных и телеграфных узлов, устройств кабельных вводов и вставок в воздушные линии связи, устройств соединительных линий между АТС, а также АТС и МТС.

Токопроводящие жилы однородных симметричных кабелей из медной отожженной проволоки диаметром 0,8; 0,9 и 1,2 мм обматывают бумажным корделем и лентой кабельной бумаги. Четыре изолированные жилы разной расцветки скручивают в четверку с шагом не более 300 мм и обматывают хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой, цвет которых для четверок с различными шагами скрутки принимают различным. Расчетные размеры и масса четверок приведены в табл. 20.32.

В экранированных кабелях (ТЗЭБ, ТЗЭГ) четверку обматывают лентой металлизированной бумаги или металлической фольги. Четверки скручивают концентрическими повивами в кабель, причем скрутку смежных повивов производят в противоположные стороны с шагом не более 25 D. Повивы, кроме верхнего, обматывают хлопчатобумажной пряжей или лентой кабельной бумаги. Смежные четверки в одном повиве имеют различные шаги скрутки. Две смежные четверки (счетная четверка и четверка направления) имеют расцветку, отличающую их друг от друга и от всех остальных четверок данного повива. Количество четверок однородных низкочастотных кабелей приведено в табл. 20.33. Экранированные четверки размещают в повиве, чередуя с неэкранированными четверками.

Схема расположения контрольных четверок в низкочастотных кабелях изображена на рис. 20.8. Скрученный кабель обматывают четырьмя лентами кабельной бумаги К-120 с перекрытием, образующими поясную изоляцию, и накладывают свинцовую оболочку с присадкой сурьмы 0,4–0,8% или алюминиевую оболочку. Поверх металлической оболочки в зависимости от условий прокладки и эксплуатации накладывают защитные покровы. Внешний вид кабеля ТЗБ изображен на рис. 20.9. Внешний диаметр и

Таблица 20.33. **Количество четверок однородных низкочастотных кабелей связи с кордельно-бумажной изоляцией**

Марка	Количество четверок при диаметре жил, мм	
	0,80 и 0,90	1,20
ТЗГ, ТЗБ, ТЗБл, ТЗБп, ТЗБГ, ТЗБлГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37, 52, 61, 80, 102, 114	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37, 52, 61
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭБл, ТЗЭБи, ТЗЭБГ, ТЗЭБлГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37
ТЭК, ТЗКл, ТЗЭК, ТЗЭКл	7, 12, 14, 19, 27, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 27, 37

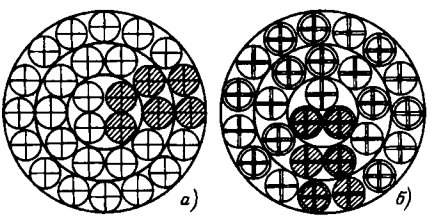


Рис. 20.8. Схема расположения контрольных четверок в низкочастотных кабелях ТЗ:
а – кабель из однородных четверок; *б* – кабель с экранированными четверками

Таблица 20.32. **Размеры и масса четверок симметричных низкочастотных кабелей дальней связи**

Конструкция	Размеры жил, мм						D, мм		g, кг/км	
	Кордельно-бумажная изоляция			Воздушно-бумажная изоляция			нормальной четверки	усиленной четверки	нормальной четверки	усиленной четверки
	корделя	бумаги	жилы	зазора	бумаги	жилы				
1 × 4 × 0,80	0,4	0,12	1,9	–	–	–	3,9	4,8	21,40	26,72
1 × 4 × 0,80	–	–	–	0,45	0,24	2,25	4,6	5,5	24,34	30,52
1 × 4 × 0,9	0,4	0,12	2,0	–	–	–	4,4	5,3	26,35	32,04
1 × 4 × 0,9	–	–	–	0,45	0,24	2,35	4,8	5,7	29,41	35,88
1 × 4 × 1,2	0,6	0,12	2,7	–	–	–	5,5	6,4	45,79	53,10

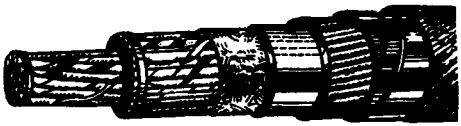


Рис. 20.9. Низкочастотный кабель ТЗБ

массы кабелей в свинцовой оболочке приведены в табл. 20.34 – 20.37, а в алюминиевой оболочке – в табл. 20.38.

Таблица 20.34. **Внешний диаметр *D*, мм, низкочастотных кабелей дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией**

Число четверок	Т3Г, Т3Гуп	Т3Б, Т3упБ	Т3Бл, Т3упБл	Т3Бн, Т3упБн	Т3БГ, Т3упБГ	Т3БлГ, Т3упБлГ	Т3К, Т3упК	Т3Кл, Т3упКл
				d = 0,8 мм				
3	11,4	20,9	21,9	20,9	16,5	17,5	–	–
4	12,3	21,8	22,8	21,8	17,4	18,4	–	–
7	14,6	24,8	25,8	24,8	20,4	21,4	32,4	33,4
12	18,8	28,9	29,9	28,9	24,5	25,5	36,5	37,5
14	19,8	29,9	30,9	29,9	25,5	26,5	37,5	38,5
19	22,1	32,1	33,1	32,1	27,7	28,7	39,6	40,6
27	26,8	36,7	37,7	36,7	32,3	33,3	44,2	45,2
37	30,3	40,1	41,1	40,1	35,7	36,7	47,7	48,7
52	35,7	45,6	46,6	45,6	41,2	42,2	–	–
61	38,2	48,0	49,0	48,0	43,6	44,6	–	–
80	43,5	53,2	54,2	53,2	48,8	49,8	–	–
102	49,6	59,4	60,4	59,4	55,0	56,2	–	–
114	51,6	62,6	63,6	62,6	58,2	59,2	–	–
				d = 0,9 мм				
3	11,7	21,2	22,2	21,2	16,8	17,8	–	–
4	13,0	22,4	23,4	22,4	18,0	19,0	–	–
7	15,9	26,1	27,1	26,1	21,7	22,7	33,6	34,6
12	20,1	30,2	31,2	30,2	25,8	26,8	37,8	38,8
14	21,5	31,5	32,5	31,5	27,1	28,1	39,0	40,0
19	24,5	34,5	35,5	34,5	30,1	31,1	42,0	43,0
27	28,9	38,7	39,7	38,7	34,3	35,3	46,3	47,3
37	33,0	42,8	43,8	42,8	38,4	39,4	50,4	51,4
52	38,6	48,4	49,4	48,4	44,0	45,0	–	–
61	41,8	51,5	52,5	51,5	47,1	48,1	–	–
80	47,4	57,2	58,2	57,2	52,8	53,8	–	–
102	53,3	64,2	65,2	64,2	59,8	60,8	–	–
114	56,1	67,0	68,0	67,0	62,6	63,6	–	–
				d = 1,2 мм				
3	14,7	24,9	25,9	24,9	20,5	21,5	32,5	33,5
4	16,2	26,4	27,4	26,4	22,0	23,0	33,9	34,9
7	19,4	29,5	30,5	29,5	25,1	26,1	37,1	38,1
12	25,2	35,2	36,2	35,2	30,8	31,8	42,7	43,7
14	26,2	36,1	37,1	36,1	31,7	32,7	43,6	44,6
19	30,2	40,0	41,0	40,0	35,6	36,6	47,6	48,6
27	35,4	45,3	46,3	45,3	40,9	41,9	52,8	53,8
37	41,0	50,8	51,8	50,8	46,4	47,4	58,4	59,4
52	47,0	56,8	57,8	56,8	52,4	53,4	–	–
61	51,5	62,5	63,5	62,5	58,1	59,1	–	–

Таблица 20.35. **Масса *g*, кг/км, низкочастотных кабелей дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией**

Число четверок	Т3Г, Т3Гуп	Т3Б, Т3упБ	Т3Бл, Т3упБл	Т3Бн, Т3упБн	Т3БГ, Т3упБГ	Т3БлГ, Т3упБлГ	Т3К, Т3упК	Т3Кл, Т3упКл
				d = 0,8 мм				
3	529	916	977	878	855	808	–	–
4	591	998	1062	958	1067	885	–	–
7	778	1364	1440	1318	1331	1338	3113	3242
12	1152	1812	1900	1758	1805	1663	3860	3999
14	1246	1933	2022	1877	1930	1779	4048	4190
19	1512	2242	2337	2181	2248	2073	4490	4634
17	2056	2834	2943	2764	2833	2640	5405	5563
37	2545	3368	3487	3298	3542	3154	6221	6388
52	3376	4292	4428	4205	4551	4047	–	–
61	3824	4778	4919	4691	5002	4518	–	–
80	4826	5840	5995	5737	6397	5549	–	–
102	6204	7361	7532	7245	8739	7034	–	–
114	6634	8459	8646	8336	9473	8121	–	–
				d = 0,9 мм				
3	557	954	1013	915	791	841	–	–
4	658	1073	1138	1032	900	956	–	–
7	905	1515	1586	1467	1311	1372	3819	5450
12	1279	1979	2060	1923	1740	1811	4096	4239
14	1441	2162	2244	2101	1910	1985	4331	4475
19	1785	2555	2645	2489	2278	2361	4945	5101
27	2378	3177	3279	3103	2865	2958	5906	6069
37	2976	3855	3967	3772	3507	3611	6891	7067
52	3916	4889	5015	4795	4494	4612	–	–
61	4592	5581	7515	5480	5159	5285	–	–
80	5795	6919	7070	6808	6449	6590	–	–
102	7211	9075	9251	8950	8546	8712	–	–
114	7972	9903	10084	9770	9348	9520	–	–
				d = 1,2 мм				
3	769	1362	1435	1317	1169	1232	3097	3228
4	919	1550	1611	1500	1339	1396	3362	3499
7	1197	1936	2013	1881	1703	1771	3996	4139
12	1874	2661	2757	2594	2378	2467	5063	5218
14	2085	2854	2954	2786	2565	2655	5359	5518
19	2619	3447	3556	3371	3124	3224	6272	6439
27	3482	4402	4525	4235	4033	4146	7626	7804
37	4514	5519	5656	5420	5103	5232	9188	9386
52	6046	7157	7309	7046	6690	6833	–	–
61	6986	8819	8992	8695	8303	8467	–	–

Электрические параметры низкочастотных кабелей с кордельно-бумажной изоляцией приведены в табл. 20.29. Электрические параметры кабелей в алюминиевой оболочке

соответствуют данным табл. 20.29, за исключением следующих:

Электрическое сопротивление на длине 1 км жил диаметром $d = 1{,}2$ мм, Ом	16,4
Коэффициент емкостной связи, пФ, на длину кабеля 425 м:	
k_1	280
k_{9-12}	200
Коэффициенты асимметрии емкостных связей, пФ, на длину 425 м e_1 и e_2	110
Сопротивление изоляции ПЭ шланга, наложенного поверх алюминиевой оболочки, Ом·км, не менее	$10 \cdot 10^6$
Коэффициент затухания кабелей, дБ/км, 4 × 4 и 7 × 4 на частоте до 150 кГц, не более	2,78
Волновое сопротивление, Ом	160 ± 10
Кабели поставляют длинами, м	425 ± 5 или 850 ± 10
Допускается сдача кабелей длиной, м, не менее	300 и 100

Транспортирование и хранение кабелей с кордельно-бумажной изоляцией производятся при внутреннем избыточном давлении под алюминиевой оболочкой, равным 0,06–0,11 МПа. Хранение кабеля должно производиться на барабанах, установленных на площадках, предохраняющих их от непосредственного касания грунта, при температуре от −40 до +50°С и при условии защиты

Таблица 20.36. **Внешний диаметр D, мм, экранированных низкочастотных кабелей дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией**

Число четверок	ТЗЭГ, ТЗЭупГ	ТЗЭБ, ТЗЭупБ	ТЗЭБл, ТЗЭупБл	ТЗЭБи, ТЗЭупБи	ТЗЭБГ, ТЗЭупБГ	ТЗЭБлГ, ТЗЭупБлГ	ТЗЭК, ТЗЭупК	ТЗЭКл, ТЗЭупКл
				$d = 0{,}8$ мм				
3	14,0	24,2	25,2	24,2	19,8	20,8	—	—
4	15,3	25,5	26,5	25,5	21,1	22,1	—	—
7	18,5	28,6	29,6	28,6	24,2	25,2	36,2	37,2
12	24,7	34,7	35,7	34,7	30,3	31,3	42,2	43,2
14	26,1	36,0	37,0	36,0	31,6	32,6	43,5	44,5
19	29,3	39,1	40,1	39,1	34,7	35,7	46,7	47,7
27	35,4	45,3	46,3	45,3	40,9	41,9	52,8	53,8
37	40,0	49,8	50,8	49,8	45,4	46,4	57,4	58,4
				$d = 0{,}9$ мм				
3	14,6	24,8	25,8	24,8	20,4	21,4	—	—
4	16,1	26,3	27,3	26,3	21,9	22,9	—	—
7	19,3	29,4	30,4	29,4	25,0	26,0	37,0	38,0
12	26,0	35,9	36,9	35,9	31,5	32,5	43,4	44,4
14	37,3	37,2	38,2	37,2	32,8	33,8	44,7	45,7
19	30,7	40,5	41,5	40,5	36,1	37,1	48,1	49,1
27	37,3	47,1	48,1	47,1	42,7	43,7	54,7	55,7
37	42,1	51,8	52,8	51,8	47,4	48,4	59,5	60,5
				$d = 1{,}2$ мм				
3	17,8	27,9	28,9	27,9	23,5	24,5	35,5	36,5
4	19,5	29,6	30,6	29,6	25,2	26,2	37,2	38,2
7	23,8	33,8	34,8	33,8	29,4	30,4	41,3	42,3
12	32,1	41,9	42,9	41,9	37,5	38,5	49,5	50,5
14	33,9	43,8	44,8	43,8	39,4	40,4	51,3	52,3
19	38,1	47,9	48,9	47,9	43,5	44,5	55,4	56,4
27	46,4	56,1	57,1	56,1	51,7	52,7	63,8	64,8
37	52,7	63,6	64,6	63,6	59,2	60,2	74,1	75,1

Таблица 20.37. **Масса g, кг/км, экранированных низкочастотных кабелей дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией**

Число четверок	ТЗЭГ, ТЗЭупГ	ТЗЭБ, ТЗЭупБ	ТЗЭБл, ТЗЭупБл	ТЗЭБи, ТЗЭупБи	ТЗЭБГ, ТЗЭупБГ	ТЗЭБлГ, ТЗЭупБлГ	ТЗЭК, ТЗЭупК	ТЗЭКл, ТЗЭупКл
				$d = 0{,}8$ мм				
3	687	1255	1324	1214	1070	1127	—	—
4	808	1397	1469	1353	1201	1261	—	—
7	1087	1742	1822	1692	1520	1588	3751	3956
12	1262	2372	2473	2310	2100	2187	4832	5005
14	1855	2614	2719	2552	2333	2420	5127	5301
19	2261	3062	3173	2993	2753	2849	5835	6075
27	3054	3964	4093	3883	3604	3715	7205	8230
37	3859	4834	4974	4747	4438	4559	8444	8702
				$d = 0{,}9$ мм				
3	728	1318	1384	1273	1127	1182	—	—
4	864	1479	1551	1430	1274	1336	—	—
7	1159	1837	1917	1782	1606	1676	3899	4034
12	1839	2603	2698	2534	2316	2402	5095	5251
14	1985	2780	2882	2709	2483	2552	5363	5524
19	2428	3267	3374	3189	2940	3038	6129	6296
27	3380	4322	4448	4231	3941	4054	7704	7887
37	4280	5278	5410	5173	4851	4978	9030	9253
				$d = 1{,}2$ мм				
3	1006	1644	1719	1592	1425	1491	3601	3738
4	1148	1833	1913	1777	1599	1670	3913	4055
7	1630	2377	2473	2314	2110	2194	4744	4899
12	2597	3458	3571	3377	3120	3223	6555	6639
14	2914	3799	3916	3714	3445	3552	6955	7136
19	3563	4524	4651	4430	4134	4250	8081	8268
27	4970	6054	6199	5945	5594	5729	10190	10402
37	6526	8379	8539	8252	7853	8004	14969	15235

Таблица 20.38. **Внешний диаметр D и масса g низкочастотных кабелей с кордельно-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке**

Число четверок	D, мм				g, кг/км			
	ТЗАШп	ТЗАБл	ТЗАБп	ТЗАБпШп	ТЗАШп	ТЗАБл	ТЗАБп	ТЗАБпШп
				$d = 0{,}9$ мм				
3	18,6	25,0	26,4	27,5	363	1039	1106	1101
4	19,7	26,1	27,5	28,6	415	1130	1197	1191
7	22,3	28,7	30,1	31,2	565	1371	1441	1435
12	28,0	33,4	35,4	36,5	860	1830	1946	1938
14	29,4	34,8	36,8	37,9	971	1990	2109	2099
19	32,2	37,6	39,6	40,7	1183	2229	2423	2415
27	38,9	44,3	46,7	47,8	1831	3183	3953	3342
37	42,7	48,1	50,5	51,6	2277	3761	3943	3931
52	49,2	54,6	57,4	58,5	3009	4720	4959	4944

Продолжение табл. 20.38.

Число четверок	D, мм				g, кг/км			
	ТЗАШп	ТЗАБл	ТЗАБп	ТЗАБпШп	ТЗАШп	ТЗАБл	ТЗАБп	ТЗАБпШп
	$d = 1{,}2$ мм							
3	20,1	26,5	27,9	29,0	434	1034	1096	1091
4	21,5	27,9	29,3	30,4	506	1145	1208	1203
7	25,8	31,2	32,6	33,7	754	1442	1509	1503
12	31,6	37,0	39,0	40,1	1139	1979	2008	2089
14	32,7	38,1	40,1	41,2	1254	2122	2243	2235
19	36,5	41,9	44,3	45,4	1599	2558	2726	2717
27	43,2	48,6	51,0	52,1	2378	3524	3696	3684
37	48,5	53,9	56,7	57,8	3009	4290	4518	4501
52	54,5	59,8	62,6	63,9	3997	5425	5673	5628

от прямого воздействия солнечных лучей и отсутствия в окружающем воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных веществ. Прокладка и монтаж кабелей должны производиться при температуре не ниже −10 °С. При прокладке кабеля не должно быть более двух двойных изгибов на радиус не менее 15 *D*. Срок службы кабелей не менее 30 лет с момента поставки потребителю, включая время хранения на складе потребителя.

20.17. НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Низкочастотные комбинированные симметричные кабели дальней связи с кордельно-бумажной изоляцией серии ТДС предназначены для соединения радиостанций с радиоцентрами, радиоцентров с междугородными телефонными станциями, а также для применения в радиотрансляционных сетях.

Жилы комбинированных кабелей изготовляют из медной проволоки диаметром 0,8; 0,9; 1,2 и 1,4 мм, изолированной бумажным корделем и лентой кабельной бумаги, наложенной в один или два слоя с перекрытием. Допускается изготовление жил диаметром 0,8 и 0,9 мм с изоляцией двумя лентами. Изолированные жилы скручивают в пары, четверки и шестерки. Две жилы с изоляцией красного и желтого (или натурального) или синего и зеленого цветов скручивают в пары с шагом не более 300 мм и обматывают пряжей или бумажными лентами различного цвета. Усиленные пары обматывают бумажными лентами не менее чем в два слоя. В экранированных парах поверх бумажных лент не менее чем в два слоя накладывают один слой металлизированной бумаги. Под экраном пары допускается

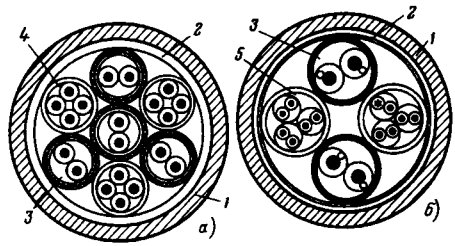


Рис. 20.10. Схема одноповивных комбинированных низкочастотных кабелей ТДСГ:
а — кабель ТДСГ 4 × 2экр × 0,9 + 3 × 4ус × 0,8;
б — кабель ТДСГ 2 × 2экр × 1,2 + 2 (3 × 2 × 0,8);
1 — свинцовая оболочка; *2* — поясная изоляция; *3* — экранированные кабели; *4* — усиленные четверки; *5* — шестерки

прокладка медной проволоки диаметром 0,4 мм.

Четыре изолированные жилы разного цвета скручивают в четверку с шагом не более 300 мм и обматывают хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой. Усиленные четверки обматывают бумажной лентой не менее чем в два слоя. В экранированных четверках поверх бумажных лент, наложенных не менее чем в два слоя, накладывают один слой металлизированной бумаги. Допускается под экраном четверки прокладка медной проволоки диаметром 0,4 мм.

Три пары, скрученные с разными шагами не более 300 мм и обмотанные каждая хлопчатобумажной пряжей, скручивают в шестерки с шагом не более 400 мм и обматывают бумажной лентой не менее чем в два слоя. Комбинированные кабели скручивают из разнородных экранированных и неэкранированных групп, различающихся диаметром или числом жил. Они могут быть одноповивными, состоящими из скрученных в один повив разнородных групп (рис. 20.10), и двухповивными, содержащими в центральном повиве экранированные пары, а во внешнем повиве — четверки или пары (рис. 20.11).

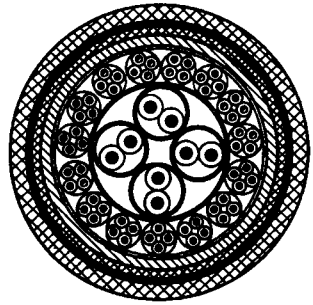


Рис. 20.11. Схема двухповивного комбинированного кабеля ТДСБ 4 × 2экр × 1,4 + 15 × × 4 × 0,9

Таблица 20.39. **Внешний диаметр D, мм, и масса g, кг/км, комбинированных кабелей дальней связи кордельно-бумажной изоляции**

Конструкция кабеля	D				q			
	ТДСГ, ТДСГуп	ТДСБ, ТДСупБ	ТДСБГ, ТДСупБГ	ТДСК, ТДСупК	ТДСГ, ТДСГуп	ТДСБ, ТДСупБ	ТДСБГ, ТДСупБГ	ТДСК, ТДСупК
2 × 2э × 1,2 + 1 × (3 × 2 × 0,8)	19,3	29,4	25,0	37,0	1037	1720	1485	3896
2 × 2э × 1,2 + 2 × (3 × 2 × 0,8)	22,0	30,9	27,0	39,5	1259	1994	1737	4350
3 × 2э × 1,2 + 1 × (3 × 2 × 0,8)	22,0	30,9	27,6	39,5	1254	1988	1731	4344
3 × 2э × 1,2 + 4 × (3 × 2 × 0,8)	26,9	36,8	32,4	44,3	1774	2563	2265	5296
3 × 2э × 1,4 + 4 × (3 × 2 × 0,8)	27,3	37,2	32,8	44,7	1829	2623	2323	5353
4 × 2э × 1,2 + 3 × (3 × 2 × 0,8)	26,9	36,8	32,4	44,3	1768	2553	2255	5286
4 × 2э × 1,4 + 3 × (3 × 2 × 0,8)	27,3	37,2	32,8	44,7	1829	2623	2323	5353
2 × 2э × 0,9 + 2 × $4_{уч}$ × 0,8	16,8	27,0	22,6	34,5	865	1503	1288	3480
4 × 2э × 0,9 + 3 × $4_{уч}$ × 0,8	20,5	30,5	26,1	38,0	1194	1890	1646	4148
3 × 2э × 0,9 + 4 × $4_{уч}$ × 0,8	19,7	29,8	25,4	37,4	1122	1817	1578	3994
2 × 2э × 0,9 + 13 × 2 × 0,9	25,1	35,1	30,7	42,6	1564	2347	2064	4985
3 × 2э × 1,4 + 18 × 2 × 0,8	30,6	39,0	36,1	48,0	2147	2982	2654	6038
3 × 2э × 1,4 + 15 × 4 × 0,8	30,6	39,0	38,1	48,0	2277	3112	2784	6168
4 × 2э × 0,9 + 15 × 2 × 0,9	26,9	36,8	33,8	44,3	1810	2596	2299	5330
3 × 2э × 1,4 + 15 × 4 × 0,8	30,6	40,5	36,1	48,0	2277	3112	2784	6168
4 × 2э × 1,4 + 15 × 4 × 0,9	33,1	42,5	38,5	50,5	2568	3530	3180	6788
7 × 2э × 1,4 + 20 × 4 × 0,9	38,1	47,5	43,5	55,5	3448	4409	4017	7916
14 × 2э × 1,4 + 25 × 4 × 0,9	48,2	58,0	53,6	65,6	5184	6322	5844	10 819

В одноповивных комбинированных кабелях экранированные пары, усиленные четверки и шестерки располагают, чередуя одну группу с другой. В двухповивных кабелях экранированные пары располагают в центральном повиве и обматывают бумажной лентой не менее чем в два слоя. Остальные пары и четверки располагают в наружном повиве. Шаг скрутки смежных пар, четверок и шестерок в каждом повиве принимают различным. В каждом повиве две смежные группы (контрольная и счетная) выполняют различной расцветки. Повивы (кроме внешнего) обматывают хлопчатобумажной пряжей или бумажной лентой, а скрученный кабель обматывают бумажной лентой не менее чем в два слоя.

Поверх обмотки бумажными лентами накладывают свинцовую оболочку и наружные защитные покровы. Диаметры жил, количество сочетаний групп и внешний диаметр комбинированных кабелей приведены в табл. 20.39.

Кабели изготовляют длиной 425±5 или 850±10 м, допускается поставка длиной не менее 100 м. Электрические параметры комбинированных кабелей приведены в табл. 20.29.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ПЕРВЫЙ

КАБЕЛИ СВЯЗИ ТЕЛЕФОННЫЕ

21.1. НОМЕНКЛАТУРА

Телефонные кабели изготовляют с медными токопроводящими жилами диаметром 0,32, 0,4; 0,5 и 0,7 мм с воздушно-бумажной, пористо-бумажной и ПЭ изоляцией. Номенклатура выпускаемых кабелей приведена в табл. 21.1.

Кабели предназначены для местных телефонных сетей.

Таблица 21.1. **Номенклатура телефонных кабелей связи**

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
СТПАПП (35 7215 0200)	С жилой 0,5 мм, с ПЭ изоляцией в алюминиевой оболочке и ПЭ шланге, прокладываемый в зонах повышенного электромагнитного влияния ЛЭП	ТУ 16-505.092-70
СТПАППБ (35 7215 0400)	То же с защитным покровом Б	То же

Продолжение табл. 21.1

Марка (код ОКП)	Кабель	ГОСТ, ТУ
СТПАППБГ (35 7215 0300)	То же с защитным покровом БГ	ТУ 16-505.092-70
СТПАПБп (35 7215 0400)	То же с покровом типа Бп	То же
СТПАВ (35 7215 0600)	То же что СТПАПП, но в ПВХ шланге	« »
ТАШп (35 7215 0600)	С жилами 0,5 и 0,7 мм с воздушио-бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке в ПЭ шланге	ТУ 16-705.174-80
ТСтШп (35 7216 0200)	То же, ио в стальной гофрированной оболочке	То же
ТБ (35 7224 0200)	С жилами 0,5 и 0,64 мм, с воздушио-бумажной или пористо-бумажиой изоляцией в свинцовой оболочке с защитиым покровом типа Б	ГОСТ 20802-75
ТБГ (35 7224 0300)	То же с покровом типа БГ	То же
ТГ (35 7224 0100)	То же без бронн и защитиого покрова	« »
ТК (35 7224 0400)	То же с зашитиым покровом типа К	« »
ТПП* (35 7211 0100)	С жилами 0,32; 0,40; 0,50; 0,70 мм, с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке, с экраном из алюминиевой ленты, с числом пар до 1200	ГОСТ 22498-77
ТППэп* (35 7211 0300)	То же, ио с экраном из алюмополиэтиленовой ленты	То же
ТППэпБ (35 7211 1200)	То же с защитным покровом типа Б	« »
ТППэпБГ (35 7211 1300)	То же с покровом типа БГ	« »
ТППэпББбШп (35 7211 1400)	То же с покровом типа ББбШп	« »
ТППБ (35 7211 0500)	То же, что и ТПП, с зашитным покровом типа Б	« »
ТППБГ (35 7211 0200)	То же с покровом типа БГ	« »
ТППББбШп* (35 7211 0400)	То же с покровом типа ББбШп	« »
ТППт (35 7211 0600)	То же, что и ТПП, с грузоиесущим тросом	« »
ТПВ (35 7218 0100)	То же, что и ТПП, но в ПВХ оболочке	« »
ТПВБГ (35 7212 0200)	То же с защитиым покровом типа БГ	« »
ТППЗ** (35 7211 2800)	С жилами 0,32; 0,40; 0,50; 0,70 мм, с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке, с экраном из алюминиевой ленты, с числом пар до 100, с гидрофобным заполненнем	ТУ 16-505.691-82
ТППЗБ** (35 7211 2900)	То же с защитным покровом тнпа Б	То же
ТППЗББбШп** (35 7211 3000)	То же с покровом типа ББбШп	« »
ТППЗэп** (35 7211 3200)	То же, что и ТППЗ, ио с экраном из алюмополиэтилеиовой ленты	« »
ТППЗэпБ** (35 7211 3300)	То же с защитиым покровом типа Б	« »
ТППЗэпББбШп** (35 7211 3400)	То же с покровом типа ББбШп	« »
ТПпП (35 7211 1700)	С жилами 0,32 мм, пористой ПЭ изоляцией, в ПЭ оболочке с числом пар до 2400	ТУ 16-705.161-80
ТПпПэп (35 7211 1800)	То же с экраиом из алюмополиэтилеиовой ленты	То же
ТПпПЗ (35 7211 2000)	То же, что с ТПпП, с гидрофобным заполнением с чнслом пар до 100	« »
ТПпПЗББбШп (35 7211 2200)	То же с защитиым покровом типа ББбШп	« »
ТПпПББбШп (35 7211 2300)	То же, но без гидрофобного заполнения с числом пар до 800	« »

* По ТУ 16-705.161-80 кабели ТПП, ТППэп изготовляются с жилами диаметром 0,32 мм с чнслом пар до 2400, ТППББбШп – до 800, ТППЗ, ТППЗББбШп – до 100.

** С гидрофобиым заполиением.

21.2. КАБЕЛИ С ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабели с ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке предназначены для эксплуатации в местных телефонных сетях при температуре окружающей среды от −50 до +60 °С, а в ПВХ оболочке – от −40 до +60 °С при рабочем переменном напряжении не более 145 В или постоянном напряжении не более 200 В. Выпускаемые кабели с ПЭ изоляцией полностью соответствуют СТ СЭВ 2777-80.

Токопроводящие жилы телефонных кабелей связи со сплошной или пористой ПЭ изоляцией парной или четверочной скрутки изготовляют с медными жилами диаметром 0,32; 0,4; 0,5 и 0,7 мм. На токопроводящие жилы накладывают сплошную ПЭ изоляцию толщиной, приведенной в табл. 21.2. Она

Таблица 21.2. **Толщина ПЭ изоляции телефонных кабелей связи**

Диаметр жилы, мм	Парная скрутка	Четверочная скрутка
0,32	0,18 ± 0,03	–
0,40	0,20 ± 0,05	0,18 ± 0,03
0,50	0,25 ± 0,05	0,20 ± 0,05
0,70	0,35 ± 0,05	0,30 ± 0,05

Таблица 21.3. **Расцветка и шаги скрутки жил в паре и четверке 10-парных и 5-четверочных пучков**

Номер пары	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расцветка жилы а	кр	с	ч	кр	з	кр	з	кр	з	кр
Расцветка жилы б	з	н	н	к	н	с	н	с	н	с
Шаг скрутки	h_1	h_2	n_1	h_2	h_1	h_2	h_1	h_2	h_1	h_2

Номер четверки	1	2	3	4	5
Расцветка жил в четверке	ч, кр, и, к	з, кр, н, к	с, кр, н, к	з, кр, н, к	с, кр, н, к
Шаг скрутки четверки	h_3	h_1	h_2	h_4	h_1

Обозначения: кр – красная, с – синяя, ч – черная, з – зеленая, к – коричневая, н – натуральная.

Таблица 21.4. **Система скрутки 30, 50 и 100-парных кабелей из 10 × 2 или 5 × 4 пучков**

Число пар и четверок	Система скрутки
20 × 2	2 × (10 × 2)
30 × 2	3 × (10 × 2)
15 × 4	3 × (5 × 4)
50 × 2	5 × (10 × 2)
25 × 4	5 × (5 × 4)
100 × 2	(3 + 7) × (10 × 2)
50 × 4	(3 + 7) × (5 × 4)

Таблица 21.5. **Допустимая скрутка кабелей с числом пар до 100 по системе повивной скрутки**

Число пар или четверок	Система скрутки
20 × 2	2 + 6 + 12
10 × 4	2 + 8
30 × 2	4 + 10 + 16
15 × 4	1 + 6 + 8
50 × 2	4 + 10 + 16 + 20
25 × 4	3 + 8 + 14
101 × 2	2 + 8 + 14 + 20 + 26 + 31
51 × 4	4 + 10 + 16 + 21

герметичная, однородная, гладкая, без посторонних примесей и включений, пузырей и трещин. Толщина сплошной ПЭ изоляции жил диаметром 0,32 мм в кабелях с гидрофобным заполнением $0{,}28 \pm 0{,}03$ мм. Толщина пористой ПЭ изоляции жил диаметром 0,32 мм $0{,}13 \pm 0{,}03$ мм, а в кабелях с гидрофобным заполнением $0{,}21 \pm 0{,}03$ мм.

Две или четыре изолированные жилы, резко отличающиеся по цвету, скручены в пару или четверку с шагом не более 100 мм. Допускается скрутка жил в пару с периодическим измеиением иаправления их скрутки (разионаправленная скрутка), угол закрутки при этом сохраняется ие менее 180°. Средний шаг скрутки одного периода скрутки не превышает 100 мм с переходным прямолинейным участком не более 500 мм. Две жилы каждой четверки, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару. Пары (четверки) скручивают в 10-парные или 5-четверочные пучки однонаправленной или разнонаправленной скруткой с шагом не более 600 мм с переходным прямолинейным участком не более 800 мм. В 10-парном н 5-четверочном пучке расцветка жил в паре и в четверке и шаги скрутки соответствуют табл. 21.3. 10-париый и 5-четверочный пучок обматывают синтетической или хлопчатобумажной нитью. Кабели до 100 пар скручивают из 10-парных или 5-четверочиых пучков. 20-парные (10-четверочные) кабели скручивают одионаправленной или разионаправленной скруткой с переходиым прямолиией̆ным участком не более 2000 мм. Кабели свыше 100 пар скручивают из 50-париых (25-четверочных) или 100-париых (50-четверочных) пучков. 20, 30, 50, 100-парные (10, 15, 25 и 50-четверочные) пучки скручивают в кабель по однонаправленной или разнонаправленной системе (табл. 21.4) с шагом ие более 75 *D*.

Допускается скрутка кабелей с числом пар до 100 по системе повивной скрутки (табл. 21.5). Повивы имеют взаимио противоположное направление и обмотаиы синтетической или хлопчатобумажной нитью. В каждом повиве имеются одна счетная и одна направляющая пары, отличающиеся цветом от всех остальных пар в повиве и между собой. Пары, расположенные в центре, могут быть не скручены между собой и не отделены синтетической или хлопчатобу-

Таблица 21.6. **Система скрутки кабелей из 50 × 2 и 100 × 2 или 25 × 4 и 50 × 4 пучков**

Число пар или четверок	Из пучков 50 × 2 или 25 × 4	Из пучков 100 × 2 или 50 × 4
150 × 2	3 × (50 × 2)	–
75 × 4	3 × (25 × 4)	–
200 × 2	4 × (50 × 2)	–
100 × 4	4 × (25 × 4)	–
300 × 2	(1 + 5) × (50 × 2)	3 × (100 × 2)
150 × 4	(1 + 5) × (25 × 4)	3 × (50 × 4)
400 × 2	(2 + 6) × (50 × 2)	4 × (100 × 2)
200 × 4	(2 + 6) × (25 × 4)	4 × (50 × 4)
500 × 2	(3 + 7) × (50 × 2)	5 × (100 × 2)
250 × 4	(3 + 7) × (25 × 4)	5 × (500 × 4)
600 × 2	(4 + 8) × (50 × 2)	(1 + 5) × (100 × 2)
300 × 4	(4 + 8) × (25 × 4)	(1 + 6) × (100 × 2)
700 × 2	–	(1 + 6) × (100 × 2)
350 × 4	–	(1 + 6) × (50 × 4)
800 × 2	–	(2 + 6) × (10 × 2)
400 × 4	–	(2 + 6) × (50 × 4)
900 × 2	–	(2 + 7) × (100 × 2)
450 × 4	–	(2 + 7) × (50 × 4)
1000 × 2	–	(3 + 7) × (100 × 2)
500 × 4	–	(3 + 7) × (50 × 4)
1200 × 2	–	(4 + 8) × (100 × 2)
600 × 4	–	(4 + 8) × (50 × 4)
1400 × 2	–	(4 + 10) × (100 × 2)
1600 × 2	–	(1 + 6 + 9) × (100 × 2)
1800 × 2	–	(2 + 6 + 10) × (100 × 2)
2000 × 2	–	(3 + 7 + 10) × (100 × 2)
2400 × 2	–	(4 + 8 + 12) × (100 × 2)

мажной нитью от смежного повива. Шаг скрутки внешних повивов не превышает 35 *D*.

В каждом повиве кабеля 50- и 100-парного (25- и 50-четверочного) пучка имеется счетный и направляющие 10-париые пучки, отличающиеся от остальных пучков цветом скрепляющей нити. Счетный пучок 10 × 2 обматывают скрепляющей нитью красного цвета, направляющий – скрепляющей нитью синего цвета. 50-парные (25 × 4) и 100-парные (50 × 4) пучки скручивают в кабель с шагом 20 – 25 *D* по системе, приведенной в табл. 21.6.

В каждом повиве кабеля имеется счетный и направляющий 50- или 100-парные пучки, обмотанные скрепляющей нитью красного цвета, направляющий – скрепляющей нитью синего цвета. Допускается обмотка счетных и направляющих пучков капроном с одновременной продольной прокладкой цветной нити.

В кабелях с гидрофобным заполнением свободное пространство между жилами герметизировано специальной массой, придающей кабелю влагонепроницаемость. Поверх скрученных в кабель пучков или групп повивной скрутки накладывают поясную изоляцию из ПЭ, ПВХ, полиамидных или ПЭТФ лент, наложенных с перекрытием не менее 25%. Допускается применение двух разнородных лент. Поверх поясной изоляции продольно накладываются алюминиевая или алюмополиэтиленовая ленты толщиной 0,1 – 0,2 мм с перекрытием не менее 10%. Допускается применение гофрированной алюминиевой ленты.

Алюмополиэтиленовая лента накладывается на кабель металлом внутрь. ПЭ покрытие на алюминиевой ленте сваривается с ПЭ оболочкой. Усилие при отслаивании алюминиевой ленты от ПЭ оболочки для кабеля ТППэп не менее 9,8 Н на 0,01 м. Под экраном размещается медная луженая проволока диаметром 0,4 – 0,5 мм. Допускается наложение экрана обмоткой поверх поясной изоляции. Под оболочкой прокладываются мерная лента, или опознавательная лента, или нити присвоенного предприятию-изготовителю цвета или наносится маркировка на поверхность оболочки. Поверх экрана кабеля накладывается ПЭ или ПВХ оболочка толщиной, приведенной в табл. 21.7 и 21.8. Номинальное и фактиче-

Таблица 21.7. **Толщина ПЭ оболочки и шланга, мм, в кабелях с ПЭ изоляцией в зависимости от его диаметра**

Диаметр кабеля, мм	Оболочка	Шланг
До 10	1,7	1,5
10 – 15	2,0	2,0
15 – 20	2,5	2,3
20 – 30	3,0	2,6
30 – 40	3,5	3,0
40 – 50	4,0	3,3
Свыше 50	4,2	–

Таблица 21.8. **Толщина ПЭ оболочки, мм, различных типов кабелей в зависимости от числа пар**

Число пар	ТПпП3, ТПпП3Б6Шп	ТППЗ, ТППЗБ6Шп	ТПпП, ТПпПэп, ТПпБ6Шп	ТПП, ТППэп, ТППБ6Шп
10, 20	1,5	1,5	–	–
30	1,5	1,8	–	–
50	1,8	1,8	–	–
100	2,0	2,0	–	–
200, 300	–	–	2,5	2,5
400, 500	–	–	3,0	3,0
600	–	–	3,0	3,5
800, 900, 1000, 1200	–		3,5	3,5
1400, 1600	–	–	3,5	4,0
1800, 2000, 2400	–	–	4,0	4,0

Примечание. Номинальные отклонения от номинальной толщины +20%, –15%.

Таблица 21.9. **Внешний диаметр кабелей марок ТПП и ТПВ**

Число пар		Число четверок		Парная скрутка				Четверочная скрутка		
				Диаметр токопроводящей жилы, мм						
номинальное	фактическое	номинальное	фактическое	0,32	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7
10	10	5	5	8,4	9,9	11,0	13,6	9,0	10,2	12,9
20	20	10	10	10,1	11,8	14,0	18,3	11,1	12,8	17,5
30	30	15	15	12,7	13,9	17,2	22,9	12,8	16,2	20,8
50	50	25	25	15,0	18,2	22,0	29,2	16,7	19,6	26,2
100	101	50	51	19,5	24,5	29,8	33,1	22,2	26,3	35,5
150	151	75	76	21,5	29,8	34,9	46,2	26,1	32,2	43,4
200	201	100	101	27,5	33,0	38,8	51,5	29,8	35,5	48,0
300	302	150	151	32,5	38,8	47,0	62,3	34,9	43,0	58,0
400	402	200	201	38,2	44,8	54,0	70,7	38,8	47,9	65,2
500	503	250	252	42,5	49,5	59,8	78,5	44,8	54,5	73,0
600	603	300	302	45,5	54,7	65,2	84,8	47,8	57,5	77,8
700	704	350	352	48,4	58,1	69,3	–	52,0	61,4	–
800	804	400	402	51,2	61,4	73,4	–	54,9	65,4	–
900	905	450	453	54,8	64,9	77,2	–	57,7	68,8	–
1000	1005	500	503	57,3	67,9	80,8	–	60,3	72,0	–
1200	1206	600	603	61,2	73,5	87,6	–	65,5	77,9	–

ское количество пар и четверок в кабелях ТПП и ТПВ и максимальный наружный диаметр кабелей приведены в табл. 21.9, номинальное и фактическое количество пар в кабелях с пористой изоляцией и с гидрофобным заполнением, максимальные наружные диаметры этих кабелей – в табл. 21.10, а расчетная масса кабелей ТПП и ТПВ приведена в табл. 21.11. Строительные длины кабелей ТПП и ТПВ приведены в табл. 21.12.

Таблица 21.10. **Внешний диаметр кабелей ТПпПЗ, ТППЗ, ТПпП, ТПпПэп, ТПП и ТППэп**

Число пар		*D*, мм			
номинальное	фактическое	ТПпПЗ	ТППЗ	ТПпП, ТПпПэп	ТПП, ТППэп
10	10	9,6	10,5	–	–
20	20	11,7	13,1	–	–
30	30	13,3	15,7	–	–
50	50	16,5	18,7	–	–
100	101	21,7	24,8	–	–
200	201	–	–	23,8	–
300	302	–	–	27,6	–
400	402	–	–	32,0	–
500	503	–	–	34,8	–
600	603	–	–	37,4	–
800	804	–	–	43,0	–
900	905	–	–	45,1	–
1000	1005	–	–	48,2	–
1200	1206	–	–	50,7	58,0
1400	1406	–	–	54,1	63,0
1600	1608	–	–	57,2	66,7
1800	1808	–	–	61,3	70,2
2000	2010	–	–	64,0	73,4
2400	2420	–	–	69,2	76,0

Таблица 21.11. **Масса кабелей ТПП и ТПВ по ГОСТ 22498-77**

Число		*g*, кг/км, при диаметре жил			
пар	четверок	0,32	0,4	0,5	0,7
Парная скрутка					
10	–	64	85	105	174
20	–	96	132	179	311
30	–	126	178	284	462
50	–	183	282	427	740
100	–	329	521	767	1306
150	–	483	764	1107	1935
200	–	626	968	1462	2565
300	–	915	1415	2070	3695
400	–	1170	1799	2732	4776
500	–	1534	2178	3329	5845
600	–	1705	2626	3948	6912
700	–	1937	3005	4524	–
800	–	2172	3376	5099	–
900	–	2476	3784	5776	–
1000	–	2707	4150	6247	–
1200	–	3172	4883	7382	–
Четверочная скрутка					
–	5	63	83	103	171
–	10	94	129	176	305
–	15	124	175	278	453
–	25	178	274	415	719
–	50	319	506	745	1268
–	75	469	742	1075	1879
–	100	591	913	1379	2420
–	150	863	1335	1953	5486
–	200	1094	1681	2553	4464
–	250	1434	2036	3111	5463
–	300	1594	2454	3690	6460
–	350	1810	2808	4228	–
–	400	2030	3155	4765	–
–	450	2314	3537	5305	–
–	500	2530	3879	5838	–
–	600	2965	4564	6900	–

Продолжение табл. 21.11.

Число		g, кг/км, при диаметре жил			
пар	четверок	0,32	0,4	0,5	0,7
		Кабели ТПВ			
10	–	75	104	122	202
20	–	112	153	208	361
30	–	147	218	330	536
50	–	213	314	496	859
100	–	382	576	890	1515

Примечание. Максимальные внешние диаметры кабелей с гофрированным экраном больше на 15%.

Таблица 21.12. **Строительная длина кабелей с ПЭ изоляцией по ГОСТ 22498-77**

Номинальное число пар	Длина, м, не менее	Номинальное число пар	Длина, м, не менее
10–20	500	300–600	200
20–50	400	600–1200	150
50–150	300	1200–2400	125
150–300	250		

Таблица 21.13. **Максимальные наружные размеры кабеля марки ТППт**

Номинальное число пар	Жилы 0,5 мм			Жилы 0,7 мм		
	d	D	H	d	D	H
10	8,5	11,0	25,0	8,5	13,6	27,3
20	8,5	14,0	29,0	8,5	18,3	32,0
30	8,5	17,2	30,9	8,5	22,8	36,5
50	8,5	22,0	35,5	8,5	29,2	43,0
100	9,5	29,8	45,5	9,5	38,1	52,8

Максимальные наружные размеры кабеля ТППт даны в табл. 21.13. В этом кабеле ПЭ оболочка накладывается на скрученный кабель и несущий стальной трос. Кабель получается в форме цифры 8. Оболочка и шланг кабеля герметичны и холодостойки. Разрушающее напряжение при растяжении ПЭ оболочки и шланга не менее 686 кПа, относительное удлинение не менее 250% и усадка не более 3%. Целостность изоляции проверяется в процессе производства путем пропуска через АСИ под переменным напряжением не ниже 4 кВ. Герметичность оболочки и шланга толщиной до 2 мм проверяется в АСИ напряжением 8 кВ, толщиной 2,0–2,5 мм – 10 кВ и толщиной 2,5–3,5 мм – 12 кВ. Гидрофобный заполнитель не вытекает из кабеля при температуре до 50 °С. Кабель ТППБбШп поверх оболочки обматывают двумя – четырьмя пластмассовыми или пропитанными бумажными лентами общей толщиной 0,3–0,5 мм. Кабели с защитными покровами Б, БГ, БбШп изготовляются в соответствии с ГОСТ 7006-72. Проверка бронированных кабелей на герметичность ПЭ и ПВХ оболочки производится до наложения на них брони и защитных покровов.

Электрические параметры кабелей с ПЭ изоляцией соответствуют табл. 21.14. Срок службы кабеля не менее 15 лет. Фактический срок службы определяется техническим состоянием кабеля.

Кабели СТПАПП, СТПАВ, СТПАППБ, СТПАППБГ и СТПАПБП предназначены для телефонных линий, прокладываемых вблизи заземляющего контура энергоустановок и в зонах повышенного электромагнитного влияния ЛЭП при температуре окружающей среды от –50 до +50 °С (кабели в ПЭ оболочке) и от –40 до +50 °С (кабели в ПВХ оболочке). Кабели изготовляются с жилами диаметром 0,5 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,30±0,05 мм. Изолированные жилы, резко отличающиеся по цвету, скручивают в пару с шагом 100 мм. По системе повивной или пучковой скрутки скручивают в кабель с шагом не более 35 D 10, 20, 30, 50, 100 и 200 пар. В каждом повиве размещена счетная пара с расцветкой, резко отличной от расцветки всех остальных пар повива. При пучковой скрутке кабели скручивают из 10-парных пучков с шагом не более 75 D, 10-парные пучки скручивают с шагом не более 600 мм. В каждом пучке имеется счетная пара. Поверх скрученных жил наложена поясная изоляция, состоящая из двух пластмассовых лент толщиной 0,15 мм, обмотанных шестью лентами бумаги К-170 или восемью лентами К-120, и алюминиевая оболочка толщиной 1,6–2,0±0,1–0,2 мм с зазором 0,5–0,7 мм с антикоррозионным битумным покрытием.

В кабелях СТПАПП, СТПАППБ и СТПАППБГ поверх алюминиевой оболочки, покрытой антикоррозионным слоем, наложены две ПЭ оболочки (наружная оболочка изготовлена из светостабилизированного шлангового ПЭ) толщиной по 1,5–2,0± ±0,2–0,3 мм. Минимальная толщина наружной ПЭ оболочки 1,3–1,7 мм.

В кабеле СТПАПБП поверх алюминиевой оболочки с антикоррозионным покрытием наложена ПЭ оболочка толщиной от 2,5 до 3,0 мм, а в кабеле СТПАВ – ПВХ оболочка толщиной от 2,0 до 2,5 мм.

Таблица 21.14. **Электрические параметры телефонных кабелей с ПЭ изоляцией**

Параметр	Частота, кГц	Номинальное значение параметра	Коэффициент пересчета на другую длину L
Электрическое сопротивление на длине 1 км, Ом, не более, токопроводящей жилы диаметром, мм:	Постоянный ток		$L/1000$
0,32		216 ± 13	
0,4		139 ± 5	
0,5		90 ± 5	
0,7		45 ± 3	
Электрическое сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее:	Постоянный ток		$1000/L$
сплошной ПЭ изоляции:			
100% значений		6000	
80% значений		8000	
пористой ПЭ изоляции 100% значений		10 000	
кабеля с гидрофобным заполнением 100% значений		5000	
Электрическое сопротивление изоляции оболочки (экран – земля), 10^6 Ом·км, не менее	Постоянный ток	5	–
Рабочая емкость, нФ/км	0,8 или 1,0	45 ± 5	$L/1000$
Коэффициент емкостной связи k, пФ, не более, в кабелях четверочной скрутки на строительную длину 300 м:	0,8		
100%		300	
95%		250	$L/300$
Расчетный коэффициент затухания, дБ/км, не более, для токопроводящей жилы диаметром, мм:	0,8		–
0,32		1,82	
0,40		1,54	
0,50		1,24	
0,70		0,88	
Испытательное напряжение (в течение 1 мин), В:			–
между жилами рабочих пар	0,05	1000	
	Постоянный ток	1500	
между всеми жилами и экраном	0,05	500	
	Постоянный ток	750	

Кабель СТПАППБ имеет ленточную броню и защитные покровы по ГОСТ 7006-72, а кабели СТПАППБГ – защитный покров БГ. В кабеле СТПАППБП наложены две – четыре пластмассовые ленты толщиной 0,15–0,3 мм с перекрытием 20%, две стальные ленты с антикоррозионным покрытием и шланг из светостабилизированного ПЭ толщиной 1,5–3,0 мм (минимальная 1,3–2,5 мм). Кабели изготовляются длинами 300–350 м.

21.3. КАБЕЛИ С ВОЗДУШНО-БУМАЖНОЙ И ПОРИСТО-БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Токопроводящие медные жилы городских телефонных кабелей диаметром 0,5 и 0,7 мм изолируют сплошным слоем бумажной массы, а жилы диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм обматывают бумажной лентой с перекрытием не менее 20%. Бумажную массу изготовляют из целлюлозы. Изолированные жилы скручивают в пары с шагом не более 250 мм и обматывают хлопчатобумажной пряжей с шагом не более 100 мм. Допускают скрутку пар с шагом до 100 мм без обмотки хлопчатобумажной пряжей. В каждой паре изолированные жилы (а и б) различают между собой цветом бумаги, маркировочными кольцами или полосами (табл. 21.15). В кабелях с пористо-бумажной изоляцией жила а натурального цвета, жила б красного или синего цвета (или с красной или синей полосой). В кабелях с трубчато-бумажной изоляцией жила а – натурального цвета или имеет с внешней стороны определенные группы колец, а жила б натурального цвета с определенной группой колец (табл. 21.16). Допускается трубчато-бумажная изоляция жилы а натурального цвета, жилы б – с красной или синей поло-

Таблица 21.15. **Схема кольцевой расцветки жил телефонных кабелей с трубчато-бумажной изоляцией**

Число колец в каждой группе	Расстояние между кольцами каждой группы, мм, не менее	Расстояние между центрами соседних групп, мм, не менее
1	–	6
2	2	12
3	2	18
4	2	24

Таблица 21.16. **Схема кольцевой расцветки жил в 10-парном пучке пучковой скрутки**

Жила в паре	Количество колец на жилах в пучке									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а	–	–	–	–	1к	1к	1к	2с	2с	3к
б	1к	2с	3к	4с	2с	3к	4с	3к	4с	4с

Примечание. Цвет кольца: красный – к, синий – с.

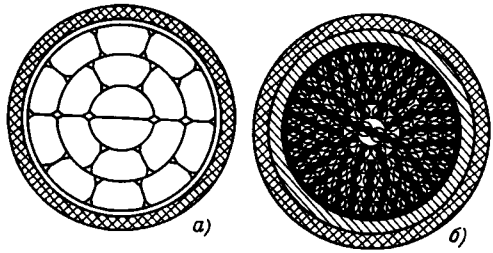


Рис. 21.1. Схема скрутки городских кабелей связи:
а – пучковая; *б* – повивная

сой. Кольцевая расцветка пар в 10-парном пучке повивной скрутки осуществляется только для жилы б путем нанесения одинарного кольца синего цвета в первой паре и красного цвета во всех остальных парах в повиве. Кольцевая расцветка пар натурального цвета изоляции в 10-парном пучке пучковой скрутки. Расцветка бумажной изоляции остается четко различимой после обработки изолированных жил прошпарочной массой марок МКП и МКС-6. Пары скручивают в кабель по системе повивной или пучковой скрутки. При повивной скрутке (рис. 21.1, *б*) (табл. 21.17) смежные повивы имеют взаимно противоположные направления, их обматывают лавсановой, капроновой или хлопчатобумажной пряжей. В каждом повиве имеется одна счетная и одна направляющая пары, имеющие цвет жил, отличный от всех остальных пар в повиве. Допускается параллельное расположение центральных пар. По наружному повиву накладывают две бумажные или одну тканевую ленты с перекрытием.

При пучковой скрутке (рис. 21.1, *а* и табл. 21.18) кабель до 100 пар включительно скручивают из 10-парных пучков, свыше 100 пар – из 50- или 100-парных пучков, скрученных из 10-парных пучков или по системе повивной скрутки. Отдельные 10-парные пучки обматывают лавсановой, капроновой или хлопчатобумажной нитью, 50- и 100-парные пучки – лавсановой, капроновой или хлопчатобумажной нитью или бумажной лентой. В каждом повиве кабеля или 50- и 100-парного пучка имеется один счетный и один направляющий пучки, отличающиеся от остальных пучков цветом скрепляющей нити или бумажной ленты. Счетные 10-, 50- или 100-парные пучки обматывают скрепляющей нитью или бумажной лентой красного цвета, а направляющий пучок – синего цвета. По наружному повиву кабеля накладывают две бумажные ленты с перекрытием. 50-парные пучки скручивают из пяти 10-парных пучков или из 4 + 10 + 15 + 21 пар повивной скрутки. 100-парные кабели скручивают из (3 + 7) 10-парных пучков или из 2+8+14+20+26+32 пар повив-

Таблица 21.17. **Число пар по концентрическим повивам в городских телефонных кабелях**

Число пар		Число пар по повивам																		
номинальное	фактическое	Центральные пары	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	–	2	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	1	6	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	–	4	10	16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	50	4	10	15	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	101	2	8	14	20	26	31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	151	4	10	16	22	28	33	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	201	4	10	16	22	28	34	40	47	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
300	302	3	9	15	21	27	33	39	45	52	58	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
400	402	1	7	13	19	25	31	37	43	48	54	60	64	–	–	–	–	–	–	–	–
500	503	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	62	67	74	–	–	–	–	–	–	–
600	603	5	11	17	23	29	35	40	46	52	58	64	69	74	80	–	–	–	–	–	–
700	704	1	6	12	17	23	29	35	41	47	53	59	65	70	76	82	88	–	–	–	–
800	804	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94	–	–	–	–
900	905	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94	101	–	–	–
1000	1005	6	12	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	82	88	94	100	106	–	–
1200	1206	4	10	16	22	29	34	40	46	52	58	64	70	76	82	87	93	99	105	109	110

Таблица 21.18. **Схема скрутки кабелей ТГ и ТБ из отдельных пучков**

Число пар		Схема скрутки кабелей из 50- и 100-парных пучков			
		из 10-парных пучков		при повивной скрутке	
номинальное	фактическое	5 × (10 × 2)	(3 + 7) × (10 × 2)	50 × 2	100 × 2
100	101	–	(3 + 7) × (10 × 2)	–	–
150	151	3 × (5 × 10)	–	3 × 50	–
200	201	4 × (5 × 10)	–	4 × 50	–
300	302	(1 + 5) × (5 × 10)	3 × (3 + 7) × 10	(1 + 5) × 50	3 × 100
400	402	(2 + 6) × (5 × 10)	4 × (3 + 7) × 10	(2 + 6) × 50	4 × 100
500	503	(3 + 7) × (5 × 10)	5 × (3 + 7) × 10	(3 + 7) × 50	5 × 100
600	603	(4 + 8) × (5 × 10)	(1 + 5) × (3 + 7) × 10	(4 + 8) × 50	(1 + 5) × 100
700	704	–	(1 + 6) × (3 + 7) × 10	–	(1 + 6) × 100
800	804	–	(2 + 6) × (3 + 7) × 10	–	(2 + 6) × 100
900	905	–	(2 + 7) × (3 + 7) × 10	–	(2 + 7) × 100
1000	1005	–	(3 + 7) × (3 + 7) × 10	–	(3 + 7) × 100
1200	1206	–	(4 + 8) × (3 + 70) × 10	–	(4 + 8) × 100
1400	1407	–	(4 + 10) × (3 + 7) × 10	–	(4 + 10) × 100
1600	1608	–	(5 + 11) × (3 + 7) × 10	–	(5 + 11) × 100

ной скрутки. Допускается обмотка повивов кабеля хлопчатобумажной пряжей.

Диаметр токопроводящих жил и число пар в городских телефонных кабелях с воздушно-бумажной изоляцией, номинальное и фактическое число пар в кабеле, расчетное число пар по повивам или в пучках должны быть не менее указанных в табл. 21.17 и 21.18. Кабели с числом пар свыше 1200 скручиваются из пучков. При наличии в повиве (пучке) поврежденных пар они компенсируются дополнительными парами, расположенными в том же или другом повиве (пучке или между пучками); число дополнительных пар сверх фактического в 50- и 100-парных кабелях не более 2%, а в кабелях с числом пар свыше 100 не превышает 1%. По соглашению сторон допускается сдача кабелей с числом пар не менее номинального. Количество пар в городских кабелях с воздушно-бумажной изоляцией приведено в табл. 21.19.

В кабелях ТСтШп на поясную изоляцию накладывают продольно или обмоткой с 10%-ным перекрытием алюмополиэтиленовую ленту толщиной не более 0,18 мм. Допускается экран из алюминиевой ленты. Под экраном продольно прокладывается медная луженая проволока диаметром 0,4 мм. Поверх экрана накладывают две бумажные или пластмассовые ленты с перекрытием 10%.

На кабель накладывают свинцовую оболочку, алюминиевую оболочку или стальную гофрированную оболочку и защитные покровы по ГОСТ 7006-72 типов Б, БГ и К. Под оболочку прокладывают мерную ленту или нитку присвоенного предприятию-изготовителю цвета или через каждый метр на поверхности поясной изоляции наносят обо-

Таблица 21.19. **Число пар в городских телефонных кабелях с воздушно-бумажной изоляцией при различном диаметре жил**

Марка	Диаметр жилы, мм		
	0,4	0,5	0,7
ТГ	10 – 1600	10 – 1400	10 – 600
ТБ	10 – 600	10 – 600	10 – 600
ТБГ	10 – 600	10 – 600	20 – 600
ТК	20 – 600	20 – 600	20 – 600

Таблица 21.20. **Внешний диаметр кабеля ТАШп и ТСтШп при различном диаметре жил**

Число пар		Диаметр жилы, мм			
		0,5		0,7	
номинальное	фактическое	ТАШп	ТСтШп	ТАШп	ТСтШп
100	101	30	34	40	44
150	151	34	38	49	55
200	201	38	44	53	59
300	302	44	54	63	72
400	402	49	58	72	81
500	503	55	65	–	–
600	603	58	69	–	–

значение предприятия-изготовителя и год изготовления кабеля. Поверх поясной изоляции накладывают алюминиевую оболочку методом прессования или продольным наложением алюминиевой ленты со швом, сваренным токами высокой частоты. Поверх бумажных лент по экрану или непосредственно на алюмополиэтиленовую ленту накладывают стальную гофрированную оболочку толщиной 0,4 мм в кабелях диаметром 30 мм и 0,5 мм в кабелях диаметром от 30 до 78 мм. Поверх алюминиевой и стальной гофрированной оболочек наклады-

вают ПЭ шланг. На поверхности ПЭ шланга по всей его длине не реже чем через 1 м наносят опознавательный знак, присвоенный предприятию-изготовителю, и год изготовления. Максимальные наружные диаметры кабелей ТАШп и ТСтШп приведены в табл. 21.20. Расчетные наружные диаметры и массы городских кабелей с воздушно-бумажной изоляцией – в табл. 21.21, а минимальные строительные длины кабелей следующие:

Номинальное число пар	10–20	30–50	100–200
Длина кабеля на барабане, м, не менее	500	300	250
Номинальное число пар	300–400	500–1200	1400–1600
Длина кабеля на барабане, м, не менее	200	150	125

В партии кабелей с числом пар до 100 включительно допускаются отрезки длиной не менее 100 м в количестве не более 10% партии.

Таблица 21.21. **Внешний диаметр и масса кабелей связи с воздушно-бумажной изоляцией**

Число пар	*D*, мм				*g*, кг/км			
	ТГ	ТБ	ТБГ	ТК	ТГ	ТБ	ТБГ	ТК
				Жилы диаметром 0,5 мм				
				Бумажно-массная изоляция				
10	8,9	18,0	13,0	–	403	671	615	–
20	10,8	20,0	15,0	31,8	544	884	821	2907
30	13,0	22,0	17,0	33,8	713	1067	992	3201
50	16,1	25,8	20,8	36,8	989	1590	1406	3739
100	22,0	31,6	26,6	42,6	1613	2243	2138	4875
150	26,3	35,8	30,8	46,9	2238	2886	2766	6005
200	29,7	39,1	34,3	50,3	2758	3451	3313	6808
300	35,7	45,5	41,1	56,2	3744	4619	4466	8547
400	40,4	49,9	45,4	61,1	494	5803	5641	10077
500	45,9	55,7	51,3	63,5	6129	6939	6481	11252
600	49,8	59,6	55,2	67,4	7099	8087	7596	12708
700	54,4	–	–	–	8404	–	–	–
800	57,4	–	–	–	9369	–	–	–
900	61,1	–	–	–	10081	–	–	–
1000	63,3	–	–	–	10971	–	–	–
1200	70,2	–	–	–	12849	–	–	–
				Трубчато-бумажная изоляция				
50	15,5	24,3	20,3	–	923	1507	1301	–
100	22,0	30,7	26,4	–	1896	2274	2011	–
150	26,3	34,8	30,8	–	2226	2879	2580	–
200	29,6	38,0	34,0	60,4	2606	3470	3087	10084
300	36,6	45,0	41,0	67,4	3708	4735	4344	12473
400	42,3	–	–	81,0	4879	–	–	18867
500	47,3	–	–	89,1	6009	–	–	22272
600	51,0	–	–	94,6	6934	–	–	24276
				Жилы диаметром 0,7 мм				–
				Бумажно-массная изоляция				
10	11,9	19,8	15,8	–	607	–	827	–
20	15,2	23,9	19,9	31,8	865	955	1270	2907
30	18,5	27,1	23,1	33,8	1183	1429	1610	3201
50	24,1	32,5	28,5	36,8	1843	1800	2292	3739
100	32,6	41,0	37,0	42,6	3079	2508	3654	4875
150	38,9	47,3	43,3	46,9	4270	3933	4941	6005
200	44,6	53,0	49,0	50,3	5517	5263	6274	6808
300	55,5	63,9	–	56,2	8198	6637	–	8547
400	62,7	–	–	61,1	10847	9545	–	10077
500	71,3	–	–	63,5	12510	–	–	11252
600	76,0	–	–	67,4	14034	–	–	12708
						–		
				Трубчато-бумажная изоляция				
30	–	25,8	21,8	–	–	1644	1425	–
50	21,8	30,5	26,5	–	1522	2225	1963	–
100	31,0	38,0	34,0	–	2718	3348	3021	–
150	35,6	44,0	40,0	–	3564	4454	4072	–
200	42,7	52,5	48,1	60,4	4802	5871	5125	10084
300	49,8	59,6	55,2	67,4	6664	7854	7347	12473
400	59,4	70,3	65,9	81,0	8938	10979	10405	18867
500	67,5	78,4	74,0	89,1	11254	13498	12849	22272
600	73,0	83,9	79,5	94,6	12683	15092	14396	24276

Таблица 21.22. **Электрические параметры городских телефонных кабелей с трубчато- и пористо-бумажной изоляцией**

Параметр	Частота, кГц	Норма для кабелей	Коэффициент пересчета на другую длину
Электрическое сопротивление на длине 1 км, Ом, не более, токопроводящей жилы диаметром:	Постоянный ток		$L/1000$
0,4 мм		139 ± 9	
0,5 мм		90 ± 5	
0,7 мм		45 ± 3	
Электрическое сопротивление изоляции жил, МОМ · км:	Постоянный ток		$1000/L$
трубчато-бумажным		8000	
пористо-бумажным			
Рабочая емкость, нФ/км, жил диаметром:	0,8	5000	$L/1000$
0,4 и 05 мм		50^{+5}_{-10}	
0,7 мм		45^{+5}_{-7}	
Испытательное напряжение (в течение 2 мин), В:			–
между жилами	0,05	750	
между жилами и оболочкой	Постоянный ток	500	

Электрические параметры телефонных кабелей при температуре 20 °С соответствуют табл. 21.22. Сопротивление изоляции шланга поверх алюминиевой и стальной гофрированной оболочек не менее 10 МОм · км. Стальная гофрированная оболочка выдерживает не менее трех двойных перегибов вокруг цилиндра радиусом, равным $10D$ по оболочке.

Срок службы кабелей в свинцовой оболочке не менее 25 лет, а фактический срок службы определяется техническим состоянием кабеля. Срок службы кабелей ТАШп и ТСтШп не менее 20 лет при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, прокладки (монтажа) и эксплуатации.

Кабель поставляется под избыточным внутренним начальным давлением воздуха или азота 0,03 – 0,08 МПа на барабанах. Концы кабеля должны быть доступны для испытаний и герметично запаяны. Кабели с числом пар 100 и выше поставляются с вмонтированными вентилями для пневматических шин. Для кабелей с числом пар до 100 допускаются другие способы заделки концов при условии сохранения герметичности кабеля, находящегося под избыточным давлением газа внутри оболочки.

Прокладка и монтаж бронированных кабелей должны производиться при температуре от −15 до +40 °С, а небронированных – от −20 до +40 °С.

Кабель ТГ предназначен для прокладки в канализации, коллекторах, по стенам зданий и сооружений, подвески на опорах, кабель ТБ – для прокладки в земле, ТБГ – для прокладки внутри помещений, в коллекторах и тоннелях, ТК – для вертикальной прокладки и прокладки через водные преграды, в грунтах, подверженные смещению.

Кабели ТАШп и ТСтШп предназначены для прокладки в канализации и непосредственно в грунте и эксплуатации при температуре от −50 до +50 °С.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ВТОРОЙ

СТАНЦИОННЫЕ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ И ШАХТНЫЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА СВЯЗИ

22.1. НОМЕНКЛАТУРА

Станционные коаксиальные и высокочастотные симметричные кабели предназначены для монтажа аппаратуры междугородных станций и усилительных пунктов, станционные кабели – для монтажа телефонных станций, распределительные кабели и провода – для зарядки боксов в распределительных коробках абонентской проводки, шахтные кабели и провода – для телефонной связи в шахтах, кабели и провода для

Таблица 22.1. **Номенклатура станционных симметричных и коаксиальных, распределительных, шахтных кабелей и проводов связи**

Марка	Код ОКП	Наименование	ГОСТ, ТУ
		Кабели	
ВСЭК	35 8812 8400	С медными жилами с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке экранированный высокочастотный вводно-соединительный	ГОСТ 11092-82
КВМЭ	35 7822 1500	С ПВХ изоляцией в ПВХ оболочке коммутационный	ТУ 16.705.085-79
КВМЭ-П	35 7822 1600	То же парной скрутки	То же
КМС-1	35 7413 0101	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке станционный симметричный для межстоечного монтажа и дистанционного питания в диапазоне 12—252 кГц	ТУ 16.505.758-75
КМС-2	35 7413 0201	То же стационарный для межстоечного монтажа	То же
КПВбв	35 7142 0300	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке для блочного и внутристоечного монтажа	ТУ 16.505.827-75
КПВк	35 7142 0200	То же коаксиальный коммутационный	То же
КППв	35 7141 0100	То же в ПЭ оболочке для внутристоечного монтажа	« »
КРВПМ	35 7711 1000	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке для проводного вещания	ТУ 16.505.183-77
КРВПС	35 7781 0400	То же со стальными жилами	То же
КРК	35 7142 0400	Коаксиальный с медным внутренним проводником с шайбовой ПЭ изоляцией экранированный в свинцовой оболочке распределительный	ТУ 16.505.428-73
КРППМ	35 7711 0900	С ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке для проводного вещания	ТУ 16.505.183-77
КРППС	35 7780 0100	То же со стальными жилами	То же
КСВ	35 7413 0301	С медными лужеными жилами с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке станционный для внутристоечного монтажа	ТУ 16.505.758-75
КСКПЭ	35 7410 0000	С пористой ПЭ изоляцией коаксиальный	ТУ 16.705.113-79
КСКПЭП	То же	То же в ПЭ оболочке	То же
КСКЭ	« »	То же с ПЭ изоляцией экранированный в ПВХ оболочке	« »
КСКЭМ	« »	То же малогабаритный	« »
КТП	35 7142 0500	С медным внешним проводником с баллонной ПЭ изоляцией экранированный в ПВХ оболочке телефонно-телевизионный	ТУ 16.505.597-74
КТПВ	35 7821 0100	С медными жилами с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке коммутационный телефонный	ТУ 16.505-689-75
КТПЭВ	35 7821 0200	То же экранированный	То же
КТС	35 7144 2200	С медным внешним проводником с баллонной изоляцией экранированный в свинцовой оболочке телевизионный	ТУ 16.505-597-74
МРМВ	35 7711 0500	С медными жилами с пористой ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке магистральный для радиофикации	ТУ 16.505-230-77
МРМП	35 7711 0600	То же в ПЭ оболочке	То же
МРМПЭ	35 7711 0800	То же экранированный	« »
МРМПЭБ	35 7711 0700	То же бронированный стальной лентой	« »
ПРПВМ	35 7711 0400	С медными жилами с ПЭ изоляцией параллельный в ПВХ оболочке для сельской связи и радиофикации	ТУ 16.505-755-80
ПРППА	35 7741 0100	То же с алюминиевыми жилами в ПЭ оболочке	То же
ПРППМ	35 7711 0300	То же с медными жилами	« »
РВШЭ	35 7441 0100	С медными жилами с ПВХ изоляцией экранированный распределительный для радиовещания	ТУ 16.505-451-73
СТПВ	35 8211 3000	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке соединительный телефонный	ТУ 16.505-689-75
СТПЭВ	35 8211 3100	То же экранированный	То же
СКОЭ	35 7611 1100	То же телефонно-соединительный	ГОСТ 11092-82
СЭК	35 8812 8400	То же высокочастотный соединительный	То же
ТАШ	35 7432 0100	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке телефонный абонентский шахтный	ГОСТ 12100-73
ТАШС	35 7432 0200	То же с несущим стальным тросом	То же
ТМШКПВ	35 7421 1000	С ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке бронированный в ПВХ шланге телефонный магистральный шахтный	« »
ТМШКПВЭ	35 7421 0400	То же экранированный	« »
ТРШБВЭ	35 7421 0100	С ПЭ изоляцией бронированный стальными лентами в ПВХ шланге экранированный телефонный шахтный распределительный	« »
ТРШПВ	35 7421 0800	С ПЭ изоляцией в ПЭ оболочке	« »
ТРШПВЭ	35 7421 0300	То же экранированный	« »
ТРШЭ	35 7421 0200	То же, но без оболочки	« »
ТСВ	35 7412 0100	С ПВХ изоляцией в ПВХ оболочке телефонный станционный	ГОСТ 14354-79
ТСКВ	35 7611 0100	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке телефонно-соединительный	ГОСТ 11092—82

Продолжение табл. 22.1

Марка	Код ОКП	Наименование	ГОСТ, ТУ
		Провода	
АТРВ	35 7512 0200	С алюминиевыми жилами ПВХ изоляцией телефонный распределительный	ГОСТ 20575-75
АТРП	35 7511 0200	То же с ПЭ изоляцией	То же
ЛТВ-В	35 7882 0100	С медными жилами с ПВХ изоляцией скрученный линейный	ГОСТ 8133-77
ЛТВ-П	35 7882 0200	То же параллельный	То же
ЛТР-В	35 7883 0100	То же, что и ЛТВ-В, но с резиновой изоляцией в оплетке хлопчатобумажной пряжей	« »
ЛТР-П	35 7883 0200	То же параллельный	« »
ПВЖ	35 7552 0200	С оцинкованной стальной жилой с ПВХ изоляцией одножильный трансляционный	ГОСТ 10254-75
ППЖ	35 7781 0300	То же с ПЭ изоляцией	То же
ПРСП	35 7781 0200	С оцинкованными стальными жилами с ПЭ изоляцией одножильный радиотрансляционный	« »
ПСВП	35 7731 0000	Со сталемедными жилами	ТУ 16.505-724-75
ПТВЖ	35 7552 0100	С оцинкованными стальными жилами с ПВХ изоляцией двухжильный трансляционный	ГОСТ 10254-75
ПТПЖ	35 7551 0100	То же с ПЭ изоляцией	То же
ТРВ	35 7512 0100	С медными жилами с ПВХ изоляцией телефонный распределительный	ГОСТ 20575-75
ТРП	35 7511 0100	То же с ПЭ изоляцией	То же

Таблица 22.2. **Сортамент станционных симметричных и коаксиальных, распределительных, шахтных кабелей и проводов связи**

Марка	Число жил, пар	*D*, мм
АТРВ, АТРП	2	0,7
ВСЭК	5 × 2	0,78
КВМЭ	10; 18; 36; 68	0,32 и 0,42
КВМЭ-П	5 × 2; 9 × 2; 18 × 2; 34 × 2	0,32
КМС-1	1	0,6
КМС-2	1	0,45
КПВк, КППв, КСКЭ	1	0,78
КПВбв	1	0,45
КРВПМ, КРПППМ	3 × 2	0,5
КРВПС, КРПППС	3 × 2	0,6
КРК	1	2,58
КТП, КТС	1	1,2
КТПВ, КТПЭВ	2 × 2	0,45
КСВ	1	0,45
КСКЭМ	1	0,54
КСКПЭП, КСКПЭ	1	1,56
ЛТВ-В, ЛТВ-П, ЛТР-В, ЛТР-П	2	0,6
МРМВ, МРМП, МРМПЭ, МРМПЭБ	2	1,2
ПВЖ, ППЖ	1	1,4 и 1,8
ПРПВМ, ПРПППМ	2	0,8; 0,9; 1,2
ПРППА	2	1,6
ПРСП	1	2; 3 и 4
ПСВП	1	0,9 (7 × 0,30)
ПТВЖ, ПТПЖ	2	0,6; 1,2
РВШЭ	1 × 2; 5 × 2	0,5
СТПВ, СТПЭВ	5 × 2	0,45
СЭК, СКОЭ	5 × 2; 10 × 2	0,78
ТАШ	1 × 2; 1 × 4	1,1 (7 × 0,37)
ТАШС	1 × 2; 1 × 4	0,8
ТМШКПВЭ	20 × 2; 30 × 2; 50 × 2; 80 × 2	0,8
ТРВ, ТРП	2	0,4; 0,5
ТРШБВЭ, ТРШПЭ, ТРШЭ	5 × 2; 10 × 2; 20 × 2; 30 × 2; 50 × 2	0,8
ТСВ	5 × 2; 10 × 2; 20 × 2; 30 × 2; 41 × 2; 103 × 2; 5 × 3; 10 × 3; 20 × 3	0,4
ТСКВ	5 × 2; 10 × 2; 15 × 2	0,78

сельской связи и радиофикации – для прокладки в земле, провода связи трансляционные и атмосферостойкие – для подвески на пересечениях воздушных линий связи с контактными проводами электрифицированного транспорта, коммутационные и соединительные провода – для коммутации телефонных каналов и монтажа аппаратуры.

Перечень марок станционных, распределительных и шахтных кабелей и проводов связи приведен в табл. 22.1, а сортамент – в табл. 22.2.

22.2. СТАНЦИОННЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ И СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ

Станционные коаксиальные кабели КСКЭМ изготовляют с жилой из семи медных проволок диаметром 0,18 мм, кабели КСКЭ – диаметром 0,26 мм, кабели КСКПЭ и КСКПЭП – диаметром 0,52 мм, а кабели КПВк, КППв – из семи медных луженых проволок диаметром 0,26 мм, КПВбв – диаметром 0,15 мм. На внутренний проводник кабелей КСКЭ и КСКЭМ накладывают сплошную ПЭ изоляцию, кабелей КСКПЭ, КСКПЭП, КППв, КПВк и КПВбв – пористую ПЭ плотностью 0,45 – 0,5 г/см^3. Внешний проводник – оплетку кабелей КСКЭ, КСКПЭ, КСКПЭП и КСКЭМ – изготовляют из медных проволок диаметром 0,15 мм, а кабелей КППв, КПВк и КПВбв – из медной луженой проволоки диаметром 0,10–0,12 мм плотностью 94–96%. На внешний проводник кабелей КСКЭ, КСКПЭ, КСКПЭП и КСКЭМ накладывают продольно ленту ПЭТФ толщиной 0,02 мм, обматывают стальной лентой толщиной 0,1 мм и оплетают медной проволокой диаметром 0,15 мм плотностью 94–96%. Поверх экранов кабелей КСКЭ накладывают ПВХ оболочку толщиной

Таблица 22.3. **Конструктивные данные, масса и строительная длина кабелей КМС-1, КМС-2, КПВк, КППв, КПВбв, КСКЭ, КСКЭМ, КСКПЭ, КСКПЭП, КСВ**

Марка	$n \times d$, мм	Внутренний диаметр, мм	Внешний диаметр внутреннего проводника, мм	Внешний диаметр кабеля, мм	g, кг/км	Строительная длина, м
КСКЭ	7 × 0,26	0,78	4,6	7,8 ± 0,2	120	100
КСКПЭ	7 × 0,52	1,56	7,1	10,7 ± 0,3	185	100
КСКПЭП	7 × 0,52	1,56	7,1	12,7 × 0,3	190	200
КСКЭМ	7 × 0,18	0,54	3,0	5,8 ± 0,2	76	50
КМС-1	7 × 0,20	0,6	2,0	7,3	31,8	100
КМС-2	7 × 0,15	0,45	1,25	5,7	23,6	50
КСВ	7 × 0,15	0,45	1,05	3,5	11,0	30
КПВк	7 × 0,26	0,78	3,6	5 ± 0,5	33,6	30
КППв	7 × 0,26	0,78	3,6	5 ± 0,5	31,4	30
КПВбв	7 × 0,15	0,45	2,2	3,4 ± 0,4	17,0	30

Таблица 22.4. **Электрические параметры кабелей КМС-1, КМС-2 и КСВ**

Параметр	Частота, кГц	КМС-1	КМС-2	КСВ
Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км, Ом, не более	Постоянный	100	150	165
Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее	»	10 000	8000	5000
Испытательное напряжение между жилами и между жилами и экраном в течение 1 мин, В	0,05	2500	2000	500
Коэффициент затухания на длине 100 м, дБ, не более	250	1,0	1,3	3,0
	110	–	1,13	–
Волновое сопротивление, Ом	250	150 ± 5%	–	100 ± 10%
	110	–	150 ± 5%	–
Переходное затухание на ближнем конце между двумя кабелями, проложенными или намотанными на катушку вплотную друг к другу на длине 100 м, дБ, не менее	До 250	112	–	95
	До 110	–	112	–
Рабочая емкость на 1 км, нФ, не более	0,8	40	50	70

Таблица 22.5. Электрические параметры кабелей КПВк, КППв, КПВбв, КСКПЭ, КСКПЭП, КСКЭМ и КСКЭ

Параметр	Частота, кГц	КПВк	КППв	КПВбв	КСКЭ	КСКПЭ	КСКПЭП	КСКЭМ
Сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками коаксиальной пары, 10^6 Ом·км, не менее	Постоянный ток	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Волновое сопротивление, Ом	50	75 ± 5	–	–				
	30	–	75 ± 5	75 ± 6				
	2,5	–	–	–	75 ± 3	75 ± 1,5	75 ± 1,5	75 ± 2
Коэффициент затухания на 1 м, дБ, не более	50	0,096	–	–				
	30	–	0,09	0,13				
	2,5	–	–	–	51 – 2**	27 ± 1,5**	27 ± 1,5**	72 ± 3**
Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками в течение 2 мин, В	0,05	500	500	500				
	Постоянный ток	–	–	–	3000	5000	5000	2000

* После 2 ч пребывания в воде.
** На 1 км.

0,8 мм, кабелей КСКПЭ – 0,9 мм, кабелей КСКЭМ – 0,6 мм, кабелей КПВк и КПВбв – 0,7 мм, кабелей КСКПЭ – ПЭ оболочку толщиной 1,9 мм и КППв – 0,6 мм. Конструктивные данные, масса и строительная длина кабелей КПВк, КППв и КПВбв приведены в табл. 22.3, КСМ-1, КСМ-2 и КСР – в табл. 22.4, а электрические параметры кабелей КПВк, КППв, КПВбв, КСКЭ, КСКПЭ, КСКПЭП и КСКЭМ – в табл. 22.5.

Кабели КСКЭ, КСКПЭ, КСКПЭП и КСКЭМ предназначены для работы при температурах от −50 до +70 °С, кабели КПВбв и КППв – от −40 до +60 °С, а КПВк – от −20 до +60 °С.

Станционные симметричные кабели КСМ-1 изготовляют из семи медных проволок диаметром 0,20 мм, КМС-2 – диаметром 0,15 мм, кабель КСВ – из медных луженых проволок диаметром 0,15 мм с ПЭ изоляцией. Изолированные жилы скручивают в пару с шагом 20 мм. Поверх скрученных жил кабелей КМС-1 накладывают ПЭ трубку толщиной 0,5 мм, кабеля КМС-2 – 0,4 мм. Кабели КМС-1 и КМС-2 обматывают и оплетают медными проволоками диаметром 0,12 мм, а скрученные жилы кабеля КСВ оплетают меднымн луженымн проволоками диаметром 0,10 мм плотностью не менее 90%. Поверх экрана кабелей КМС-1 и КМС-2 накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,6 мм.

Конструктивные данные, масса и строительная длнна кабелей КМС-1, КМС-2 приведеиы в табл. 22.3, а электрические данные – в табл. 22.4.

Кабели предиазначены для работы при температуре от −40 до +60 °С.

22.3. ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИОННЫЕ КАБЕЛИ

Телефонные стаицнонные кабели ТСВ (табл. 22.6) изготовляют с медными жилами диаметрами 0,4 и 0,5 мм. На жилу диаметром 0,4 мм иакладывают ПВХ изоляцню толщиной 0,25 ± 0,05 мм, на жилу диаметром 0,5 мм – 0,30 ± 0,1 мм. Изолированные жилы скручивают в пары и тройки с шагом не более 80 мм. Расцветку изоляции жил в кабеле до 30 пар и до 20 троек осуществляют в соответствии с табл. 22.7. При скрутке пар нспользуют расцветки *а* и *b*, а троек – *а*, *b* и *с*.

Пары нли тройки скручивают в кабель концентрическими повивами в противоположные стороны, разделенными синтетической нитью. Допускается пары и тройки,

расположенные в центре, не скручивать и не отделять хлопчатобумажной пряжей или нитью. На скрученные в кабель пары или тройки накладывают поясную изоляцию из ПВХ, полиамидной или ПЭТФ пленки с перекрытием не менее 15%. Поверх поясной изоляции накладывают экран из алюминиевой ленты толщиной 0,1 мм с перекрытием не менее 15%. Под лентой или поверх ее продольно прокладывают проволоку диаметром 0,4 мм, имеющую контакт с экраном по всей длине. Кабели до 10 пар или троек изготовляют с экраном из металлизированной бумаги. Поверх экрана накладывают ПВХ оболочку.

Сопротивление жилы диаметром 0,5 мм на длине 1 км постоянному току при 20°С не более 95 Ом, жилы диаметром 0,4 мм не более 148 Ом. Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению к остальным, соединенным с экраном, при 20°С не менее 200×10^6 Ом·км. Готовые кабели испытывают между жилами, между жилами и экраном переменным напряжением 500 В в течение 3 мин. Кабели поставляют длиной не менее 200 м.

Кабели предназначены для эксплуатации при температуре от −10 до +50°С. Прокладка и монтаж кабелей должны производиться при температуре не ниже −10°С, радиус изгиба не менее 10 *D*.

Кабели для соединения блоков квазиэлектронной коммутационной аппаратуры связи марок КВМЭ и КВМЭ-П с жилами сечением 0,08 и 0,12 мм² изготовляют из медной лужеиой проволоки диаметром 0,32 и 0,42 мм соответственно с ПВХ изоляцией толщиной 0,2 мм.

Цвет изолиции жил кабеля КВМЭ

Число жил	Белый	Красиый	Зеленый	Желтый
10	4	4	1	1
18	6	6	4	2
36	9	9	9	9
68	17	17	17	17

В кабеле КВМЭ-П каждая пара имеет резко отличную расцветку жил изоляции. Изолированные жилы кабеля КВМЭ-П скручены в пары с шагом не более 8 *D*. Изолированные жилы и пары скручивают в кабель с шагом не более 12 *D*. Поверх скрученных жил накладывают экран из медных луженых проволок диаметром 0,12−0,20 мм плотностью не менее 75%. Под экраном прокладывают луженую проволоку диаметром 0,42 мм. Поверх экрана накладывают ПВХ оболочку черного (ч), серого (ср)

Таблица 22.6. **Конструктивные данные, внешний диаметр и масса кабелей ТСВ**

Число пар или троек	Толщина оболочки, мм	Виешний диаметр кабеля, мм, с жилами диаметром, мм		*g*, кг/км	
		0,4	0,5	0,4	0,5
5 × 2	1,2	9,0	10,0	53,0	71,4
10 × 2	1,2	11,0	12,0	82,0	112,0
20 × 2	1,2	13,4	13,7	136,0	210,0
30 × 2	1,2	15,5	16,0	188,0	287,0
41 × 2	1,5	17,5	17,9	239,0	365,0
103 × 2	1,8	23,0	26,3	542,0	820,0
5 × 3	1,2	9,5	10,6	68,0	93,0
10 × 3	1,2	12,5	13,0	118,0	151,0
20 × 3	1,2	15,5	15,7	187,0	287,0

Таблица 22.7. **Расцветка изолиции пар и троек кабелей ТСВ (жила a – основной цвет – белый, жила c – красиый)**

Номер пары или тройки	Полоски жилы a	Жила b
1	–	Синяя
2		Желтая
3		Зеленая
4		Коричиевая
5		Черная
6	Голубой	Синяя
7		Желтая
8		Зеленая
9		Коричневая
10		Черная
11	Оранжевый (красный)	Синяя
12		Желтая
13		Зеленая
14		Коричневая
15		Черная
16	Зеленый	Синяя
17		Желтая
18		Зеленая
19		Коричневая
20		Черная
21	Коричневый	Синяя
22		Желтая
23		Зеленая
24		Коричневая
25		Черная
26	Черный	Синяя
27		Желтая
28		Зелеиая
29		Коричневая
30		Черная

Таблица 22.8. **Конструктивные данные и масса кабелей КВМЭ и КВМЭ-П**

Марка	Число жил, пар	S, мм^2	Толщина оболочки, мм	D, мм	g, кг/км
КВМЭ	10	0,08	0,8	6,0	43,82
	18		0,8	7,5	67,3
	36		1,0	9,0	110,0
	68		1,0	11,5	186,3
	10	0,12	0,8	6,5	56,0
	18		0,8	8,0	91,1
	36		1,0	9,5	139,1
	68		1,0	13,5	249,3
КВМЭ-П	5 × 2	0,08	0,8	6,5	47,4
	9 × 2		0,8	8,5	74,5
	18 × 2		1,0	11,5	131,0
	34 × 2		1,0	13,0	208,0
	5 × 2	0,12	0,8	7,5	61,3
	9 × 2		0,8	8,5	81,3
	18 × 2		1,0	13,0	165,7
	34 × 2		1,0	14,5	256,2

или слоновой кости (ск) цвета. Конструктивные данные, масса кабелей КВМЭ и КВМЭ-П приведены в табл. 22.8. Кабель поставляется длинами по 50 м.

Электрическое сопротивление жил сечением 0,08 мм^2 на длине 1 км постоянному току не более 238,8 Ом, сечением 0,12 мм^2 не более 138,6 Ом. Сопротивление изоляции не менее 1000×10^6 Ом · м. Изолированные жилы испытывают на АСИ напряжением 1,5 кВ. Кабели испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин.

Кабели предназначены для работы при температуре от −50 до +70 °С.

22.4. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Распределительные коаксиальные кабели марок КТП и КТС имеют внутренний проводник диаметром 1,2 мм (из медной проволоки ММ) с ПЭ баллонной изоляцией диаметром 4,6 мм, внешний проводник из медной ленты толщиной 0,16 мм, экран из двух стальных лент и прорезиненную ленту. Кабель КТП имеет ПВХ оболочку толщиной 1,2 мм, а кабель КТС – свинцовую оболочку толщиной 1,2 мм, наружный диаметр не более 12 мм. Кабель КРК имеет внутренний проводник диаметром 2,58 мм из проволоки МТ с шайбовой ПЭ изоляцией диаметром 9,4 мм, внешний проводник из медной ленты толщиной 0,26 мм, экран из двух стальных лент, бумажную изоляцию и свинцовую оболочку толщиной 1,4 мм, наружный диаметр не более 15 мм. Строительная длина кабелей не менее 100 м.

Электрические характеристики кабелей приведены в табл. 22.9. Рабочее переменное напряжение между внутренним и внешним проводниками коаксиальных кабелей КТП и КТС не должно превышать 660 В и кабеля КРК – 1000 В или постоянного напряжения 1400 В.

Одномарные телефонные распределительные провода ТРВ и ТРП изготовляют с жилой из медной проволоки ММ диаметром 0,4 и 0,5 мм, а АТРВ и АТРП – из алюминиевой проволоки АМ или АПТ диаметром 0,7 мм. Две токопроводящие жилы проводов ТРВ и АТРВ, уложенные параллельно, изолируют ПВХ пластикатом, а ТРП и АТРП – ПЭ толщиной 0,7 мм с разъеди-

Таблица 22.9. **Электрические параметры кабелей КТП, КТС и КРК**

Параметр	Частота, кГц	КТП, КТС	КРК
Электрическое сопротивление на длине 1 км, Ом, не более:	Постоянный ток		
внутреннего проводника		15,85	3,8
внешнего		8,5	–
Сопротивление изоляции между внутренним и внешним проводниками, Ом · км, не менее	То же	10000×10^6	10000×10^6
Номинальное значение волнового сопротивления, Ом	Импульс длительностью 0,06 или 0,12 мкс	75	75
отклонение значения от номинального, измеренного импульсным прибором, Ом, не более		±0,6	±0,4
разность волновых сопротивлений, измеренных на входе и выходе коаксиальной пары, Ом, не более		0,8	0,5
внутренняя неоднородность – коэффициент отражения в любой точке строительной длины, не более		$4 \cdot 10^{-3}$	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
Испытательное напряжение между внутренним и внешним проводниками в строительной длине в течение 2 мин, В	Постоянный ток	2800	3700
	0,05	2000	–
Испытательное напряжение между внешним проводником и свинцовой оболочкой строительной длины в течение 2 мин, В	Постоянный ток	280	430
	0,05	200	300

Таблица 22.10. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление и сопротивление изоляции проводов ТРВ, ТРП, АТРВ и АТРП**

Марка	*d*, мм	*D*, мм	*g*, кг/км	Электрическое сопротивление, Ом, не более	Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее
ТРВ	0,4	2,2 × 6,4	10,6	148,0	30
ТРВ	0,5	2,3 × 6,6	13,0	94,0	30
ТРП	0,4	2,2 × 6,4	8,0	148,0	500
ТРП	0,5	2,3 × 6,6	10,0	94,0	500
АТРВ	0,7	2,5 × 7,0	12,8	85,0	30
АТРП	0,7	2,5 × 7,0	9,4	85,0	500

нительным основанием размером 0,9 × 2,0 мм. Конструктивные размеры, диаметр токопроводящей жилы, электрическое сопротивление жилы и сопротивление изоляции при 20 °С проводов ТРВ, АТРВ, ТРП и АТРП приведены в табл. 22.10. Провод поставляют строительной длиной не менее 400 м.

Разрушающая нагрузка при растяжении проводов ТРВ и ТРП диаметром 0,4 мм 48 Н, а диаметром 0,5 мм 74 Н, проводов АТРВ и АТРП 50 Н. Готовые провода испытывают напряжением 2 кВ на АСИ или после 1 ч пребывания в воде переменным напряжением 1 кВ в течение 2 мин. Провода АТРВ и ТРВ предназначены для эксплуатации при температуре $-40 \div +65$ °С, АТРП и ТРП – при $-60 \div +65$ °С.

22.5. ТЕЛЕФОННЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ПРОВОДА

Двухжильные телефонные линейные провода ЛТВ-В и ЛТР-В изготовляют с медной жилой диаметром 0,6 мм с ПВХ или резиновой изоляцией толщиной 0,8 мм. Оплетенные хлопчатобумажной пряжей жилы ЛТР-В и изолированные жилы ЛТВ-В скручивают с шагом не более 12 *D*. Две параллельно уложенные жилы провода ЛТВ-П имеют ПВХ изоляцию в форме восьмерки, а ЛТР-П оплетают хлопчатобумажной пряжей. Конструктивные размеры проводов, масса, электрическое сопротивление жилы на длине 1 км постоянному току при 20 °С не более 65 Ом, сопротивление изоляции приведены в табл. 22.11. Провода поставляются длиной не менее 100 м. Провода в готовом виде испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 5 мин.

Провода предназначены для эксплуатации при температуре от −40 до +50 °С. Монтаж проводов допускается производить при температуре не ниже −15 °С.

Таблица 22.11. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление изоляции проводов ЛТВ-В, ЛТВ-П, ЛТР-В и ЛТР-П**

Марка	*D*, мм	*g*, кг/км	Сопротивление изоляции, 10^6 Ом·км, не менее
ЛТВ-В	4,8	14,8	70
ЛТВ-П	2,4 × 4,7	15,0	70
ЛТР-В	6,1	27,6	100
ЛТР-П	3,1 × 5,4	24,6	100

22.6. КАБЕЛИ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ И КОММУТАЦИОННЫЕ

Токопроводящие жилы кабелей КТПВ, КТПЭВ, СТПВ и СТПЭВ сечением 0,12 мм^2 изготовляют из семи медных проволок диаметром 0,15 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм. Изолированные жилы кабелей различной расцветки скручивают в пары с шагом не более 16 *D*. Две пары коммутационных и пять пар соединительных кабелей скручивают в кабель с шагом не более 12 *D*. Поверх скрученных жил в кабелях КТПЭВ и СТПЭВ накладывают экран из медных проволок диаметром 0,12–0,15 мм плотностью не менее 75%. На скрученные пары кабелей КТПВ и СТПВ и экран КТПЭВ и СТПЭВ накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм синего, зеленого, коричневого, черного или слоновой кости цвета. Конструктивные данные и масса кабелей приведены в табл. 22.12. Кабели поставляют строительной длиной не менее 20 м.

Таблица 22.12. **Конструктивные данные и масса кабелей КТПВ, СТПВ, КТПЭВ и СТПЭВ**

Марка	Число пар	*n* × *d*, мм	*D*, мм	*g*, кг/км
КТПВ	2	7 × 0,15	6,3	23,5
КТПЭВ	2	7 × 0,15	6,5	34,8
СТПВ	5	7 × 0,15	8,9	47,8
СТПЭВ	5	7 × 0,15	9,4	67,8

Электрическое сопротивление жил на длине 1 км постоянному току при 20 °С не более 158,3 Ом, сопротивление изоляции при 20 °С не менее 150×10^6 Ом · км, после 48 ч пребывания в воде при 40 °С – 50×10^6 Ом · км, переходное затухание на ближнем конце между любыми парами при частоте 1 кГц на отрезках длиной до 15 м не менее 77,85 дБ. Кабели испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Кабели предназначены для работы при температуре от –50 до +70 °С.

22.7. ВВОДНО-СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Кабели для соединений и вводов в аппаратуру узлов связи марок ТСКВ, СЭК, СКОЭ и ВСЭК с жилами сечением 0,35 мм^2 изготовляют из семи медных проволок диаметром 0,26 мм с ПЭ изоляцией. Изолированные жилы, различные по цвету, скручивают в пары с шагом не более 90 мм. В кабелях марок СЭК и ВСЭК каждую пару экранируют медной проволокой диаметром 0,15 мм плотностью не менее 80%. Изолированные пары ТСКВ СКОЭ и экранированные кабели СЭК и ВСЭК скручивают в кабель, в каждом повиве должна быть счетная пара, отличающаяся расцветкой от других пар. Экранированные пары ВСЭК скручивают вокруг сердечника из семи стальных проволок диаметром 0,4 мм с ПЭ изоляцией толщиной не менее 0,2 мм. Скрученные пары ТСКВ, СЭК, ВСЭК обматывают полиамидной и ПЭТФ пленкой, а в СКОЭ накладывают промежуточный слой ПЭ и ПВХ толщиной 0,5 мм. Поверх обмотки в кабелях ТСКВ, СЭК и ВСЭ накладывают ПВХ оболочку. Конструктивные данные, масса и строительная длина кабелей ТСКВ, СЭК, ВСЭК, СКОЭ приведены в табл. 22.13. Электрическое сопротивление жил на длине 1 км постоянному току не более 53 Ом, омическая асимметрия при постоянном токе не более 4,5 Ом. Сопротивление изоляции не менее 2000×10^6 Ом · км. Переходное затухание при частоте 0,8 кГц на ближнем конце и между парами ТСКВ не менее 86,5 дБ, а остальных при частоте 150 кГц не менее 73,5 дБ. Кабели испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 1 мин. Кабели предназначены для работы при температуре –40 ÷ +50 °С и минимальном радиусе изгиба не менее 10 D.

22.8. КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ СЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ

Однопарные кабели для радиофикации и сельской телефонной связи ПРПВМ и ПРПТМ изготавливают с медными жилами диаметром 0,8; 0,9 и 1,2 мм, а ПРППА – из алюминиевой проволоки АТ диаметром 1,6 мм с ПЭ изоляцией. На две изолированные жилы кабелей ПРПТМ и ПРППА, уложенные параллельно, накладывают оболочку из светостабилизированного ПЭ, а на жилы кабелей ПРПВМ – из светостойкого ПВХ пластиката. Конструктивные размеры, масса, рабочая емкость и электрическое сопротивление жилы на длине 1 км при 20 °С кабелей ПРПВМ, ПРППА и ПРПТМ приведены в табл. 22.14. Сопротивление изоляции между жилами кабелей ПРПВМ и ПРПТМ не менее 6000×10^6 Ом · км, ПРППА не менее 5000×10^6 Ом · км. Кабели в готовом виде после пребывания в воде в течение 3 ч испытывают переменным напряжением 4 кВ в течение 3 мин. Кабели поставляют длиной не менее

Таблица 22.13. **Конструктивные данные, масса и строительная длина кабелей ТСКВ, СЭК, ВСЭК, СКОЭ** ($S = 0{,}35$ мм^2)

Марка	Конструкция	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	D, мм	g, кг/км	Строительная длина, м
ТСКВ	5 × 2	0,4	1,3	11,0	105,0	75
	10 × 2	0,4	1,3	13,2	175,0	75
	15 × 2	0,4	1,8	17,5	240,0	50
СЭК	5 × 2	0,5	1,5	14,5	206,0	50
	10 × 2	0,5	1,8	19,0	396,0	50
ВСЭК	5 × 2	0,5	1,5	14,5	245,0	100 ± 5 или кратные
СКОЭ	5 × 2	0,5	1,5	14,5	197,0	75
	10 × 2	0,5	1,5	18,0	381,0	75

Таблица 22.14. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление и рабочая емкость кабелей ПРППА, ПРПВМ и ПРПТМ**

Марка	Диаметр, жил, мм	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	Наружные размеры, мм	g, кг/км	Сопротивление токопроводящей жилы, Ом, не более	Рабочая емкость, иФ/км
ПРППА	1,6	0,6	0,8	5,0 × 10,0	36,4	16,0	–
ПРПТМ	0,8	0,5	0,6	3,6 × 7,2	21,5	36,0	50,0
	0,9	0,5	0,7	3,9 × 7,8	33,8	28,4	51,0
	1,2	0,6	0,8	4,6 × 9,2	42,0	16,0	56,0
ПРПВМ	0,8	0,5	0,6	3,6 × 7,2	25,8	36,0	86,0
	0,9	0,5	0,7	3,9 × 7,8	33,8	28,4	87,0
	1,2	0,6	0,8	4,6 × 9,2	49,2	16,0	88,0

Таблица 22.15. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление и испытательное напряжение проводов ПВЖ, ППЖ, ПРСП, ПТВЖ, ПТПЖ, ПСВП**

Марка	$n \times d$, мм	Толщина изоляции, мм	Размер разделительного основания, мм	Диаметр (размер) провода, мм	g, кг/км	Сопротивление жилы, Ом	Испытательное напряжение, кВ
ПВЖ	1 × 1,4	0,8	–	3,0	19,6	100	7
	1 × 1,8	0,8	–	3,4	28,2	70	7
ППЖ	1 × 1,4	0,8	–	3,0	17,5	100	7
	1 × 1,8	0,8	–	3,4	25,6	70	7
ПРСП	1 × 2,0	1,0	–	4,0	33,2	48	8
	1 × 3,0	1,2	–	5,4	69,6	21	9
	1 × 4,0	1,2	–	6,4	116,2	12	9
ПТВЖ	2 × 0,6	0,6	0,6 × 2,0	1,8 × 5,6	12,4	550	5
	2 × 1,2	0,7	0,7 × 2,0	2,6 × 7,2	31,4	140	6
	2 × 1,8	0,7	0,7 × 2,0	3,2 × 8,4	57,3	70	6
ПТПЖ	2 × 0,6	0,6	0,6 × 2,0	1,8 × 5,6	10,2	550	5
	2 × 1,2	0,7	0,7 × 2,0	2,6 × 7,2	27,0	140	6
	2 × 1,8	0,7	0,7 × 2,0	3,2 × 8,4	52,1	70	6
ПСВП	14(7 × 0,30)	0,5	–	2,3	7,5	63,0	2

500 м. Кабели ПРППА и ПРППМ предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от −60 до +60 °С, а кабель ПРПВМ – от −40 до +60 °С.

Провода полевой связи марки ПСВП одиожильные сечением 0,5 мм² изготавливают из четырех медных по ГОСТ 2112-79 и трех стальных оцинкованных по ГОСТ 360-73 или луженых проволок по ГОСТ 3920-70 диаметром 0,3 мм. При изготовлеиии токопроводящих жил допускается одиа сварка отдельных проволок встык или внахлестку или пайка всей жилы вразгон на строительную длину. Токопроводящую жилу изолируют светостабилизированным ПЭ толщиной 0,5 мм. Конструктивные размеры, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км и испытательное напряжеиие приведеиы в табл. 22.15. Провода испытывают на АСИ. Сопротивление изоляции после 1 ч пребывания в воде не менее 250 × 10⁶ Ом · км. Разрывное усилие не менее 0,4 кН, в местах сварки не менее 0,35 кН. Провода поставляют длиной от 600 до 900 м. Провода предназначены для связи в полевых условиях для работы при температуре от −50 до +60 °С.

22.9. КАБЕЛИ И ПРОВОДА ДЛЯ РАДИОВЕЩАНИЯ

Однопарные кабели для фидерных линий радиофикации МРМВ, МРМП, МРМПЭ и МРМПБ изготавливают с медиыми жилами диаметром 1,2 мм с изоляцией из пористого ПЭ: МРМВ и МРМП толщиной 2,60 мм, МРМПЭ и МРМПЭБ толщиной 2,40 мм. Поверх параллельно уложенных жил МРМВ накладывают ПВХ оболочку толщиной 1,5 мм и кабеля МРМП – оболочку из светостабилизированного ПЭ. Поверх параллельно уложенных жил кабелей МРМПЭ, МРМПЭБ накладывают ПЭ поясную изоляцию толщиной 0,7 мм и экран из алюминиевой ленты толщиной 0,15 – 0,20 мм. Под экран продольно прокладывают медную луженую проволоку диаметром 0,4 – 0,5 мм. Поверх экрана кабеля МРМПЭ накладывают ПЭ оболочку толщиной 1,7 мм, а кабеля МРМПЭБ –

слой из пластмассовой пленки толщиной 0,15–0,30 мм, броню из стальной ленты толщиной 0,10–0,15 мм с антикоррозионным покрытием и оболочку из светостабилизированного ПЭ толщиной 1,7 мм. Максимальные размеры, масса и строительная длина приведены в табл. 22.16.

Распределительные кабели для радиовещания РВШЭ-1 и РВШЭ-5 изготовляют с медными жилами диаметром 0,5 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм. Две изолированные жилы различной расцветки скручивают в пару, а пары – в кабель. Расцветка каждой пары отличается от других пар расцветкой одной жилы. Однопарный кабель оплетают медной проволокой диаметром не более 0,15 мм, пятипарный кабель обматывают лентой из металлизированной бумаги. Под металлизированной лентой прокладывают продольно медную проволоку диаметром 0,4 мм. Поверх экрана кабеля РВШЭ-1 накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм, а кабеля РВШЭ-5 – 1,3 мм. Максимальный диаметр кабеля РВШЭ-1 5,5 мм, а кабеля РВШЭ-5 9,0 мм, расчетная масса кабелей 32,4 и 74,9 кг/км соответственно. Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км не более 95 Ом, а сопротивление изоляции не менее 1000×10^6 Ом · км. Готовые кабели испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 1 мин. Кабели поставляют длинами не менее 50 м. Они предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от −40 до +50 °С.

Кабели проводного вещания КРВПМ и КРППМ изготавливаются с медными жилами диаметром 0,5 мм, а КРВПС и КРППС – с жилами из стальной оцинкованной проволоки диаметром 0,6 мм. Токопроводящие жилы изолируют цветным ПЭ толщиной $0{,}3 \pm 0{,}1$ мм и скручивают в пары с шагом не более 80 мм. Пары скручивают в кабель с шагом не более 110–120 мм. Жилы каждой пары различны по расцветке: 1-я пара – красная и зеленая, 2-я пара – черная и синяя, 3-я пара – натуральная и коричневая. Поверх скрученных пар кабелей

Таблица 22.16. **Конструктивные данные, масса и строительная длина кабелей МРМВ, МРМП, МРМПЭ и МРМПЭБ**

Марка	Максимальный размер мм	g, кг/км	Строительная длина, м
МРМВ	10 × 16,8	135,0	1000
МРМП	10 × 16,8	110,0	1000
МРМПЭ	13 × 18,0	215,0	500
МРМПЭБ	14 × 19,0	295,0	500

Электрические параметры

Электрическое сопротивление жилы постоянному току на длине 1 км, Ом, не более	15,8
Сопротивление изоляции между жилами МРМВ и МРМП после 6 ч пребывания в воде, Ом · км, не менее	$6000 \cdot 10^6$
Рабочая емкость кабелей МРМВ и МРМП, нФ/км, после 6 ч пребывания в воде при 0,8 кГц, не более	25,0
Затухание экранирования МРМПЭ и МРМПЭБ при частоте 120 кГц, дБ/км, не менее	26
Коэффициент затухания, дБ/км, не более:	
при частоте 1 кГц	0,43
при частоте 120 кГц	1,82
Волновое сопротивление, Ом, при частоте 120 кГц, не менее	170
Электрическое сопротивление оболочки, Ом · км (экран – земля) после 3 ч пребывания в воде, не менее	$10 \cdot 10^6$
Испытательное напряжение (после 6 ч пребывания в воде) между жилами в течение 3 мин, кВ	6
Рабочая температура, °С	
МРМВ	−40 ÷ +50
МРМП, МРМПЭ, МРМПБ, МРМПЭВ	−50 ÷ +50
Радиус изгиба при монтаже и прокладке по малой осн, мм, не менее	200

КРВМП и КРВПС накладывают ПВХ оболочку, а кабелей КРППМ и КРППС – оболочку из светостабилизированного ПЭ толщиной 0,7 мм. Кабели изготовляют трехпариыми длинами не менее 150 м. Конструктивные размеры, масса и электрическое сопротивление кабелей на длине 1 км при температуре 20 °С приведены в табл. 22.17. Сопротивление изоляции кабелей не менее 2000×10^6 Ом · км. Провода в готовом виде испытывают переменным напряжением 500 В в течение 2 мин. Кабели поставляют длинами не менее 150 м. Кабели предназначены для проводки внутри помещений трансляционных сетей трехпрограммного проводного вещания и длительной эксплуатации при температуре −40 ÷ +60 °С.

Трансляционные провода ППЖ, ПТПЖ и ПРСП изготовляют с жилой из оцинкованной стальной проволоки диаметрами 0,6; 1,2; 1,4; 1,8; 2,0; 3,0 и 4,0 мм с изоляцией из светостабилизированного ПЭ, а провода ПВЖ, ПТВЖ – с ПВХ изоляцией. Две параллельно уложенные в одной плоскости жилы ПТВЖ и ПТПЖ изолируют так, чтобы они были разделены между собой плоским основанием. Число жил, диаметр проволоки, толщина изоляции, наружный диаметр, номинальные размеры и масса проводов, электрическое сопротивление жилы на длине 1 км при 20 °С и испытательное напряжение приведены в табл. 22.15. Сопротивление

Таблица 22.17. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление кабелей КРВПМ, КРППМ, КРВПС и КРППС**

Марка	d, мм	D, мм	R, Ом, не более	g, кг/км
КРВПМ, КРППМ	0,5	7,3	90 ± 6	26,0
КРВПС, КРППС	0,6	7,7	450 ± 70	30,0

изоляции проводов ППЖ, ПТПЖ и ПРСП, измеренное после пребывания в воде в течение 3 ч при 20 °С, не менее 500×10^6 Ом · км и проводов ПВЖ и ПТВЖ – не менее 40×10^6 Ом · км. Провода марки ПРСП устойчивы к навиванию. Провода ПРСП 1 × 2,0 мм поставляют длиной не менее 450 м, ПРСП 1 × 3,0 мм – не менее 350 м, остальные – не менее 150 м. Провода ППЖ, ПТПЖ и ПРСП предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от −60 до +60 °С, а провода ПВЖ и ПТВЖ – от −40 до +60 °С.

22.10. КАБЕЛИ ТЕЛЕФОННЫЕ ШАХТНЫЕ

Шахтные телефонные кабели изготовляют с медными жилами диаметром 0,8 мм, за исключением однопарного кабеля ТАШ, жилу которого скручивают из семи медных проволок диаметром 0,37 мм. На жилу шахтных кабелей накладывают изоляцию из ПЭ толщиной 0,35 мм, а на жилу кабеля ТАШ – 0,6 мм. Изолированные жилы, различные по цвету, скручивают в пару с шагом не более 100 мм. Жилы с одинаковой расцветкой, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару; расцветка должна отличаться от расцветки другой пары. Пары скручивают в кабель концентрическими повивами, причем смежные повивы имеют различные направления скрутки. В каждом повиве одна счетная пара отличается от остальных пар расцветкой изоляции одной жилы. Кабели до 10 пар могут скручиваться пучковой скруткой. Поверх скрученных пар (кроме кабелей ТАШ и ТАШС) накладывают ленту ПЭ, ПЭТФ или из полиамидной пленки с перекрытием не менее 20% и экран из алюмииевой ленты толщиной не менее 0,1 мм с перекрытием не менее 15% или из алюмополнэтиленовой ленты. Под экраном или поверх него прокладывают продольно луженую медную проволоку диаметром 0,4 – 0,5 мм. На экран кабелей ТРШЭ, ТРШПВЭ, ТМШКПВЭ накладывают ПВХ оболочку и кабеля ТРШБВЭ – ПВХ илн ПЭ оболочку. В кабелях ТАШ и ТАШС поверх скрученной пары (четверки) накладывают оболочку из ПВХ пластиката. В кабеле ТАШС оболочку накладывают на скрученные жилы и трос из семи стальных проволок диаметром 0,5 – 0,6 мм с разрывным усилием не менее 0,98 кН. Количество пар (четверок), конструктивные размеры и масса шахтных кабелей приве-

Таблица 22.18. **Конструктивные данные и масса шахтных кабелей ТАШ, ТАШС, ТРШЭ, ТРШПВЭ, ТРШБВЭ, ТМШКПВЭ**

Марка	Конструкция	Толщина, мм		Толщина шлаига, мм	Наружный диаметр (размер), мм, не более	g, кг/км
		изоляции	оболочки			
ТАШ	1 × 2	0,6	1,5	–	9,0	71,0
ТАШС	1 × 2	0,35	1,5	–	7,4 × 10,9	71,0
	1 × 4	0,35	1,5	–	8,0 × 11,5	85,0
ТРШЭ	5 × 2	0,35	1,8	–	14,0	133
	10 × 2	0,35	1,8	–	16,5	221
	20 × 2	0,35	1,8	–	21,0	382
	30 × 2	0,35	2,0	–	23,0	530
	50 × 2	0,35	2,0	–	27,0	822
ТРШПВЭ	5 × 2	0,35	1,6	1,8	17,0	199
	10 × 2	0,35	1,6	1,8	20,0	291
	20 × 2	0,35	1,6	1,8	25,0	451
	30 × 2	0,35	1,6	1,8	28,0	650
	50 × 2	0,35	2,0	2,2	32,0	992
ТРШБВЭ	5 × 2	0,35	1,5	2,0	20,0	406
	10 × 2	0,35	1,5	2,0	22,5	545
	20 × 2	0,35	1,8	2,0	30,0	979
	30 × 2	0,35	2,0	2,5	32,0	1218
	50 × 2	0,35	2,0	2,5	36,0	1660
ТМШКПВЭ	20 × 2	0,35	1,8	2,5	34,0	1195
	30 × 2	0,35	2,0	2,5	36,0	1486
	50 × 2	0,35	2,2	2,5	40,0	2128
	80 × 2	0,35	2,2	2,5	50,0	3376

дены в табл. 22.18. Электрическое сопротивление жил кабеля ТАШ на длине 1 км при 20 °С не более 26 Ом, а всех остальных кабелей не более 37,7 Ом. Сопротивление изоляции каждой жилы не менее 3000×10^6 Ом · км, электрическая емкость при частоте 0,8 кГц не более 60 мФ/км. Кабели испытывают переменным напряжением 1 кВ между жилами и 500 В между жилами и экраном. Кабели поставляют длинами не менее 400 м. Кабели предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от −40 до +50 °С и относительной влажности 98 % при температуре 35 °С.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

ПРОВОДА И ШНУРЫ СВЯЗИ

23.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода и шнуры связи предназначены для монтажа автоматических телефонных станций, соединений в аппаратуре телефонных станций и распределительных шкафов, для соединений абонентских линий в коммутаторах, подключения телефонных аппаратов и соединения телефонных трубок с аппаратом, а также для соединения звукозаписывающих устройств. Провода изготовляют с однопроволочными или многопроволочными жилами в зависимости от требований к их гибкости. Шнуры связи также в зависимости от требований к гибкости изготовляют с жилами из мишурных нитей или с особо гибкими многопроволочными жилами. Провода и шнуры связи изготовляют с ПВХ изоляцией, а некоторые из них — с ПЭ изоляцией. Провода и шнуры связи, нуждающиеся в защите от внешних помех, экранируют оплеткой медиыми или медиыми мишурными нитями.

Номенклатура проводов и шнуров связи приведена в табл. 23.1, а сортамеит дан в табл. 23.2.

23.2. ШНУРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Шнуры для АТС (табл. 23.3) предназначены для монтажа приборов и схем автоматических телефонных станций машинной и декадно-шаговой систем при температуре от 10 до 45 °С.

Токопроводящие жилы шнуров АТСДИВ скручивают из 15 мишурных нитей, шнуров АТСКВ, АТСНВ, АТСРВ и АТСШВ — из семи медных проволок диаметром 0,15 мм с шагом 15 мм и накладывают ПВХ изоляцию толщиной 0,3 мм, а шнура АТСДИВ — толщиной 0,5 мм. Расцветка изоляции жил приведена в табл. 23.2. Изолированные жилы скручивают с заполнением промежутков между ними волокнистыми материалами или пластмассой, обматывают лентами сиитетической пленки и иакладывают ПВХ оболочку черного, синего, коричневого или слоновой кости цвета. Толщина оболочки 10- и 14-жильных шнуров АТСШВ 0,8 мм, а 20-жильных и более и шнура АТСРВ 1,0 мм. Шиуры АТСНВ, АТСРВ, АТСШВ поставляют длиной не менее 50 м, АТСКВ — не менее 100 м, АТСДИВ и АТСШВ с числом жил 72 — не меиее 30 м. Сопротивление жил на длине 1 м шнура АТСДИВ не более 0,5 Ом, шнуров остальных марок не более 0,165 Ом. После 2 мли. срабатываиий шиур АТСДИВ имеет электрическое сопротивление жил ие более 2,75 Ом. Сопротивление изоляции шнуров АТСДИВ, АТСКВ, АТСРВ 700×10^6 Ом · м, АТСШВ 1500×10^6 Ом · м. После 3 ч пребывания в воде сопротивлеиие изоляции этих шнуров не менее $500 \cdot 10^6$ Ом · м. Готовые шнуры после пребывания в воде в течеиие 3 ч испытывают переменным напряжением 800 В в течение 1 мин.

23.3. КРОССОВЫЕ СТАНЦИОННЫЕ И ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПРОВОДА И ШНУРЫ

Кроссовые провода ПКСВ предназначены для осуществления включений в кроссах автоматических телефонных станций при температуре от 10 до 45 °С. Токопроводящую жилу кроссовых станционных проводов ПКСВ изготовляют из медной проволоки диаметром 0,5 мм с ПВХ изоляцией толщиной 0,3 мм. Расцветка изоляции проводов приведена в табл. 23.2. Две, три или четыре изолированные жилы скручивают с шагом не более 15*D*. Двухжильиый провод

Таблица 23.1. **Номенклатура проводов и шнуров связи**

Марка	Код ОКП	Провод или шнур	ГОСТ, ТУ
АТСДИВ	35 7852 0500	Шнур с медными мишурнымн жилами с ПВХ изоляцией для декадно-шаговых искателей АТС	ГОСТ 7218-77
АТСКВ	35 7852 0300	То же с медной жилой концевой	То же
АТСНВ	35 7852 0400	То же для номеронабирателей АТС	» »
АТСРВ	35 7852 0100	То же с ПВХ оболочкой розеточный	» »
АТСШВ	35 7852 0200	То же штепсельный	» »
КММ	358111 1400	Шнур с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке экранированный микрофонный малогабаритный	ТУ 16.505.488-78
МЗПЭВ	35 5512 0500	Шнур с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке экранированный для звукозаписывающих устройств	ТУ 16.505.678-74
МЗРЭР	35 5514 1600	То же с резиновой изоляцией в резиновой оболочке	То же
ПВЧС	358811 8900	Провод с ПЭ изоляцией и оболочкой, экранированный высокочастотный станционный	ГОСТ 17255-71
ПКСВ	357862 0200	Провод с ПВХ изоляцией станционный кроссовый	ТУ 16.505.178-76
ПМПЭВ	358211 0700	Провод с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке с экранированнымн жнлами микрофониый	ТУ 16.505.711-81
ШВЧИ	358812 4800	Шнур с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке высокочастотный станционный	ГОСТ 17255-71
ШГЭИВ	357813 0200	Шнур с мишурными жилами с ПВХ изоляцией и в оболочке и с экранированными жилами для телефонных гарнитур	ТУ 16.505.712-81
ШЗГ	358212 2100	Шнур с жилами из медной плющеной проволоки для звуковых катушек громкоговорителей	ТУ 16.505.267-76
ШЗГЛ	358212 3400	То же с луженой жилой	То же
ШКВ	357820 0700	Шнур с жилами из мишурных нитей в ПВХ оболочке коммутаторный	ГОСТ 2932-74
ШКВО	357820 0600	То же в оплетке волокнистыми материалами	То же
ШМВ	358212 2000	Шнур в ПВХ изоляции и оболочке экранированный	ТУ 16.505.488-78
ШМП	358211 0800	Микрофонный шнур с ПЭ изоляцией и оболочке, экранированный мишурными нитями	ТУ 16.505.781-75
ШМПП	358211 0900	То же с параллельными жнлами	То же
ШМПП-В	358211 2800	То же в ПВХ оболочке сечения в форме восьмерки	» »
ШМПЭВ	358211 1100	Шнур с ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке с экранированными и неэкранированными жилами мнкрофоиный	ТУ 16.505.488-78
ШМПЭИВ	358211 1200	То же с ПВХ изоляцией	То же
ШОВЗ	358212 2300	Шнур одножильный с ПВХ изоляцнеи и в оболочке экранированный для звукозаписывающей аппаратуры	ТУ 16.505.246-82
ШОПЗ	358211 3300	То же с ПЭ нзоляцией	То же
ШПЭ	35 5512 0200	С ПЭ изоляцией в ПВХ оболочке с частично экранированными жилами для авиационной гарнитуры	ТУ 16.505.501-73
ШПЭВ	35 7812 2500	Шнур с мишурными жилами с ПВХ изоляцией и оболочкой помехозащищенный	ТУ 16.505.470-78
ШСВ	358212 2500	С ПВХ изоляцией для слуховых аппаратов	ТУ 16.505.676-74
ШСВМ	358212 2400	То же холодостойкий	То же
ШСМВ	358212 2200	Шнур с ПВХ изоляцией для подключения звукозаписывающей аппаратуры	» »
ШТ	35 7812 1500	Шнур с мишурными жилами с ПВХ изоляцией в ПВХ оболочке телефонный	ГОСТ 2932-74
ШТМ	35 7812 1400	То же холодостойкий	То же
ШТГЭЛМ	35 7812 0600	То же с экранированными жилами линейный	ТУ 16.505.843-75
ШТЛ	35 7812 1800	То же, что и ШТ, для соединения стенных розеток с телефонными аппаратами	ТУ 16.505.268-76
ШТЛГ	35 7812 2000	То же гибкий	То же
ШТЛИЭ	35 7812 7500	То же, что и ШТЛ, с индивидуально экранированными жилами	ТУ 16.505.386-78
ШТЛИЭО	35 7812 7600	То же в оплетке хлопчатобумажиыми нитями	ТУ 16.505.386-78
ШТЛЭ	35 7812 7400	То же с медными жилами в общем экране без оплетки швейными нитками	То же
ШТС	35 7812 1700	То же, что и ШТЛ, спиральный для соединения телефонов с телефонными аппаратами	ТУ 16.505.268-76
ШТСИЭ	35 7812 7300	То же с экраиированными жилами	ТУ 16.505.386-78
ШТСМ	35 7812 1900	То же, что и ШТС, холодостойкий	ТУ 16.505.268-76
ШТСЭ	35 7812 7200	То же, что и ШТС, в общем экране спиральный	ТУ 16.505.386-78
ШТЭ	35 7812 1300	То же, что и ШТ, экранированный мишурными нитями	ГОСТ 2932-74
ШТЭА	35 7812 7700	Шнур с ПВХ изоляцией и оболочке телефонный абонентский	ТУ 16.505.386-78
ШТЭМ	35 7812 1600	То же, что и ШТЭ, холодостойкий	ГОСТ 2932-74

Таблица 23.2. **Сортамент проводов и шнуров связи и их расцветка**

Марка	Число жил или пар	S, мм²	Цвет изоляции						
			Белый	Черный	Красный	Коричневый	Синий	Зеленый	Желтый
АТСДИВ	3	0,02*	1	–	–	1	–	–	1
	4		1	–	–	1	–	1	1
АТСКВ	1	0,12	Любой из указанных						
АТСНВ	3	0,12	–	–	1	–	1	–	1
	5		–	1	1	–	1	1	1
	6		1	1	1	–	1	1	1
	7		1	1	2	–	1	1	1
АТСРВ	15 × 2 18 × 2 22 × 2 24 × 2	0,12	В каждой паре изоляция имеет резко отличительную расцветку. В шнуре может быть не более 5 пар, имеющих одинаковую расцветку						
АТСШВ	10	0,12	1	1	2	1	1	2	2
	14		3	2	2	–	3	2	2
	20		4	3	4	–	3	3	3
	22		5	4	5	–	2	2	4
	26		5	4	4	–	5	4	4
	30		5	5	5	–	5	5	5
	72		12	12	12	–	12	12	12
КММ	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 2, 3, 4, 5, 7, 9	0,12 0,35	Цвет изоляции не оговаривается						
МЗПЭВ МЗРЭР	2	0,75	То же						
ПВЧС	2	0.12	» »						
ПКСВ	2	0,2	1	–	–	–	1	–	–
	3		1	–	1	–	1	–	–
	4		1	–	1	–	1	1	–
ПМПЭВ	2	0,35 и 0,5	Цвет изоляции не оговаривается						
ШВЧИ	2	0,14	Скручивают две жилы различных цветов						
ШГЭИВ	4; 6	–	Различная расцветка						
ШЗГ	1	*****	Цвет изоляции не оговаривается						
ЩЗГЛ	1	*****	То же						
ШКВ	2	***	1	–	1	–	–	–	–
ШКВО	2	***	1	–	1	–	–	–	–
	3	***	1	–	1	–	–	1	–
	4	***	1	–	1	–	–	1	1
ШМВ	7, 9, 12	0,12	В шнурах не должно быть более двух жил, имеющих одинаковую расцветку						
ШМП	1, 2, 4	0,12	Различные по цвету						
ШМПП	2	0,12	Цвет изоляции не оговаривается						
ШМПП-В	2	0,12	То же						
ШМПЭВ	1, 5	0,08	» »						
ШМПИЭВ	3, 5	0,12	В шнурах не должно быть более двух жил, имеющих одинаковую расцветку						
ШОВЗ, ШОПЗ	1	0,2 и 0,35	Цвет изоляции не оговаривается						
ШПЭ	4, 8	0,14 и 0,35	То же						
ШПЭВ	4, 8	***	Различные по цвету, цвет не оговаривается						
ШСВ	1, 2	****	Один из цветов						
ШСВМ	2	****	Серый, слоновая кость	1	–	1	–	1	–
ШСМВ	1	0,03	1	1	–	1	–	1	–

Продолжение табл. 23.2

Марка	Число жил или пар	S, мм²	Цвет изоляции						
			Белый	Черный	Красный	Коричневый	Синий	Зеленый	Желтый
ШТ, ШТМ	2	***	1	–	1	–	–	–	–
	3		1	–	1	–	–	1	–
	4		1	–	1	–	–	1	1
	5		1	–	1	1	–	1	1
	6		1	–	2	1	–	1	1
	7		1	1	2	1	–	1	1
ШТГЭЛМ	4	***	1	–	1	–	–	1	1
	5		1	–	1	1	–	1	1
	6		1	–	1	1	1	1	1
ШТЛ	2	0,12	1	–	1	–	–	–	–
	3		1	–	1	–	–	1	–
	4		1	–	1	–	–	1	1
	5		1	–	1	1	–	1	1
	6		1	–	2	1	–	1	1
	7		1	1	2	1	–	1	1
ШТЛГ	2	***	1	–	1	–	–	–	–
ШТЛИЭ, ШТЛИЭО, ШТСЭ ШТСИЭ	4	***	1	–	1	–	–	1	1
			1	–	1	–	–	1	1
			1	–	1	–	–	1	1
	4		1	–	1	–	–	1	1
	6		1	1	1	1	–	1	1
ШТЛЭ	2	0,12	1	–	1	–	–	–	–
	4		1	–	1	–	–	1	1
	6		1	1	1	1	–	1	1
	7		1	1	2	1	–	1	1
ШТС, ШТСМ	3	***	1	–	1	–	–	1	–
	4		1	–	1	–	–	1	1
	5		1	–	1	1	–	1	1
ШТЭ, ШТЭМ	2	***	1	–	1	–	–	–	–
	3		1	–	1	–	–	1	–
	4		1	–	1	–	–	1	1
	5		1	–	1	1	–	1	1
ШТЭА	36 из них:	0,12							
	12 экранированных		2	2	2	2	–	2	2
	24 неэкранированных		4	4	4	4	–	4	4

* 15 мишурных нитей в жиле.
** 10 мишурных нитей в жиле.
*** 7 мишурных нитей в жиле.
**** 3 мишурные нити в жиле.
***** Одна или несколько мишурных нитей в жиле, обмотанных двумя лентами плющеной проволоки.

ПКСВ имеет диаметр 3,0 мм и массу 7 кг/км, трехжильный – диаметр 3,2 мм и массу 10,0 кг/км и четырехжильный – диаметр 3,6 мм и массу 14,0 кг/км. Провода ПКСВ поставляют длиной не менее 100 м.

Электрическое сопротивление токопроводящей жилы на длине 1 км не более 95 Ом. Сопротивление изоляции провода ПКСВ после пребывания 24 ч в атмосфере при относительной влажности 85 ± 3% при

20 ± 5 °С не менее 60×10^6 Ом · км. Провода ПКСВ испытывают переменным напряжением 800 В, приложенным между жилами в течение 1 мин. Разрывное усилие изолированной жилы ПКСВ не менее 50 МПа.

Высокочастотные провода ПВЧС и шнуры ШВЧИ предназначены для монтажа высокочастотной аппаратуры связи. Токопроводящую жилу провода ПВЧС скручивают из семи проволок диаметром 0,15 мм, а жилу шнура ШВЧИ — из 18 проволок диаметром 0,10 мм. На токопроводящую жилу ПВЧС накладывают ПЭ изоляцию толщиной 0,4 мм, а на ШВЧИ — 0,5 мм. Две изолированные жилы различных цветов скручивают в пару с шагом не более $12D$, поверх скрученных жил накладывают ПЭ трубку и оплетают медной проволокой диаметром 0,12—0,15 мм плотностью 96%. Поверх экрана провода ПВЧС накладывают ПЭ, а поверх шнура ШВЧИ—ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм. Конструктивные данные приведены в табл. 23.4. Провода поставляют длинами не менее 50 м. Сопротивление изоляции не менее 5000×10^6 Ом · км, рабочая емкость не более 60 нФ/м, волновое сопротивление 135 ± 12 Ом, коэффициент затухания не более 13,9 дБ/км при частоте 250 кГц. Провод и шнур испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 1 мин. Шнур ШВЧИ выдерживает 2000 двойных перегибов на угол $\pm 90°$ при радиусе изгиба 20 мм.

Таблица 23.3. **Конструктивные данные, внешний диаметр и масса шнуров для автоматических телефонных станций АТСДИВ, АТСКВ, АТСНВ, АТСРВ, АТСШВ**

Марка	Число жил	D, мм	g, кг/км
АТСДИВ	3	4,9	16
	4	5,2	21
АТСКВ	1	1,3	3
АТСНВ	3	2,8	9
	5	3,5	15
	6	4,0	18
	7	4,0	21
АТСРВ	15×2	11,0	112
	18×2	14,9	152
	22×2	16,0	176
	24×2	16,0	188
АТСШВ	10	6,2	50
	14	7,0	66
	20	9,0	90
	22	9,0	97
	26	9,5	111
	30	10,0	125
	72	14,5	270

23.4. ТЕЛЕФОННЫЕ ШНУРЫ

Телефонные шнуры предназначены для соединения телефонных аппаратов с микротелефонами и стенными розетками при температуре от -20 до $+50$ °С.

Холодостойкие телефонные шнуры ШТМ предназначены для работы в диапазоне от -50 до $+50$ °С.

Токопроводящие жилы телефонных шнуров скручивают из мишурных нитей на основе нитей капрона или лавсана. Жилы шнуров ШТ, ШТЛГ, ШТЛИЭ, ШТЛИЭО, ШТМ, ШТС, ШТСИЭ, ШТСМ, ШТСЭ, ШТЭ и ШТЭМ скручивают из семи мишурных

Таблица 23.4. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов, ПВЧС и шнуров ШВЧИ, ШТЭЛ, ШТСЭ, ШТСИЭ, ШТЛИЭ, ШТЛИЭО и ШТЛЭ**

Марка провода или шнура	Число жил	S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
ПВЧС	2	0,12	$7 \times 0,15$	5,5	34,1	158,3
ШВЧИ	2	0,14	$18 \times 0,10$	6,5	46,7	261,3
ШТЭА	36	0,12	$7 \times 0,15$	13,7	242,0	158,0
ШТСЭ	4	0,02	7	6,0	78,6*	2000
ШТСИЭ	4	0,02	7	—	93,6*	2000
	6	0,02	7	—	126,1*	2000
ШТЛЭ	2	0,12	$7 \times 0,15$	—	51,2*	158,0
	4	0,12	$7 \times 0,15$	—	73,6*	158,0
	6	0,12	$7 \times 0,15$	—	92,0*	158,0
	7	0,12	$7 \times 0,15$	—	95,4*	158,0
ШТЛИЭ	4	0,02	7	—	117,4*	2000
ШТЛИЭО	4	0,02	7	—	26,5	2000

* Расчетная масса 1000 шт. шнуров, кг.

Таблица 23.5. **Конструктивные данные, масса шнуров ШТ, ШТМ, ШТЭ, ШТЭМ, ШКВ, ШКВО, ШПЭВ, ШГЭИВ, ШСВ, ШСВМ и ШСМВ**

Число жил	*D*, мм									*g*, кг/км								
	ШТ, ШТМ	ШТЭ, ШТЭМ	ШКВО	ШКВ	ШПЭВ	ШГЭИВ	ШСВ	ШСВМ	ШСМВ	ШТ, ШТМ	ШТЭ, ШТЭМ	ШКВО	ШКВ	ШПЭВ	ШГЭИВ	ШСВ	ШСВМ	ШСМВ
1	—	—	—	—	—	—	1,3	—	1,1	—	—	—	—	—	—	1,4	—	1,0
2	4,3	5,5	5,5	5,0	—	—	1,5×2,7	1,5×2,7	—	16,3	28,8	26,5	22,0	—	—	3,4	3,4	—
3	4,6	5,7	6,0	—	—	—	—	—	—	19,8	31,4	29,4	—	—	—	—	—	—
4	4,9	6,1	6,0	—	10,0	11,0	—	—	—	24,0	36,3	34,1	—	76,0	101	—	—	—
5	5,3	6,5	—	—	—	—	—	—	—	27,8	41,4	—	—	—	—	—	—	—
6	5,7	—	—	—	—	12,5	—	—	—	33,8	—	—	—	—	141	—	—	—
7	5,7	—	—	—	—	—	—	—	—	34,8	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	11,0	—	—	—	—	—	—	—	—	105	—	—	—	—

нитей, а шнуры ШГЭИВ – из пятнадцати (табл. 23.5). На жилу этих шнуров (кроме ШГЭИВ) накладывают ПВХ изоляцию толщиной 0,4 мм. На жилу экранированного шнура ШГЭИВ накладывают ПВХ изоляцию толщиной 0,5 мм, а на жилу неэкранированного – 0,9 мм. Цвет изоляции шнуров приведен в табл. 23.2.

Каждую изолированную жилу шнуров ШТЛИЭ, ШТЛИЭО, ШТСИЭ оплетают мишурными нитями плотностью не менее 75%, а жилы шнуров ШТЭ и ШТЭМ – плотностью не менее 80%. Под экраном отдельных жил допускается продольное наложение изоляционной пленки. Каждую изолированную жилу шнура ШТСИЭ оплетают медной проволокой диаметром 0,05 мм плотностью не менее 90%.

Изолированные жилы шнуров ШТ, ШТМ, ШТЭ и ШТЭМ различной расцветки и экранированные жилы шнура ШТЛИЭ и ШТЛИЭО скручивают с шагом не более 12 *D*. Экранированные и неэкранированные жилы шнура ШГЭИВ располагают через одну в четырехжильном и через две в шестижильном шнуре. Четыре или шесть экранированных жил шнура ШТСИЭ скручивают с шагом не более 12 *D*. Четыре изолированные жилы шнура ШТСЭ скручивают с шагом не более 8 *D*. При скрутке шнуров ШТСЭ и ШТСИЭ допускается обмотка пластмассовой лентой или волокнистыми материалами. Поверх скрученных или параллельно уложенных жил шнуров ШТ, ШТМ, ШТС, ШТЛ накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,7 мм, ШТС, ШТЛ, ШТСМ, ШТЛГ, ШТСЭ, ШТСИЭ – 0,8 мм, ШТЭ и ШТЭМ – 0,9 мм черного, серого, синего (голубого), зеленого или слоновой кости цвета. Оболочки шнуров ШТМ, ШТЭМ на поверхности имеют продольные выпуклые риски.

Таблица 23.6. **Конструктивные данные шнуров ШТС, ШТСМ, ШТЛ, ШТЛГ**

Марка	*n*	*D*, мм		*g* 1000 шт., кг		
		по оболочке	спирали	А	Б	В
ШТС, ШТСМ	3	5,5	19	65,03	63,58	—
	4	6,0	20	72,05	70,47	—
	5	6,2	23	83,45	82,0	—
ШТЛ	2	4,5	—	45,79	44,34	50,25
	3	4,5	—	48,42	46,97	53,55
	4	5,0	—	59,35	57,90	65,53
	5	5,2	—	67,17	65,72	74,73
	6	5,5	—	82,15	80,70	83,74
	7	5,5	—	85,06	83,61	84,05
ШТЛГ	2	5,0	—	35,80	—	—

Примечание. А – с двумя втулками, Б – с одной втулкой, В – с двумя втулками, одна из которых смещена к середине шнура.

Шнур ШГЭИВ изготовляют в оболочке толщиной 1,5 мм черного цвета, шнур ШТЛИЭ – в ПВХ оболочке толщиной 0,4 мм черного, белого, серого, красного или слоновой кости цвета. Шнуры ШТЛИЭО поверх скрученных экранированных жил оплетают швейными нитями черного или серого цвета плотностью не менее 90%.

Конструктивные данные шнуров приведены в табл. 23.6. Внешний диаметр изолированной жилы ШТС, ШТСМ, ШТЛ, ШТЛГ 1,25 ± 0,2 мм, ШКС – 3,3 ± 0,2 мм.

Шнуры ШТ, ШТМ, ШТЭ, ШТЭМ поставляют длинами не менее 22 м, ШГЭИВ – не менее 13 м, ШТЛИЭО – не менее 30 м. Шнуры ШТС, ШТСМ, ШТСИЭ, ШТСЭ поставляют отрезками в виде спирали длиной 300 мм (заготовка длиной 2640 мм) с концами длиной 120 и 260 мм. Шнуры ШТЛ и ШТЛГ поставляют армированными втулками из ПВХ пластиката, соответствующего по цвету оболочки.

Телефонные линейные шнуры ШТЛЭ предназначены для подсоединения телефонных аппаратов к абонементской сети. Токопроводящие жилы шнуров ШТЛЭ изготавливают из семи медных проволок диаметром 0,15 мм (сечение 0,12 мм²) с ПВХ изоляцией толщиной 0,3 мм. Расцветка изоляции жил соответствует табл. 23.2. Изолированные жилы скручивают с шагом не более 12 *D*, оплетают мишурными нитями плотностью не менее 75% и накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм черного, серого, белого, красного или слоновой кости цвета. Шнуры ШТЛЭ, ШТЛИЭ поставляют длинами по 2300 мм с концами без оболочки длиной 120 и 100 мм. Каждый отрезок шнура ШТЛЭ и ШТЛИЭ на конце имеет ПВХ втулки цвета, соответствующего цвету оболочки.

Электрическое сопротивление жил на длине 1 м шнуров ШТ, ШТМ, ШТЭ, ШТЭМ, ШТС, ШТСМ, ШТЛГ не более 1,0 Ом, шнуров ШГЭИВ не более 0,6 Ом. Сопротивление изоляции шнуров ШГЭИВ и ШТСЭ в нормальных условиях не менее 500×10^6 Ом·м, после 3 ч пребывания в воде при температуре 20 ± 5 °С – не менее 250×10^6 Ом·м. Сопротивление изоляции шнуров ШТ, ШТМ, ШТЭ, ШТЭМ после пребывания в течение 48 ч в атмосфере с относительной влажностью 98% при 20 ± 10 °С между жилами не менее 500×10^6 Ом·м, между жилами и экраном не менее 250×10^6 Ом·м, шнуров ШТС, ШТЛ, ШТСМ, ШТЛГ после 3 ч пребывания в воде при 20 ± 5 °С не менее 2500×10^6 Ом·м. Все шнуры в готовом виде испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Изолированные жилы шнуров испытывают переменным напряжением 1,5 кВ при времени прохождения 0,06 с. Шнур ШТЛЭ выдерживает не менее 5000 двойных перегибов, а ШТЛИЭ и ШТЛИЭО – не менее 50000 перегибов. Шнуры ШТСЭ и ШТСИЭ выдерживают не менее 50000 растяжений на четырехкратную длину спирали.

Разрывное усилие жилы шнуров ШТ, ШТМ, ШТЭ, ШТЭМ не менее 68,6 Н. Шнуры ШТ, ШТМ выдерживают 90–126 тыс. циклов истирания, шнуры ШТЭ и ШТЭМ – 63 тыс. циклов в течение 45 мин. Шнуры ШГЭИВ выдерживают 20 циклов в мин, шнуры ШТЛ – не менее 5000, ШТЛГ – не менее 7000 двойных перегибов при скорости не более 60 перегибов в мин.

Шнуры для подключения миниатюрных телефонов в слуховых аппаратах (ШСВ, ШСВМ) и монтажа электропроигрывающих устройств (ШСМВ) предназначены для работы в диапазоне температур от −40 до +50 °С (ШСВ, ШСМВ) и от −50 до +40 °С (ШСВМ).

Токопроводящую жилу шнуров ШСВ и ШСВМ скручивают из трех мишурных нитей, а ШСМВ – из шестнадцати медных проволок диаметром 0,05 мм. На жилу одножильных или две параллельно расположенные жилы двухжильных шнуров накладывают ПВХ изоляцию толщиной 0,3 мм. Цвет изоляции оговаривается в заказе и соответствует табл. 23.2. Конструктивные данные, масса ШСВ, ШСВМ, ШСМВ приведены в табл. 23.5. Шнуры поставляют длиной не менее 20 м.

Электрические параметры

Электрическое сопротивление жил на длине 1 м току при 20 °С шнуров, Ом, не более:
- ШСВ и ШСВМ 2,5
- ШСМВ 0,6698

Разрывное усилие:
- одножильного ШСВМ, кН, не менее 0,030
- двухжильных ШСВ и ШСВМ . . . 0,05
- ШСМВ 0,0157

Число двойных перегибов на угол ±90° между роликами диаметром 20 мм:
- ШСВ и ШСВМ 10000
- ШСМВ 4000

Шнуры линейные с экранированными жилами ШТГЭЛМ предназначены для применения в телефонных трубках бортпроводников. Токопроводящие жилы шнуров изготовляются из мишурных нитей с ПВХ изоляцией толщиной 0,3 мм. Расцветка изоляции жил соответствует табл. 23.2. Поверх

Таблица 23.7. **Конструктивные данные и масса шнуров ШТГЭЛМ, ШПЭ и ШПЭВ**

Марка	Число жил			*D*, мм, не более	*g*, кг/км
	всего	экранированных	неэкранированных		
ШТГЭЛМ	4	2	2	6,5	37,3
	5	2	3	7,5	42,2
	6	2	4	8,0	47,5
ШПЭ	4	2	2	7,0	102,0
	8	6	2	11,0	140,0
ШПЭВ	4	4	–	10,0	71,2
	8	4	4	11,0	93,2

изоляции жил красного и зеленого цветов накладывается экран из мишурных нитей плотностью не менее 80%. Экранированные и неэкранированные жилы скручивают с шагом не более 12 *D* по скрутке и накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,5 мм черного цвета.

Конструктивные данные приведены в табл. 23.7.

Шнуры поставляются длиной не менее 50 м.

Электрические параметры

Электрическое сопротивление жил на длине 1 м, Ом, не более	1
Сопротивление изоляции, Ом·м, не менее:	
в нормальных условиях . . .	$200 \cdot 10^6$
после 10-суточного пребывания в камере при 98% влажности при температуре 40 °С	$20 \cdot 10^6$
Испытательное переменное напряжение, В:	
в течение 1 мин	500
в течение 0,06 с	1500
Рабочая температура, °С	$-50 \div +50$

23.5. КОММУТАТОРНЫЕ ШНУРЫ

Коммутаторные шнуры ШКВ и ШКВО предназначены для временного соединения абонементов в телефонных и телеграфных коммутаторах. В процессе эксплуатации эти шнуры подвергаются растяжению, изгибам, кручению, испытывают трение при перемещении в блоках коммутаторов. Коммутаторные шнуры предназначены для работы при температуре в диапазоне от −10 до +50 °С.

Токопроводящие жилы коммутаторных шнуров ШКВ и ШКВО скручивают из семи мишурных нитей на основе нитей капрона или лавсана. На жилы шнуров ШКВ и ШКВО накладывают изоляцию из ПВХ пластиката толщиной 0,4 мм. Цвет изоляции шнура приведен в табл. 23.2. Изолированные жилы шнуров ШКВ, ШКВО скручивают с сердечником из волокнистого материала. Поверх скрученных жил шнура ШКВО накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,7 мм. Конструктивные данные и масса приведены в табл. 23.5. Шнуры ШКВ и ШКВО поставляют длиной не менее 22 м. Электрическое сопротивление жилы на длине 1 м шнуров ШКВ и ШКВО не более 1,0 Ом. Сопротивление изоляции шнуров ШКВ и ШКВО после 3 ч пребывания при 50 °С не менее 50×10^6 Ом·м. Готовые шнуры ШКВ и ШКВО испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Разрывное усилие жилы шнуров ШКВ и ШКВО не менее 69 Н и сердечника шнура ШКВО из волокнистого материала не менее 59 Н. Шнуры ШКВ износоустойчивы, выдерживают 90–126 тыс. циклов, а шнуры ШКВО – 168 тыс. циклов в течение 120 мин.

23.6. ШНУРЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ АБОНЕНТСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ УСТРОЙСТВ И РАДИОАППАРАТУРЫ

Соединительный шнур ШТЭА для абонентских телефонных устройств изготавливают с токопроводящей жилой, скрученной из семи медных проволок диаметром 0,15 мм с ПВХ изоляцией с расцветкой, соответствующей табл. 23.2. Толщина изоляции экранированных жил 0,4 мм и неэкранированных 0,3 мм. Изолированные жилы оплетают медной проволокой диаметром 0,12 мм плотностью не менее 70%.

Экранированные и неэкранированные жилы скручивают так: в первом повиве – 4 экранированные жилы различных цветов, во втором – 8 экранированных жил и в третьем – 24 неэкранированные жилы с шагом не более 12 *D*. Поверх скрученных жил допускается обмотка пленочным или волокнистым материалом и обмотка медными проволоками диаметром 0,15 мм плотностью не менее 70%. Поверх экрана накладывают ПВХ оболочку серого, зеленого, коричневого, синего, черного или слоновой кости цвета толщиной 1,2 мм. Конструктивные данные шнуров приведены в табл. 23.4. Шнуры поставляют длиной не менее 30 м. Сопротивление изоляции в нормальных условиях не менее $0,5 \times 10^6$ Ом·км, а после 3 ч воздействия при 50 °С не менее $0,1 \times 10^6$ Ом·км. Шнур испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин.

Шнур ШПЭ с токопроводящей жилой сечением 0,14 и 0,35 мм² скручивают из медных проволок диаметром 0,12 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм неэкранированных жил и сечением 0,35 мм² и 0,3 мм экранированных жил. Поверх изоляции жилу оплетают мишурными нитями плотностью не менее 70%. Экранированные и неэкранированные жилы скручивают вокруг сердечника из чулка хлопчатобумажной пряжи. Разрывное усилие не менее 80 Н. В восьмижильных шнурах две неэкранированные жилы скручивают предварительно в пару. Шнуры скручивают по системе:

четырехжильный – повив из чередую-

щихся экранированных и неэкранированных жил вокруг сердечника;

восьмижильный – два сердечника и две неэкранированные жилы в центре и в повиве шесть экранированных жил.

Поверх скрученных жил накладывают оболочку из ПВХ пластиката. Конструктивные данные шнура ШПЭ приведены в табл. 23.8. Шнуры поставляют длиной: четырехжильный – не менее 4,2 м, восьмижильный – 1,7 м или кратными 0,81. Шнуры выдерживают 750 изгибов с одновременным кручением. Электрическое сопротивление изоляции, измеренное между каждыми двумя жилами, соединенными вместе, и экраном, не менее 1000×10^6 Ом · м после 48 ч пребывания при 95–98% влажности и температуре 40 ± 5 °С. Готовые шнуры испытывают переменным напряжением 500 В в течение 5 мин. Шнуры предназначены для работы при температуре от −50 до +40 °С.

Шнуры для соединения элементов радиоаппаратуры ШПЭВ изготовляют с токопроводящей жилой из мишурных нитей и ПВХ изоляцией толщиной 0,4 мм. Две изолированные жилы различных цветов скручивают в пару с шагом не более 8 *D* и оплетают мишурными нитями плотностью не менее 85%. Две экранированные пары в четырехжильном шнуре и две экранированные и изолированные пары в восьмижильном шнуре скручивают с шагом не более 12 *D* и оплетают мишурными нитями плотностью не менее 80%. Поверх скрученных пар четырехжильного шнура и экраиирующей оплетки восьмижильного шнура накладывают ПВХ оболочку черного цвета толщиной 1,0 мм. Конструктивные данные и масса приведены в табл. 23.8. Четырехжильные шнуры поставляют длиной не менее 13 м, восьмижильиые – 10,5 м. Электрическое сопротивление жилы на длиие 1 м не более 1 Ом. Сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде ие менее 500×10^6 Ом · м между жилами и 250×10^6 Ом · м между жилами и экраиом, переходное затухаиие на ближнем конце между экранироваииыми парами иа миииальиой строительной длиие не менее 130 дБ при частоте 0,8–4,0 кГц, электрическая емкость жил относительно экраиа 110–170 пФ/м. Изолироваиные жилы испытывают перемениым напряжением 1,5 кВ при времени приложения 0,06 с. Шиуры в готовом виде испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Разрывное усилие изолированных жил не менее 70 Н.

Шнуры выдерживают 2500 изгибов с одновременным скручиванием на угол ±180°.

Таблица 23.8. **Конструктивные данные и масса микрофоиных ироводов и шнуров марок КММ, ШМВ, ШМП, ШМПП, ШМПП-В, ПМПЭВ, ШМПЭИВ, ШМПЭВ**

Марка	$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км
КММ	1 × 0,12	3,7	12,70
	2 × 0,12	5,2	26,21
	3 × 0,12	5,4	29,43
	4 × 0,12	5,7	34,36
	5 × 0,12	6,5	37,77
	7 × 0,12	6,9	45,27
	9 × 0,12	8,2	54,98
	2 × 0,35	6,8	40,8
	3 × 0,35	7,2	50,0
	4 × 0,35	7,6	59,0
	5 × 0,35	9,0	68,8
	7 × 0,35	9,5	83,3
	9 × 0,35	10,5	110,0
ШМВ	7 × 0,12	6,0	40,12
	9 × 0,12	6,5	48,39
	12 × 0,12	7,5	63,93
ШМП	1 × 0,12	3,2	10,9
	2 × 0,12	4,3	18,4
	4 × 0,12	6,3	37,3
ШМПП	2 × 0,12	3,3 × 5,6	29,1
ШМПП-В	2 × 0,12	3,1 × 6,2	28,6
ПМПЭВ	2 × 0,35	7,1	57
	2 × 0,50	8,0	70
ШМПЭИВ	3 × 0,12	5,0	25,71
	5 × 0,12	6,0	36,37
ШМПЭВ	1 × 0,08	2,2	6,06
	5 × 0,08	5,5	33,0

Они предназначены для работы при температуре от −50 до +60 °С.

23.7. КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ ДЛЯ ЗВУКОЗАПИСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Токопроводящие жилы кабеля КММ (микрофонный малогабаритный) сечением 0,12 мм² скручивают из семи проволок диаметром 0,15 мм, а сечением 0,35 мм² – из семи проволок диаметром 0,26 мм. На жилы накладывают ПЭ изоляцию толщиной 0,4 и 0,5 мм. Изолированные жилы скручивают с шагом не более 12 *D*. При скрутке допускается заполнение, а поверх скрученых жил – обмотка лентами из сиитетических пленок или волокон. Скрученные жилы оплетают медиыми проволоками диаметром 0,12–0,15 мм плотиостью не менее 75%, поверх экрана накладывают ПВХ оболочку черного (ч), голубого или синего (с), зеленого (з), коричневого (кч), серого (ср) или слоновой кости (ск) цвета. Конструктивиые данные приведены в табл. 23.7. Кабели поставляют длиной не менее 30 м.

Кабели выдерживают 500 двойных перегибов и предназначены для работы при температуре −40 до +60 °С.

Электрические параметры

Электрическое сопротивление жил на длине 1 км, Ом, не более:	
сечением 0,12 мм²	158,3
сечением 0,35 мм²	52,7
Сопротивление изоляции жил в нормальных условиях, Ом·км, не менее:	
сечением 0,12 мм²	$2000 \cdot 10^6$
сечением 0,35 мм²	$5000 \cdot 10^6$
Рабочая емкость пары жил, пФ/м, при частоте 0,8 – 1,0 кГц, не более:	
сечением 0,12 мм²	65
сечением 0,35 мм²	75
Емкость одиночной жилы, пФ/м, не более:	
сечением 0,12 мм²	120
сечением 0,35 мм²	60
Испытательное переменное напряжение жил, В, в течение 1 мин:	
сечением 0,12 мм²	500
сечением 0,35 мм²	1000

Шнур ШМПЭВ (микрофонный экранированный) изготовляют с токопроводящими жилами сечением 0,08 мм², скрученными из сорока медных проволок диаметром 0,05 мм с ПЭ изоляцией, толщиной 0,35 мм. Изолированная жила одножильного и одна жила пятижильного шнура имеет экран из медных проволок диаметром 0,05 мм плотностью не менее 75%. Поверх экрана одножильного и скрученных жил экранированных и неэкранированных 5-жильного шнура накладывают ПВХ оболочку черного (ч), голубого или синего (с), зеленого (з), коричневого (кч), серого (ср) или слоновой кости (ск) цвета толщиной 0,4 мм. Конструктивные данные и масса шнуров **ШМПЭВ** приведены в табл. 23.8. Шнуры поставляют длинами не менее 13 м.

Электрические парамеры

Электрическое сопротивление токопроводящих жил на длине 1 км, Ом, не более	267,9
Сопротивление изоляции, Ом·км, не менее	$2000 \cdot 10^6$
Рабочая емкость, пФ/м, одной жилы при частоте 0,8 – 1,0 кГц, не более	130
Испытательное переменное напряжение в течение 1 мин, В	500
Рабочая температура, °С	$-40 \div +60$

Шнур ШМПЭИВ (микрофонный комбинированный из экранированных и неэкранированных жил) сечением 0,12 мм² изготовляют из семи медных проволок диаметром 0,15 мм. Токопроводящие неэкранированные жилы изолируют ПВХ пластикатом, а экранированные – ПЭ толщиной 0,4 мм. Одну экранированную и две неэкранированные жилы в трехжильном или две экранированные и три неэкранированные жилы в пятижильном шнуре скручивают с шагом не более 12 *D*. Неэкранированные жилы с ПВХ изоляцией имеют различную расцветку. На скрученные жилы накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм серого, зеленого, коричнеаого, синего, черного или слоновой кости цвета. Конструктивные данные шнура приведены в табл. 23.8. Шнуры поставляют длиной не менее 20 м.

Электрические параметры

Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км при 20 °С, Ом, не более	158,3
Сопротивление изоляции, Ом·км, не менее	$2000 \cdot 10^6$
Рабочая емкость пары, пФ/м, не более	120
Испытательное переменное напряжение в течение 1 мин, В	500

Шнуры выдерживают 2000 двойных изгибов на угол 90° вокруг цилиндра радиусом, равным пятикратному диаметру шнура, и предназначены для работы при температуре от −40 до +60 °С.

Шнуры ШМВ (шнур микрофонный с изоляцией и в оболочке из ПВХ) сечением 0,12 мм² изготовляют с токопроводящими жилами, скрученными из семи проволок диаметром 0,15 мм с ПВХ изоляцией толщиной 0,4 мм. Одна жила семи- и девятижильного шнура имеет экран из медной проволоки диаметром 0,05 мм, и одна пара 12-жильного шнура имеет экран из медной проволоки диаметром 0,12 мм плотностью не менее 75%. Одну экранированную жилу или пару жил скручивают с неэкранированными жилами в семи-, девяти- и двенадцатижильном шнуре (соответственно) с шагом не более 12 *D*. Поверх скрученных жил или обмотки лентами накладывают ПВХ оболочку серого (ср), зеленого (з), коричневого (кч), синего (с), черного (ч) или слоновой кости (ск) цвета толщиной 0,8 мм. Конструктивные данные шнура приведены в табл. 23.8. Шнуры поставляют длиной не менее 30 м.

Электрические параметры

Сопротивление жилы на длине 1 км, Ом, не более	153,8
Сопротивление изоляции шнура в исходном состоянии, Ом·км, не менее	$2 \cdot 10^6$
Рабочая емкость, пФ/м, не более:	
пары жил	100
одиночной жилы	300
Испытательное напряжение в течение 1 мин, кВ	1,5

Шнуры выдерживают 2000 двойных изгибов на угол ± 90° вокруг цилиндра радиу-

сом, равным пятикратному диаметру шнура, и предназначены для работы при температуре от −40 до +60 °С.

Провод ПМПЭВ (микрофонный экранированный) изготовляют с токопроводящими жилами сечением 0,35 и 0,5 мм², скрученными из семи медных проволок диаметром 0,26 и 0,3 мм соответственно. На жилу сечением 0,35 мм² накладывают ПЭ изоляцию толщиной 0,5 мм, а на жилу сечением 0,5 мм² — толщиной 0,6 мм. Изолированные жилы скручивают с шагом не более 90 мм и оплетают медной проволокой диаметром 0,12—0,15 мм плотностью не менее 80%. Поверх экрана накладывают ПВХ оболочку толщиной 1,0 мм черного, коричневого, синего цвета. Конструктивные данные приведены в табл. 23.8. Провода поставляют длинами не менее 50 м

Электрические параметры

Электрическое сопротивление токопроводящей жилы, Ом, на длине 1 км, не более:	
сечением 0,35 мм²	52,7
сечением 0,5 мм²	39,6
Сопротивление изоляции, Ом·м, после 48 ч пребывания в воде при 40 ± 2 °С в течение 1 мин, не менее	$8000 \cdot 10^6$
Рабочая температура, °С	−50 ÷ +65

Шнур ШМП (микрофонный) изготовляют с токопроводящими жилами, скрученными из семи проволок диаметром 0,15 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм. Изолированные жилы в двух- и четырехжильных шнурах отличаются по цвету. Поверх каждой жилы ШМП-1 и ШМП-4 накладывается экран из мишурных нитей плотностью не менее 85%, а по скрученной паре ШМП-2 — плотностью не менее 80%. В четырехжильном шнуре четыре экранированные жилы скручивают. Поверх экрана одно- и двухжильного и скрученных жил четырехжильного шнура накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,4 мм любого цвета. Конструктивные данные шнура приведены в табл. 23.8. Шнур поставляют длиной по 5 м или кратной 5 м. Электрическая емкость шнура ШМП-2 не более 65 пФ/м, ШМП-1 и отдельно экранированных жил ШМП-4 — 120 пФ/м. Шнуры испытывают переменным напряжением 250 В между жилами и экраном в течение 1 мин.

Шнур ШМПП (трансляционный) изготовляют с токопроводящими жилами, скрученными из семи проволок диаметром 0,15 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм. Изолированные жилы оплетают мишурными нитями плотностью не менее 85%. На параллельно уложенные экранированные жилы накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,5 мм серого или черного цвета. Наружный размер шнура 3,3 × 5,6 мм. Шнуры поставляют длиной, кратной 5 м. Конструктивные данные и масса приведены в табл. 23.8. Электрическая емкость шнура не более 120 пФ/м. Шнуры испытывают переменным напряжением 250 В между жилами и экраном в течение 1 мин.

Шнур ШМПП-В (трансляционный) изготовляют с токопроводящими жилами, скрученными из семи проволок диаметром 0,15 мм с ПЭ изоляцией толщиной 0,4 мм. Изолированные жилы оплетают медными проволоками диаметром 0,12 мм плотностью не менее 75%. Поверх экрана допускается накладывать обмотку из волокнистого материала. Поверх параллельно уложенных экранированных жил накладывают ПВХ оболочку, выполняемую в форме восьмерки, толщиной 0,5 мм без разделительного основания черного, серого или слоновой кости цвета. Наружный размер шнура 3,1 × 6,2 мм. Шнуры поставляют длиной, кратной 5 м. Конструктивные данные и масса приведены в табл. 23.8. Электрическая емкость шнура 120 пФ/м. Шнур испытывают переменным напряжением 250 В в течение 1 мин между жилами и экраном.

Кабели МЗРЭР И МЗПЭВ (микрофонные для звукозаписывающих устройств) изготовляют с токопроводящими жилами сечением 0,75 мм² из 24 проволок диаметром 0,20 мм или 19 проволок диаметром 0,23 мм. На токопроводящую жилу кабеля МЗРЭР накладывают резиновую изоляцию толщиной 0,6 мм, а кабеля МЗПЭВ — ПЭ изоляцию толщиной 0,5 мм. Изолированные жилы скручивают в пары с шагом не более 12 *D*. Допускается заполнение хлопчатобумажной пряжей. Скрученные жилы кабеля МЗРЭР обматывают прорезиненной тканевой лентой, а кабеля МЗПЭВ — лентой из синтетической пленки. Поверх обмотки кабель МЗПЭВ оплетают медной, а кабель МЗРЭР — луженой медной проволокой диаметром 0,12—0,20 мм плотностью не менее 70%. Поверх экрана кабеля МЗРЭР накладывают резиновую оболочку толщиной 1,0 мм, а кабеля МЗПЭВ — ПВХ оболочку толщиной 0,8 мм. Номинальный диаметр кабеля МЗРЭР 8,2 мм, масса 87,3 кг/км, номинальный диаметр кабеля МЗПЭВ 6,9 мм, масса 62,3 кг/км. Кабели поставляют длинами не менее 40 м. Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км не более 26,0 Ом. Сопротивление изоляции не менее 1×10^6 Ом·км. Кабели испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин.

Таблица 23.9. **Конструктивные данные и электрическое сопротивление жилы шнуров ШЗГ, ШЗГЛ**

d, мм	R, Ом, не более	g, кг/км
0,3	3,8	0,60
0,5	2,6	0,90
0,8	1,5	1,80
1,0	1,0	2,00
1,5	1,0	2,80

Шнуры ШОВЗ и ШОПЗ изготовляют с токопроводящими жилами сечением 0,2 и 0,35 мм², скрученными из медных проволок диаметром 0,15 мм с ПВХ или ПЭ изоляцией толщиной 0,45 мм с экраном из медных проволок диаметром 0,10–0,15 мм плотностью не менее 70% в ПВХ оболочке толщиной 0,4 мм. Наружный диаметр шнуров сечением 0,2 мм² 3,9 мм, сечением 0,35 мм² 4,2 мм. Масса 1 км 20,2 и 22,1 кг. Шнуры поставляют длиной не менее 30 м. Электрическое сопротивление на длине 1 км жилы сечением 0,2 мм² не более 108,3 Ом, сечением 0,35 мм² не более 58,3 Ом. Сопротивление изоляции не менее $0,6 \times 10^6$ Ом·км. Готовый шнур испытывают ременным напряжением 500 В в течение 1 мин.

Шнур ШЗГ диаметром 0,3 мм изготовляют с токопроводящей жилой, состоящей из одной швейной нитки, а диаметром 0,5 мм – из двух ниток, плотно обмотанных медными лентами-плющенками. Шнур диаметром 0,8 мм состоит из трех скрученных шнуров диаметром 0,3 мм с шагом не более 4,5 мм. Лентой, изготовленной из проволоки диаметром 0,12 мм, толщиной 0,04 ± 0,005 мм, обматывают основу с шагом не более 0,6 мм. Шнур диаметром 1,0 и 1,5 мм состоит из оплетки медной проволокой диаметром 0,05–0,08 мм, наложенной на сердечник из волокнистого материала плотностью не менее 70%. Конструктивные данные и электрическое сопротивление на длине 1 м приведены в табл. 23.9. Шнур поставляют длиной не менее 30 м.

Шнур ШЗГЛ диаметром 0,3 мм с токопроводящей жилой состоит из одной швейной нитки, а диаметром 0,5 мм – из двух ниток, плотно обмотанных медными луженными плющеными проволоками с шагом 0,6 мм. Шнур диаметром 0,8 мм состоит из трех скрученных ШЗГЛ диаметром 0,3 мм с шагом не более 4,5 мм. Плющеную проволоку изготавливают из медной луженой проволоки диаметром 0,12 мм, толщиной 0,04 ± 0,005 мм, обматывают с шагом 0,6 мм.

Шнур диаметром 1,0 и 1,5 мм состоит из оплетки медной луженой проволокой диаметром 0,08 мм, наложенной на сердечник из волокнистых материалов плотностью не менее 70%.

Конструкция и электрическое сопротивление приведены в табл. 23.9. Шнур поставляется длиной не менее 30 м.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

МОНТАЖНЫЕ КАБЕЛИ И ПРОВОДА

24.1. НОМЕНКЛАТУРА

Кабели и провода для внутриприборного и межприборного моитажа предназначеиы для фиксированиого монтажа приборов и аппаратов, соединиения электронной и электрической аппаратуры и приборов, монтажа АТС и коммутациоиных аппаратов. Эти кабели и провода изготовляют с ПВХ, ПЭ, ПЭ облучеиной (модифицированной), ПЭТФ, резиновой и волокнистой изоляцией, кроме того, изготовляют плоские (ленточные), термопарные и термоэлектродные кабели и провода. Номенклатура марок кабелей и проводов для внутриприборного и межприбориого монтажа приведена в табл. 24,1, а их сортамент дан в табл. 24.2.

24.2. КАБЕЛИ И ПРОВОДА С ПВХ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабели МКШ и МКЭШ (табл. 24.3) предназначены для работы при напряжении до 500 В частотой до 400 Гц или на постоянном токе до 750 В при температуре от –40 до +60 °С и относительной влажности 98% при 20 °С. Токопроводящие жилы сечением $S = 0,35$ мм² изготовляют из 19–30 медных луженых проволок диаметром $d = 0,15$ (0,12) мм, сечением 0,5 мм² – из 16 (19) проволок диаметром 0,20 (0,18) мм и сечением 0,75 мм² – из 24 (19) проволок диаметром 0,20 (0,23) мм с ПВХ изоляцией. Изолированные жилы скручивают в кабель, обматывают полиамидной или ПЭТФ

Таблица 24.1. **Номенклатура монтажных кабелей и проводов**

Марка	Код ОКП	Наименование	ГОСТ, ТУ
		Кабели многожильные с ПВХ изоляцией	
КМВ	358321 0400	В ПВХ оболочке круглый	ТУ 16.505.444-73
КМВП	354833 0900	То же плоский	ТУ 16.705.182-81
МВЭВ	358212 4100	В общем экране, ПВХ оболочке для сигнальных цепей в бытовой радиоаппаратуре	ТУ 16.505.677-74
МКШ	354833 0100	С многопроволочной жилой в ПВХ оболочке	ГОСТ 10348-80
МКЭШ	354833 0200	То же экранированный	То же
		Провода с ПВХ изоляцией	
МГШВ	358321 0800	Гибкий с дополнительной волокнистой изоляцией	ТУ 16.505.437-82
МГШВ-1	358321 0700	То же с дополнительной пленочной изоляцией	То же
МГШВЭ	358322 0400	То же, что и МГШВ, экранированный	« »
МГШВЭ-1	358322 0300	То же, что и МГШВ-1, экранированный	« »
МГШВЭВ	358322 0500	То же, что и МГШВЭ, в ПВХ оболочке	« »
МШВ	358321 0600	С однопроволочной жилой с дополнительной волокнистой изоляцией	« »
МШВ-1	358321 0500	То же с дополнительной пленочной изоляцией	ТУ 16.505.437-82
НВ	358212 0100	Одно- или многопроволочной с медной луженой жилой	ГОСТ 17515-72
НВК	358212 0300	То же в капроновой оболочке	То же
НВКЭ	358212 0400	То же экранированный	« »
НВМ	358212 0700	С медной жилой из нелуженой проволоки	« »
НВМЭ	358212 2900	То же экранированный	« »
НВЭ	358212 0200	То же, что и НВ, экранированный	« »
ПМВГ	358212 0900	С дополнительной волокнистой изоляцией	ТУ 16.505.434-73
ПМВО	358212 1200	То же облегченный	ТУ 16.505.455-73
ПМОВ	358212 1100	Однопроволочный с дополнительной волокнистой изоляцией	ТУ 16.505.434-73
		Шнуры с ПВХ изоляцией	
ШВВ	355353 1100	Многопроволочный медный для присоединения осветителей электровспышек	ТУ 16.505.409-77
ШВВМ	355353 1200	То же холодостойкий	То же
ШКС	357822 0200	С жилой из мишурных нитей для счетно-решающих машин	ТУ 16.505.688-75
ШСМРВ	357822 0500	С 12 жилами в ПВХ оболочке для малогабаритных радиостанций	ТУ 16.505.385-77
		Кабели с ПЭ изоляцией	
КИПЭ	356111 0100	Многопроволочный с медными жилами в ПЭ оболочке экранированный	ТУ 16.505.340-77
КППЭ	358111 2800	Со сталемедными с частично экранированными жилами в ПЭ оболочке	ТУ 16.505.294-77
		Провода с ПЭ изоляцией	
МГШП	358323 1600	Многопроволочный с волокнистой и ПЭ изоляцией	ТУ 16.505.410-72
МГШПЭ	358326 1400	То же экранированный	То же
МС 32-11	358323 0800	С ПЭ изоляцией различной расцветки	ТУ 16.505.512-79
МСО 32-11	358323 0700	То же в оплетке полиэфирными нитями	То же
МСЭ 32-11	358326 0600	То же, что и МС 32-11, экранированный	« »
МШП	358323 1500	С дополнительной волокнистой изоляцией	ТУ 16.505.410-72
НП	358211 0100	С одно- или многопроволочной с медной жилой луженой	ГОСТ 17515-72
НПК	358211 0300	То же в капроновой оболочке	То же
НПКЭ	358211 0400	То же экранированный	« »
НПЭ	358211 0200	То же, что и НП экранированный	« »
ПВМП-2	358211 9300	Многопроволочный на напряжение 2 кВ	ТУ 16.505.253-79
ПВМП-2,5	358311 9301	То же на напряжение 2,5 кВ	То же
ПВМП-4	358311 9302	То же на напряжение 4 кВ	« »
РМПВН	358872 1000	В ПВХ оболочке радиомонтажный	ТУ 16.505.473-78
		Провода с изоляцией из облученного ПЭ	
МГДПО	358325 1200	Гибкий двухжильный скрученный	ТУ 16.505.871-76
МГДПЭО	358325 0900	То же экранированный	То же
МДПО	358325 1100	С однопроволочной жилой	« »
МДПЭО	358328 1000	То же экранированный	« »

Продолжение табл. 24.1

Марка	Код ОКП	Наименование	ГОСТ, ТУ
МЛП	35 82 11 8000	С дополнительной полиэфирной изоляцией	ТУ 16.505.554-81
МЛПГ	35 82 11 8100	То же с гибкой жилой	То же
МЛПЭ	35 82 11 8200	То же, что и МЛП, экранированный	« »
МЛТП	35 82 11 7700	То же, что и МЛП, термостабилизированный	« »
МЛТПГ	35 82 11 7800	То же с гибкой жилой	« »
МЛТПЭ	35 82 11 7900	То же, что и МЛТП, экранированный	« »
МПО	3583256400	С многопроволочной жилой	ТУ 16.505.339-79
МПОУ	35 8325 6500	То же с усиленной биметаллической жилой	То же
МПОУЭ	35 8328 6300	То же экранированный	« »
МПОЭ	35 8328 6200	То же, что и МПО, экранированный	« »
МСТП	35 82 11 7300	С дополнительной изоляцией из стекловолокна	ТУ 16.505.554-81
МСТПГ	35 82 11 7400	То же с гибкой жилой	То же
МСТПЛ	35 82 11 7500	То же, что и МСТП, в оплетке полнэфирными нитями	« »
МСТПЭ	35 82 11 7600	То же, что и МСТП, экранированный	« »
ШВС	35 8328 6800	Шнур для высотного снаряжения	ТУ 16.505.968-76
		Кабели и провода с фторопластовой (Ф-4) изоляцией	
КМТ	35 8337 7500	Кабель со стекловолокнистой и фторопластовой изоляцией	ТУ 16.505.621-79
МПО 33-11	35 8332 7300	Провод с гибкой медной жилой в оплетке полиэфирными нитямн лакированный	ТУ 16.505.324-80
МПОЭ 33-11	35 8332 7400	То же экранированный	То же
МПО 33-12	35 8332 7500	Провод с гибкой медной жилой в оболочке в виде термообработанной обмотки ПЭТФ лентой	« »
МПОЭ 33-12	35 8332 7600	То же экранированный	« »
МС26-12	35 8335 7200	С многопроволочной жилой из посеребренных медных проволок с изоляцией Ф-40Ш на напряжение 250 В	ТУ 16.505.530-81
МС 36-12	35 8335 7300	То же на напряжение 500 В	То же
ПМОФ	35 8332 7800	Провод особогибкий в оплетке полиэфирнымн нитями	ТУ 16.505.162-79
ПМОФ-1	35 8332 7900	То же в обмотке н оплетке полиэфирными нитями	То же
		Провода плоские (ленточные)	
КПВР	35 8212 6600	С круглыми луженьими жилами с ПВХ изоляцией распределнтельный	ТУ 16.505.511-79
КПВРЭ	35 8212 6700	То же с отдельно экранированными жилами в ПВХ оболочке	То же
КППР	35 82 11 8700	С ПЭ изоляцией распределительный	« »
КППР(М)	35 82 11 8900	То же с увеличеиным шагом укладки жил	« »
КППРО	35 82 11 9000	То же, что и КППР, с изоляцией из облученного ПЭ	« »
КППРЭ	35 82 11 8800	То же, что и КППР, с отдельно экранированными жилами в ПЭ оболочке	« »
КППРЭО	35 82 11 9100	То же, что и КППРЭ, но в оболочке из облученного ПЭ	« »
ЛЛПСА	35 8248 0101	С алюминиевыми жилами с изоляцией из ПТФЭ пленки	ТУ 16.705.303-83
ЛЛПСВ-100	35 8227 0100	С круглыми однопроволочиыми медными жилами с изоляцией из ПТЭП-ПЭ с волиовым сопротнвлением 100 Ом	ТУ 16.705.137-80
ЛЛПСВ-120	35 8227 0200	То же с волновым сопротивлением 120 Ом	То же
ЛЛПСВ-150	35 8227 0300	То же с волновым сопротивлением 150 Ом	« »
ЛЛПСВб-150	3582370400	То же с однопроволочными бронзовыми жилами	« »
ЛПВ	35 8212 5001	С гибкими медными жилами с ПВХ изоляцией и оболочкой	ТУ 16.705.210-81
ЛПП	35 8218 0500	С плоскимн жилами с ПЭТФ и ПЭ-изоляцией ленточный	ТУ 16.505.728-81
ЛППВ	35 8212 5002	То же с ПЭ изоляцией и ПВХ оболочкой	ТУ 16.705.210-81
ЛППЛ	35 8218 0600	То же, что и ЛПП, с луженьими жилами	ТУ 16.505.728-81
ЛСВ-2	35 8212 4200	С гибкими жилами с ПВХ изоляцией	ТУ 16.705.403-85
ЛСВ-4	35 8212 4300	То же с медными никелированными жилами	То же
ЛСП-2	35 8211 4700	С гибкими медными луженными жилами с ПЭ изоляцией	ТУ 16.705.403-85
ЛСП-4	35 8211 4800	То же с медными иикелироваиными жилами	« »
ПВП	35 82 11 8600	С одиопроволочиыми медными жилами с ПЭ изоляцией лепточный	ТУ 16.505.558-79
ПВП-1	35 82 11 9600	То же с кодовой дорожкой	То же
ПВПмс	35 8231 6700	То же, что и ПВП, с медными посеребреннымн жилами	« »
ПЛВВ	35 8212 2450	С ПВХ изоляцией и оболочкой телевизионный	ТУ 16.505.180-80
ПЛМ	35 8218 0100	С изоляцией из ПТФЭ-ПЭ пленки	ТУ 16.705.004-77

Продолжение табл. 24.1

Марка	Код ОКП	Наименование	ГОСТ, ТУ
ПЛПБбГ	358211 9900	С многопроволочной жилой из бериллиевой бронзы с ПЭ изоляцией	ТУ 16.505.563-80
ПЛПМО	358323 1100	С луженными жилами с изоляцией из облученного ПЭ малогабаритный	ТУ 16.505.725-75
ППР	358211 9200	С плоскими луженными жилами ПЭ изоляцией распределительный	ТУ 16.505.511-79
		Провода с резиновой изоляцией	
МРП	358215 0100	С многопроволочной жилой в оплетке хлопчатобумажной пряжей, пропитанной парафином	ТУ 16.505.748-80
МРПЭ	358215 0200	То же экранированный	То же
		Провода с волокнистой изоляцией	
МГСЛ	358352 0100	С двойной обмоткой и оплеткой стеклонитями лакированный	ГОСТ 10349-75
МГСЛЭ	358352 0200	То же экранированный	То же
МГСТ	358352 0300	С луженой жилой с изоляцией и оплеткой стеклонитями	ТУ 16.505.292-77
МГШ	358216 0100	С многопроволочной жилой в капроновой оплетке	ГОСТ 10349-75
МГШД	358216 0200	То же с двойной капроновой обмоткой	То же
МГШДЛ	358216 0300	То же лакированный	« »
МГШДО	358216 0500	То же, что и МГШД, с оплеткой капроном	« »
МГШДОП	358216 0700	То же с подклеенной оплеткой	« »
МШДЛ	358216 0700	С однопроволочной луженой жилой с двойной обмоткой капроном лакированный	ГОСТ 10349-75
МЭШДЛ	358216 0800	То же с жилой из эмалированного провода	То же
ПГОХ	358216 0900	С многопроволочной жилой в тройной оплетке хлопчатобумажной пряжей для холодильников	ТУ 16.505.138-75
		Термопарные и термоэлектродные провода	
ПЛТВмК	356722 1200	С жилами из меди и константана с ПВХ изоляцией	ТУ 16.705.069-78
ПЛТВхк	356724 1200	То же с жилами из сплавов хромель-копель	То же
ПЛТПмК	356782 1200	То же с жилами из меди и константана с ПЭ изоляцией	ТУ 16.705.069-78
ПЛТПхк	356783 1200	То же с жилами из сплавов хромель-копель	То же
ПТВ	356721 0100	Термоэлектродный с ПВХ изоляцией двухжильный	ГОСТ 24335-80
ПТВО	356721 0600	То же в ПВХ оболочке	То же
ПТВП	356721 0200	То же, что и ПТВ, в оплетке стальной оцинкованной проволокой	« »
ПТВТ	356721 0900	То же, что и ПТВ, нагревостойкий	ТУ 16.705.216-81
ПТВЭВ	356725 0100	То же, что и ПТВ, экранированный в ПВХ оболочке	То же
ПТГВ	356721 0300	То же, что и ПТВ, гибкий	ГОСТ 24335-80
ПТГВО	356721 0700	То же в ПВХ оболочке	То же
ПТГВТ	356721 1100	То же, что и ПТВТ, гибкий	ТУ 16.705.216-81
ПТГВЭВ	356729 0200	То же, что и ПТВЭВ, гибкий	То же
ПТН	356764 0300	Со стекловолокнистой изоляцией двухжильный	ТУ 16.505.663-74
ПТНО	356766 0400	То же одножильный	ТУ 16.505.663-74
ПТНО-900	356768 0500	То же с кварцевой и стекловолокнистой изоляцией повышенной нагревостойкости	То же
ПТНЭ	356765 0400	То же, что и ПТН, экранированный	« »
ПТП	356711 0100	С изоляцией из ПЭТФ пленки и в общей оплетке полиэфирными нитями, пропитанной клеем БФ	ГОСТ 24335-80
ПТПЭ	356711 0200	То же экранированный	То же
ПТФ	356739 0100	С Ф-4 изоляцией в обмотке и оплетке стеклонитями, пропитаннымн кремнийорганическим лаком, одножильный	« »
ПТФДЭ	356739 0300	То же, но два параллельно уложенных провода ПТФ, экранированных медными луженными проволоками	« »
ПТФЭ	356738 0200	То же, что и ПТФ, экранированный	« »

лентой; кабели МКЭШ оплетают медными проволоками диаметром 0,20 мм плотностью не менее 65% и накладывают ПВХ оболочку.

Кабели МКШ поставляют длиной не менее 60 м, а кабели МКЭШ – не менее 25 м. Электрическое сопротивление жил кабелей МКШ и МКЭШ сечением 0,35 мм^2 на длине 1 км не более 54,2 Ом, 0,5 мм^2 – 40,7 Ом и сечением 0,75 мм^2 – 25,2 Ом. Со-

Таблица 24.2. **Сортамент монтажных кабелей и проводов**

Марка	Число жил или пар	*S*, мм²
	Кабели и провода с ПВХ изоляцией	
КМВ	2, 3, 5, 7	0,75
	10, 12 и 14	0,5
КМВП	4	0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16
	7	1,5; 2,5; 4,0
	12	1,5
ЛПВ, ЛППВ	4	0,08
ЛСВ-2, ЛСВ-4	16, 20, 24, 30	0,12; 0,20
МВЭВ	1	0,8
МГШВ; МГШВ-1	1	0,12; 0,14; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5
МГШВЭ; МГШВЭ-1	1	0,12; 0,14; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75
	2, 3	0,35; 0,5; 0,75
МГШВЭВ	1	0,12; 0,14; 0,35
МКШ; МКЭОШ	2, 3, 5, 7, 10, 14	0,35; 0,5; 0,75
МСО 32-11	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75
МСЭ 32-11;	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5 и 2,5
МС 32-11		
МШП	1	0,08; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5
НВ; НВК	1	0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0
НВМ	1	0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
НВМЭ-500	1, 2, 3	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0
НВМЭ-1000	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
	2, 3	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0
НП-500; НПК-500	1	0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
НПКЭ-500;	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
НПЭ-500	2, 3	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0
ПВМП-2	1	0,12
ПВМП-2,5	1	0,35
ПВМП-4	1	0,35
	8, 9	0,20
ПВПБбГ	3, 4	0,20
ПЛВВ	8, 9	0,02
ПАМ	13, 19, 21	0,12
ПЛТВмк	1, 2, 3, 5, 10	0,3; 0,4
ПЛТВхк		
ПМВГ; ПМОВ	1	0,20; 0,35; 0,5; 0,75
ПМВО	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75
ПТВ	2	0,2; 1,0; 2,5
ПТВО	2	2,5
ПТВП; ПТВЭВ	2	1,0
ПТВТ	2	1,0; 2,5
ПТГВ, ПТГВО, ПТГВТ	2	1,0; 1,5; 1,8; 2,5
ПТГВЭВ	2	1,0; 1,5; 1,8
ШВВ, ШВВМ	2, 3, 4	0,35
ШКО	1	10 мишурных нитей
ШСМРВ	12	0,12
	Кабели и провода с ПЭ изоляцией	
КИПЭ	20	1,5
	16 + 4	0,5; 1,5
КППЭ	12	1,0
ЛСП-2; ЛСП-4	16, 20, 24, 30	0,12; 0,20
МГШП	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5
МГШПЭ	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5
	2	0,35; 0,5; 0,75
	3	0,5; 0,75
ПВП	24, 48, 60	0,20
	48, 60	0,18
ПВП-1, ПВПмс	3, 60	0,20
ПВПБбГ	8, 9	0,20
ПЛМ	13, 19, 21	0,12
ПЛТПлк, ПЛТПмк	1, 2, 3, 5, 10	0,30; 0,40
ПЛПМО	4, 17	0,08
	19	0,05
ППР	1	1,0; 1,5; 6,0
	10	0,12
РМПВН	1	0,75

Продолжение табл. 24.2

Марка	Число жил или пар	S, мм^2
ШВС	2, 4	0,12
	2 + 3; 6 + 2; 10 + 4	0,12 + 0,35
Провода с облученной ПЭ изоляцией		
МГДПО, МГДПЭО	12	0,12; 0,20
МДПО, МДПОЭ	12	0,20
МЛП, МЛПЭ	1	0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0
МЛПГ	1	0,20
МЛТП, МЛТПЭ	1	0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6
МЛТПГ	1	0,20
МПО, МПОЭ	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0
МПОУ, МПОУЭ	1	0,12; 0,20; 0,35
МСТП; МСТПЛ; МСТПЭ	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0
МСТПГ	1	0,20
Кабели и провода с фторопластовой (Ф-4) изоляцией		
КМТ	8э + 24	0,35
ЛЛПСВ-100	20	0,20
ЛЛПСВ-120	20	0,18
ЛЛПСВ-150	20	0,26
ЛЛПСВБб-150	10, 20	0,12
ЛПВ, ЛППВ	4	0,08
ЛПП	3, 6, 12	0,08; 0,12
	3, 6	0,20
ЛППЛ	3, 5, 9, 10, 15, 18, 20, 24, 30	0,03
	4, 5, 7, 15, 18, 20, 24, 30	0,05
	3, 4, 5, 10, 15, 20, 24, 30	0,08
	4, 5, 7, 9, 15, 20, 24, 30	0,08
	4, 5, 7, 9, 15, 20, 24, 30	0,12
МПО 33-11, МПОЭ 33-11, МПО 33-12, МПОЭ 33-12	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,75; 1,0; 1,5
МС 26-12, МС 36-12	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
ПТФ, ПТФЭ	1	0,5; 1,5; 2,5; 4,0
ПТФДЭ	2	0,5; 1,5; 2,5; 4,0
Провода с резиновой изоляцией		
МРП; МРПЭ	1	0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
Провода с волокнистой изоляцией		
МГСЛ, МГСЛЭ	1	0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5
МГСТ	1	0,35; 1,0; 1,5
МГЩ	1	0,05; 0,08; 0,12
МГШД	1	0,05; 0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,50
МГШДЛ	1	0,05; 0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,50; 1,0
МГШДО, МГШДОП	1	0,05; 0,08; 0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5
МШДЛ; МЭШДЛ	1	0,12; 0,20; 0,35; 0,5; 0,75
ПГОХ	1	0,75; 1,5
ПТН, ПТНЭ	2	0,20; 0,35; 0,5; 0,7; 1,2*
ПТНО, ПТНО-900	1	0,20; 0,30; 0,5; 0,7; 1,2*
ПТП, ПТПЭ	2	1,5; 1,8; 2,5

* Диаметр, мм.

противление изоляции в нормальных условиях не менее 10×10^6 Ом · км. Кабели испытывают переменным напряжением 1.5 кВ между жилами в течение 1 мин.

Провода серий НВ, НВМ, ПМВО (табл. 24.4–24.10) предназначены для работы при напряжении 500 и 1000 В частотой 5 кГц или 700 и 1400 В постоянного тока при температуре от −50 до +70 °С. Токопроводящие жилы проводов НВ изготовляют из луженых медных проволок, а НВМ – из медных проволок. На жилу накладывают ПВХ изоляцию сплошной расцветки белого, желтого, красного, зеленого, синего, черного, оранжевого, розового, голубого, фиолетового, серого или коричневого цветов различной толщины в зависимости от рабочего напряжения. Поверх изоляции провода НВК и НВКЭ накладывают капроновую оболочку. Провода НВЭ и НВКЭ оплетают луженой медной проволокой, а НВМЭ – медной проволокой.

Провода НВ, НВМ и НВК поставляют длиной не менее 500 м, а НВЭ, НВМЭ и НВКЭ – не менее 20 м. Электрическое сопротивление изоляции проводов НВ, НВМ и НВЭ после 2 ч нахождения в термостате при максимальной допустимой температуре эксплуатации проводов сохраняется не менее 100×10^6 Ом · м. Провода НВ, НВМ на рабочее напряжение 500 В испытывают переменным напряжением 5 кВ при времени приложения 0,06 с, а на напряжение 1000 В – напряжением 7 кВ. Провода НВЭ, НВМЭ на напряжение 500 В испытывают напряжением 2 кВ, а на напряжение 1000 В – напряжением 3 кВ в течение 5 мин.

Таблица 24.3. **Конструктивные данные кабелей МКШ и МКЭШ**

$n \times S$, мм²	D, мм		g, кг/км	
	МКШ	МКЭШ	МКШ	МКЭШ
2 × 0,35	6,7	7,5	37	61
3 × 0,35	6,9	7,7	40	64
5 × 0,35	8,2	9,0	57	97
7 × 0,35	8,8	9,6	73	113
10 × 0,35	11,6	12,4	108	158
14 × 0,35	12,4	13,2	137	190
2 × 0,5	7,0	7,8	44	68
3 × 0,5	7,2	8,0	48	73
5 × 0,5	8,5	9,5	70	110
7 × 0,5	9,2	10,0	90	132
10 × 0,5	12,2	13,0	133	180
14 × 0,5	13,1	13,9	171	219
2 × 0,75	7,5	8,3	55	80
3 × 0,75	7,7	8,5	60	86
5 × 0,75	9,2	10,0	88	130
7 × 0,75	10,0	10,8	115	160
10 × 0,75	13,2	14,0	170	227
14 × 0,75	14,2	15,0	220	280

Таблица 24.4. **Конструктивные данные монтажных проводов НВ, НВК и НВМ на напряжение 500 и 1000 В**

S, мм²	$n \times d$, мм	НВ-500	НВК-500	НВ-1000	НВК-1000	НВМ-500	НВМ-1000	НВ-500	НВК-500	НВ-1000	НВК-1000	НВМ-500	НВМ-1000	НВ, НВК	НВМ
		D, мм						g, кг/км						R, Ом/км, не более	
0,08	1 × 0,32	1,2	1,5	1,4	1,7	1,2	1,4	1,7	2,1	2,2	2,6	1,6	2,1	234,2	220,9
0,12	1 × 0,42	1,3	1,6	1,5	1,8	1,3	1,5	2,4	2,8	2,9	3,4	2,2	2,8	135,9	128,2
0,20	1 × 0,52	1,5	1,8	1,7	1,9	1,5	1,7	3,2	3,7	3,8	4,3	3,2	3,7	88,6	83,6
0,35	1 × 0,68	1,6	1,9	1,8	2,1	1,6	1,8	4,8	5,3	5,4	6,0	4,7	5,3	50,8	48,9
0,50	1 × 0,80	1,8	2,1	2,0	2,2	1,8	2,0	6,2	6,8	6,9	7,5	6,0	6,8	36,7	35,3
0,75	1 × 0,97	2,1	2,3	2,3	2,5	2,1	2,3	8,6	9,2	9,3	10,0	8,4	9,2	24,7	24,0
1,00	1 × 1,13	2,2	2,4	2,4	2,6	2,2	2,4	11,0	11,9	12,0	12,3	10,8	12,0	17,7	17,0
1,50	1 × 1,38	–	–	–	–	2,5	2,7	–	–	–	–	16,6	17,0	–	11,9
2,5	1 × 1,78	–	–	–	–	3,0	3,3	–	–	–	–	21,0	22,0	–	7,14
0,08	7 × 0,12	1,2	1,5	1,4	1,7	1,2	1,4	1,9	2,3	2,4	2,9	1,8	2,3	242,4	235,6
0,12	7 × 0,15	1,3	1,6	1,5	1,8	1,3	1,5	2,4	2,9	3,0	3,5	2,3	3,0	155,1	150,8
0,20	7 × 0,20	1,5	1,8	1,7	1,9	1,5	1,7	3,5	4,0	4,2	4,7	3,2	3,8	87,2	84,8
0,35	7 × 0,26	1,6	1,9	1,8	2,1	1,6	1,8	5,2	5,8	5,9	6,6	5,1	5,4	51,6	50,1
0,50	7 × 0,30	1,8	2,1	2,0	2,2	1,8	2,0	6,6	7,2	7,3	8,0	6,4	7,0	38,8	37,7
0,75	7 × 0,37	2,1	2,3	2,3	2,5	2,1	2,3	9,3	10,0	10,2	10,9	9,0	10,0	24,7	24,3
1,0	7 × 0,40	2,2	2,4	2,4	2,6	2,2	2,4	11,6	12,3	12,5	13,3	11,3	12,2	21,2	20,8
0,35	19 × 0,15	1,6	1,9	1,8	2,1	–	–	5,0	5,5	5,6	6,3	–	–	57,1	–
0,5	16 × 0,20	1,8	2,1	2,0	2,2	–	–	6,8	7,4	7,6	8,2	–	–	38,2	–
0,75	24 × 0,20	2,1	2,3	2,3	2,5	–	–	9,6	10,3	10,4	11,2	–	–	25,4	–
1,5	7 × 0,50	–	–	–	–	2,5	2,7	–	–	–	–	16,8	17,2	–	13,3
2,5	7 × 0,67	–	–	–	–	3,0	3,3	–	–	–	–	21,7	22,9	–	7,27

Таблица 24.5. **Конструктивные данные экранированных монтажных проводов марок НВЭ, НВКЭ, НВМЭ на напряжение 500 и 1000 В**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм						g, кг/км						R, Ом/км, не более	
		НВЭ	НВКЭ	НВЭ	НВКЭ	НВМЭ	НВМЭ	НВЭ	НВКЭ	НВЭ	НВКЭ	НВМЭ	НВМЭ	НВЭ, НВКЭ	НВМЭ
		500 В		1000 В		500 В	1000 В	500 В		1000 В		500 В	1000 В		
0,12	7 × 0,15	1,8	2,1	2,0	2,3	1,8	2,0	7,8	9,2	8,4	8,9	7,7	8,3	155,1	150,8
0,20	7 × 0,20	2,0	2,3	2,2	2,4	2,0	2,2	8,9	9,4	9,6	10,2	8,8	9,5	97,2	84,8
0,35	7 × 0,26	2,2	2,5	2,4	2,7	2,2	2,4	13,7	14,3	14,4	15,1	13,5	14,3	51,6	50,1
0,5	7 × 0,30	2,3	2,7	2,5	2,8	2,3	2,5	15,0	15,7	15,8	16,5	14,9	15,6	38,8	37,7
0,75	7 × 0,37	2,7	2,8	2,9	3,1	2,7	2,9	17,8	18,5	18,7	19,5	17,6	18.5	24,7	24,3
1,0	7 × 0,40	2,8	3,0	3,0	3,2	2,8	3,0	20,1	20,9	21,1	24,9	20,0	21,0	21,2	20,8
1,5	7 × 0,50	—	—	—	—	—	2,9	—	—	—	—	—	27,8	—	13,3
2,5	7 × 0,67	—	—	—	—	—	3,5	—	—	—	—	—	33,0	—	7,27
2 × 0,12	7 × 0,15	3,2	3,8	3,6	4,2	3,2	3,6	16,5	17,7	17,8	19,2	16,4	17,2	162,9	158,3
3 × 0,12	7 × 0,15	3,4	4,1	3,8	4,5	3,4	3,8	19,1	20,7	21,1	25,9	19,0	21,0	162,9	158,3
2 × 0,20	7 × 0,20	3,6	4,2	4,0	4,4	3,6	4,0	19,0	20,3	20,6	25,0	18,8	20,5	91,6	89,0
3 × 0,20	7 × 0,20	3,8	4,5	4,3	4,7	3,8	4,3	22,8	24,6	25,0	30,1	22,7	25,0	91,6	89,0
2 × 0,35	7 × 0,26	3,8	4,4	4,2	4,8	3,8	4,2	22,7	27,1	27,4	29,1	22,7	27,3	54,2	52,7
3 × 0,35	7 × 0,26	4,1	4,7	4,5	5,1	4,1	4,5	28,2	33,2	33,7	36,1	28,1	33,7	54,2	52,7
2 × 0,5	7 × 0,30	4,2	4,8	4,6	5,0	4,2	4,6	28,6	30,2	38,5	32,2	28,5	30,4	40,7	39,6
3 × 0,5	7 × 0,30	4,5	5,1	4,9	5,3	4,5	4,9	35,7	37,8	38,3	40,8	35,6	38,3	40,7	39,6
2 × 0,75	7 × 0,37	4,8	5,2	5,2	5,6	4,8	5,2	34,5	36,3	36,7	38,5	34,3	36,5	26,9	26,2
3 × 0,75	7 × 0,37	5,1	5,6	5,6	6,0	5,1	5,6	44,3	46,9	47,5	51,0	44,2	47,3	26,9	26,2
2 × 1,0	7 × 0,4	5,0	5,4	5,4	5,8	5,0	5,4	39,6	41,4	41,8	44,6	39,5	41,7	20,4	19,8
3 × 1,0	7 × 0,4	5,3	5,8	5,6	6,2	5,3	5,6	51,6	55,1	55,7	61,2	51,5	55,5	20,4	19,8

Шнур ШСМРВ (табл. 24.6) (соединительный малогабаритный) для радиостанций изготовляют с ПВХ изоляцией толщиной 0,3 мм. Изолированные жилы скручивают вокруг сердечника из волокнистых материалов с шагом не более 12 D. На скрученные жилы накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,7 мм. Шнур поставляют длиной не менее 30,0 м. Сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде при 20 °С не менее 5×10^6 Ом · м. Шнур испытывают переменным напряжением 800 В в течение 1 мин. Разрывная прочность сердечника не менее 0,196 кН, шнур выдерживает не менее 15000 двойных перегибов.

Шнур коммутационный ШКС предназначен для работы при температуре от 0 до 50 °С и относительной влажности 98% при 35 °С. Токопроводящие жилы проводов скручены не менее чем из десяти мишурных нитей и изолированы ПВХ толщиной 1,2 мм, наружный диаметр шнура не более 3,9 мм. Цвет изоляции черный (ч), синий и голубой (с), зеленый (з), красный (кр), коричневый (кч), серый (ср) и слоновой кости (ск). Шнур поставляют длиной не менее 50 м. Электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20 °С на длине 1 м не более 1,5 Ом, сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде при 20 °С не менее 2000×10^6 Ом · м. Разрывное усилие шнура ШКС не менее 0,15 кН. Шнур выдерживает не менее 10000 деформаций при испытании на изгиб с осевым закручиванием. В готовом виде его испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин.

Таблица 24.6. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км шнуров ШСМРВ, ШВВ, ШВВМ**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
ШСМРВ	12 × 0,12	7 × 0,15	6,6	44,6	158,3
ШВВ, ШВВМ	2 × 0,35	7 × 0,26	5,1	25,6	52,7
	3 × 0,35	7 × 0,26	5,4	32,5	52,7
	4 × 0,35	7 × 0,26	5,8	39,6	52,7

Провод МВЭВ предназначен для монтажа низковольтных цепей в бытовой радиоаппаратуре при температуре от −40 до +60 °С. Токопроводящую жилу сечением 0,08 мм² скручивают из семи медных луженых проволок диаметром 0,12 мм с ПВХ изоляцией толщиной не менее 0,30 мм, обматывают медной проволокой диаметром 0,12 мм плотностью не менее 85%, а поверх экрана накладывают ПВХ оболочку толщи-

Таблица 24.7. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км кабеля КМВП**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Размеры, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
4 × 0,75	24 × 0,20	4,8 × 13,0	98,8	26,0
4 × 1,0	32 × 0,20	5,14 × 14,4	120,0	19,5
4 × 1,5	30 × 0,25	5,47 × 15,7	148,0	13,3
4 × 2,5	50 × 0,25	5,99 × 17,76	204,0	7,98
4 × 4,0	56 × 0,30	6,69 × 20,56	282,0	4,95
4 × 6,0	84 × 0,30	7,74 × 24,76	294,0	3,3
4 × 10,0	80 × 0,40	9,68 × 32,5	632,0	1,91
4 × 16,0	126 × 0,40	11,5 × 36,8	941,0	1,21
7 × 1,5	30 × 0,25	5,47 × 25,89	250,0	13,3
7 × 2,5	50 × 0,25	5,99 × 29,53	348,0	7,98
7 × 4,0	56 × 0,30	6,69 × 34,43	478,0	4,95
12 × 1,5	30 × 0,25	5,47 × 41,24	410,0	13,3

ной 0,3 мм. Внешний диаметр провода не более 2 мм. Электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20 °С на длине 1 км ие более 242,4 Ом, сопротивление изоляции при 20 °С не менее 10^9 Ом · м и при 60 °С не менее 50×10^6 Ом · м. Рабочая емкость между жилой и экраном не более 200 пФ/м. Провод испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Провод выдерживает 10000 двойных изгибов на ± 90° с радиусом 30 мм и натягивающим грузом 50 г.

Шнуры ШВВ и ШВВМ (табл. 24.6) двух- и трехжильные предназначены для присоединеиия подвижных токоприемиков на рабочее напряжение 220 В, а четырехжильные — и для импульсного напряжения до 380 В при температуре от −40 до +50 °С. Токопроводящая жила изолирована ПВХ пластикатом, а **ШВВМ** — морозостойким ПВХ пластикатом толщиной 0,5 мм черного, серого, коричневого, синего и слоновой кости цвета. Изолированные жилы скручивают с шагом не более 12 D, поверх скрученных жил **ШВВ** накладывают ПВХ оболочку толщнной 0,8 мм, а **ШВВМ** — из морозостойкого ПВХ пластиката черного цвета с продольной выпуклой риской. Шнуры поставляют длиной не менее 50 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не меиее 2500×10^6 Ом · м, а после 3 ч пребывания в воде при 40 °С не менее 100×10^6 Ом · м. Шнуры выдерживают не менее 2000 двойных перегибов на роликах диаметром 40 мм, нагрузкой 0,012 кН с углом изгиба ±90°. Изолированные жилы испытывают переменным напряжением 4000 В на АСИ. В готовом виде шнуры нспытывают переменным напряжением 1500 В в течение 5 мии.

Кабели КМВП (табл. 24.7) предназначеиы для моитажа подвижных механизмов в металло- и деревообрабатывающих станках для работы при напряжении 440 В частотой до 60 Гц при температуре от −40 до +70 °С. Токопроводящие жилы изолируют ПВХ пластикатом. Заземляющая жила имеет желто-зеленую расцветку. На параллельно уложенные жилы накладывают ПВХ оболочку черного нли синего цвета. В четырех- и семнжильных кабелях разделительную перегородку шириной 1 мм располагают между заземляющей жилой и тремя жилами, в двенадцатижильных — между каждыми четырьмя жилами. Жила заземления располагается с краю. Кабели поставляют длиной не менее 50 м. Сопротнвление изоляции между соседними жилами, между жилой и оболочкой прн 20 °С не менее 10^7 Ом · км. Кабели испытывают перемениым напряжением 3 кВ в течение 5 мин. Кабели выдерживают не менее 10^5 знакопеременных перегибов на угол ± 90° вокруг цилиндра диаметром, равным 10 D кабеля (меньшая сторона), с нагрузкой 2,5 кг, подвешениой к свободному концу.

24.3. КАБЕЛИ И ПРОВОДА С КОМБИНИРОВАННОЙ ВОЛОКНИСТО-ПВХ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабель КМВ (табл. 24.8) предназиачен для работы при напряжении до 500 В постоянного тока, или до 380 В переменного, или 50 В перемеиного тока частотой до 1 кГц при температуре от −50 до +70 °С и отиосительной влажности до 98% при температуре 30 °С. Токопроводящие жилы сечением 0,5 и 0,75 мм² изготовляют из луженой медной проволоки диаметром 0,20 (16 × 0,20; 24 × 0,20) с изоляцией из ПЭТФ или триацетатного волокна илн лент и ПВХ пластиката. На скрученные изолнрованные жилы

Таблица 24.8. **Конструктивные данные кабеля КМВ**

$n \times S$, мм²	D, мм	g, кг/км
2 × 0,75	7,6	60
3 × 0,75	8,0	69
5 × 0,75	9,4	103
7 × 0,75	9,8	128
10 × 0,5	11,0	133
12 × 0,5	11,1	151
14 × 0,5	11,5	170

Таблица 24.9. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ПМВГ, ПМВО и ПМОВ**

Марка	S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
ПМВГ	0,20	7 × 0,20	2,0	4,7	90
	0,35	19 × 0,15	2,2	6,4	60
	0,50	16 × 0,20	2,4	8,1	38
	0,75	24 × 0,20	2,6	11,0	26
ПМВО	0,12	1 × 0,42	1,0	2,2	129,5
	0,20	1 × 0,52	1,1	3,0	84,5
	0,50	1 × 0,80	1,4	6,0	35,7
	0,75	1 × 0,97	1,6	8,0	24,2
ПМОВ	0,20	1 × 0,52	1,9	4,0	86
	0,35	1 × 0,68	2,0	5,6	50
	0,50	1 × 0,80	2,1	7,0	37
	0,75	1 × 0,97	2,3	9,6	25

накладывают ПВХ оболочку. Электрическое сопротивление на длине 1 км жил сечением 0,5 мм² не более 40,1 Ом и 0,75 мм² – 26,7 Ом. Сопротивление изоляции после 3 ч нахождения в воде не менее 20×10^6 Ом · км, а измеренное при +70 °С – не менее $0,1 \times 10^6$ Ом · км. Кабели испытывают переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин.

Провода ПМВГ и ПМОВ (табл. 24.9) предназначены для работы при напряжении до 500 В переменного тока частотой до 5 кГц или до 700 В постоянного тока при температуре от −50 до +70 °С. Токопроводящую жилу изготовляют из луженой медной проволоки, обматывают хлопчатобумажной пряжей и накладывают ПВХ изоляцию красного, розового, синего, голубого, черного, фиолетового, желтого, оранжевого, коричневого, зеленого, белого, натурального или серого цвета. Провода поставляются длиной не менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов ПМВГ и ПМОВ при 20 °С не менее 10^6 Ом · км, при 40 °С не менее $0,1 \times 10^6$ Ом · км. Провода ПМВГ испытывают переменным напряжением 4 кВ, а провода ПМОВ – напряжением 1 кВ в течение 1 мин.

Провода МШВ, МГШВ и др. (табл. 24.10 и 24.11) сечением 0,08 – 0,14 мм² предназначены для работы при напряжении до 500 В постоянного тока или 380 В переменного тока частотой до 10 кГц и сечением 0,20 –

Таблица 24.10. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МШВ и МШВ-1**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
		МШВ	МШВ-1	МШВ	МШВ-1	
0,08	1 × 0,32	1,0	–	1,6	–	234,2
0,20	1 × 0,52	1,6	–	3,9	–	88,6
0,35	1 × 0,68	1,9	1,8	5,7	5,3	50,8
0,50	1 × 0,80	2,0	1,9	7,5	7,0	36,7
0,75	1 × 0,97	2,3	2,2	10,4	10,1	24,7
1,0	1 × 1,13	2,6	2,4	12,0	11,7	17,0
1,5	1 × 1,38	2,7	2,5	18,0	17,5	12,0

Таблица 24.11. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км гибких монтажных проводов марок МГШВ, МГШВЭ, МГШВЭВ, МГШВ-1, МГШВЭ-1**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
МГШВ	1 × 0,12	7 × 0,15	1,3	2,3	155,1
	1 × 0,14	18 × 0,10	1,4	2,5	140,0
	1 × 0,20	7 × 0,20	1,6	3,9	87,2
	1 × 0,35	19 × 0,15	1,9	5,9	57,1
	1 × 0,50	16 × 0,20	2,2	7,9	38,2
	1 × 0,75	24 × 0,20	2,5	11,4	25,4
	1 × 1,00	32 × 0,20	2,8	14,1	19,1
	1 × 1,50	19 × 0,32	3,0	19,8	13,0
МГШВЭ	1 × 0,12	7 × 0,15	1,9	8,3	155,1
	1 × 0,14	18 × 0,10	2,0	9,0	140,0
	1 × 0,20	7 × 0,20	2,2	10,3	87,2
	1 × 0,35	19 × 0,15	2,5	14,9	57,1
	1 × 0,50	16 × 0,20	2,8	17,5	38,2
	1 × 0,75	24 × 0,20	3,3	23,5	25,4
	2 × 0,35	19 × 0,15	4,6	29,4	60,0
	2 × 0,50	16 × 0,20	5,2	35,5	40,1
	2 × 0,75	24 × 0,20	5,8	46,3	26,7
	3 × 0,35	19 × 0,15	4,9	36,3	60,0
	3 × 0,50	16 × 0,20	5,4	44,8	40,1
	3 × 0,75	24 × 0,20	6,8	59,1	26,7
МГШВЭВ	1 × 0,12	7 × 0,15	2,9	14,0	155,1
	1 × 0,14	18 × 0,10	3,0	14,2	140,0
	1 × 0,20	7 × 0,20	3,5	22,3	87,2
МГШВ-1	1 × 0,35	19 × 0,15	1,8	5,5	57,1
	1 × 0,50	16 × 0,20	2,1	7,5	38,2
	1 × 0,75	24 × 0,20	2,3	10,9	25,4
	1 × 1,00	32 × 0,20	2,6	13,6	19,1
	1 × 1,50	19 × 0,32	2,8	19,1	13,0
МГШВЭ-1	1 × 0,35	19 × 0,15	2,4	14,4	57,1
	1 × 0,50	16 × 0,20	2,7	16,9	38,2
	1 × 0,75	24 × 0,20	3,2	22,8	25,4
	2 × 0,35	19 × 0,15	4,3	27,5	60,0
	2 × 0,50	16 × 0,20	4,9	33,5	40,1
	2 × 0,75	24 × 0,20	5,4	43,2	26,7
	3 × 0,35	19 × 0,15	4,6	34,2	60,0
	3 × 0,50	16 × 0,20	5,1	42,3	40,1
	3 × 0,75	24 × 0,20	5,9	55,2	26,7

1,5 мм² – до 1,5 кВ постоянного тока или до 1 кВ переменного тока частотой до 10 кГц при температуре от −50 до +70 °С и относительной влажности 98% при 40 °С. Токопроводящие жилы изготовляют из луженой медной проволоки, обмотанной электроизоляционным шелком (МШВ, МГШВ) или пленкой (МШВ-1, МГШВ-1) с ПВХ изоляцией красного, розового, синего, голубого, черного, фиолетового, желтого, оранжевого, белого, коричневого, натурального, серого или зеленого цвета. Изолированные жилы проводов МГШВЭ и МГШВЭВ скручивают с шагом не более 90 мм, оплетают луженой медной проволокой и накладывают ПВХ оболочку. Длина проводов МГШВ не менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов МГШВ, МГШВ-1, МГШВЭ, МГШВЭ-1, МШВ, МШВ-1 в нормальных условиях не менее $20\,000 \times 10^6$ Ом · м, а при 70 °С не менее 1000×10^6 Ом · м. Провода МШВ и МГШВ сечением 0,08 – 0,14 мм² испытывают переменным напряжением 800 В, а сечением 0,2 – 1,5 мм² – напряжением 2 кВ в течение 1 мин.

24.4. КАБЕЛИ И ПРОВОДА С ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода НП и НПК (табл. 24.12) предназначены для работы при напряжении до 500 В переменного тока частотой 5 кГц при температуре от −60 до +85 °С (провод НП) и от −50 до +85 °С (провод НПК). Провода НП, НПК изготовляют с жилами из луженой медной проволоки с ПЭ изоляцией белого, желтого, красного, зеленого, синего, черного, оранжевого, розового, голубого, фиолетового, серого или коричневого цвета, а провода НПК и НПКЭ – в капроновой оболочке. Провода НПЭ и НПКЭ оплетают луженой медной проволокой. Провода НП и НПК поставляют длиной не менее 50 м, а провода НПЭ и НПКЭ – не менее 20 м. Электрическое сопротивление изоляции проводов не менее 10×10^6 Ом · км. Провода на рабочее напряжение 1 кВ испытывают на АСИ напряжением 5 кВ, а на напряжение 500 В – напряжением 7 кВ. Провода НПЭ и НПКЭ на напряжение 500 В испытывают между жилами и жилами и экраном пере-

Таблица 24.12. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов НП, НПЭ, НПК, НПКЭ на напряжение 500 В**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм				g, кг/км				R, Ом, не более
		НП	НПК	НПЭ	НПКЭ	НП	НПК	НПЭ	НПКЭ	
0,08	1 × 0,32	1,2	1,5	–	–	1,4	1,8	–	–	234,2
0,12	1 × 0,42	1,3	1,6	–	–	2,1	2,5	–	–	135,9
0,20	1 × 0,52	1,5	1,8	–	–	2,8	3,3	–	–	88,8
0,35	1 × 0,68	1,6	1,9	–	–	4,4	4,9	–	–	50,8
0,5	1 × 0,8	1,8	2,1	–	–	5,8	6,3	–	–	36,7
0,75	1 × 0,97	2,1	2,3	–	–	8,1	8,7	–	–	24,7
1,0	1 × 1,13	2,2	2,4	–	–	10,6	11,3	–	–	17,0
1,5	1 × 1,37	2,5	2,8	–	–	15,1	15,9	–	–	12,0
0,08	7 × 0,12	1,2	1,5	–	–	1,6	2,0	–	–	242,4
0,12	7 × 0,15	1,3	1,6	1,8	2,1	2,1	2,5	7,4	7,9	155,1
0,20	7 × 0,20	1,5	1,8	2,0	2,3	3,1	3,6	8,5	9,0	87,2
0,35	7 × 0,26	1,6	1,9	2,2	2,5	4,8	5,3	13,2	13,8	54,6
0,5	7 × 0,30	1,8	2,1	2,3	2,7	6,0	6,6	14,5	15,1	38,8
0,75	7 × 0,37	2,1	2,3	2,7	2,9	8,7	9,3	17,2	17,9	24,7
1,0	7 × 0,40	2,2	2,4	2,8	3,0	10,9	11,6	19,4	20,2	21,2
1,5	7 × 0,50	2,5	2,8	3,1	3,4	16,0	16,9	27,5	28,5	13,6
2,5	19 × 0,42	3,2	3,4	3,8	4,0	31,7	28,3	39,2	40,3	12,2
0,35	19 × 0,15	1,6	1,9	–	–	4,5	5,0	–	–	57,1
0,5	16 × 0,20	1,8	2,1	–	–	6,2	6,8	–	–	38,2
0,75	24 × 0,20	2,1	2,3	–	–	8,9	9,6	–	–	25,4
2 × 0,12	7 × 0,15	–	–	3,2	3,8	–	–	15,8	17,0	162,9
3 × 0,12	7 × 0,15	–	–	3,4	4,1	–	–	18,1	19,6	162,9
2 × 0,20	7 × 0,20	–	–	3,6	3,6	–	–	18,2	19,4	91,6
3 × 0,20	7 × 0,20	–	–	3,8	4,5	–	–	21,5	23,3	91,6
2 × 0,35	7 × 0,26	–	–	3,8	4,4	–	–	21,7	26,1	54,2
3 × 0,35	7 × 0,26	–	–	4,1	4,7	–	–	27,0	31,7	54,2
2 × 0,5	7 × 0,30	–	–	4,2	4,8	–	–	24,7	29,0	40,7
3 × 0,5	7 × 0,30	–	–	4,5	5,1	–	–	34,0	36,1	40,7
2 × 0,75	7 × 0,37	–	–	4,8	5,2	–	–	33,2	35,0	26,9
3 × 0,75	7 × 0,37	–	–	5,1	5,6	–	–	42,3	45,0	26,9
2 × 1,0	7 × 0,40	–	–	5,0	5,4	–	–	38,1	39,9	20,4
3 × 1,0	7 × 0,40	–	–	5,3	5,8	–	–	49,5	52,9	20,4

Таблица 24.13. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление жилы на длине 1 км проводов марок МС 32-11, МСЭ 32-11 и МСО 32-11 на напряжение 500 В**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм			g, кг/км			R, Ом, не более
		МС 32-11	МСО 32-11	МСЭ 32-11	МС 32-11	МСО 32-11	МСЭ 32-11	
0,12	7 × 0,15	1,4	1,6	1,9	2,3	3,0	7,7	155,1
0,20	7 × 0,20	1,6	1,8	2,1	3,3	4,2	8,8	87,2
0,35	7 × 0,26	1,8	2,0	2,3	5,0	5,8	10,5	51,6
0,50	7 × 0,30	1,9	2,1	2,4	6,3	7,3	11,8	38,8
0,75	7 × 0,37	2,1	2,3	2,6	8,9	10,0	14,6	24,7
1,00	19 × 0,26	2,3	–	2,8	12,0	–	19,6	19,0
1,50	19 × 0,32	2,6	–	3,1	16,9	–	25,3	12,2
2,50	19 × 0,42	3,1	–	3,7	26,6	–	36,7	7,08

Таблица 24.14. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление жилы на длине 1 км проводов ПВМП-2, ПВМП-2,5, ПВМП-4, КППЭ и кабелей КИПЭ и РМПВН**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Δ, мм		D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
			изоляции	оболочки			
ПВМП-2	1 × 0,12	7 × 0,15	0,48	–	1,7	3,0	155,1
ПВМП-2,5	1 × 0,35	7 × 0,26	0,5	–	2,1	6,1	51,6
ПВМП-4	1 × 0,75	19 × 0,23	0,8	–	3,3	13,7	24,7
КППЭ	12 × 1,0	1 × 0,40 + 6 × 0,39	0,6	1,5	16,5	280	21,0
КИПЭ	20 × 0,5	7 × 0,30	0,93	1,6	20,9	489	39,6
	16 × 0,5 + 4 × 1,5	7 × 0,30	0,93	1,6	20,9	552	39,2
		7 × 0,50	0,6				
РМПВН	1 × 0,35	7 × 0,26	1,2	0,5	4,7	24,7	50,1

менным напряжением 2 кВ, а на напряжение 1 кВ – напряжением 3 кВ.

Провода МС 32-11, МСЭ 32-11, МСО 32-11(табл. 24.13) предназначены для работы при переменном напряжении 500 В частотой 5 кГц при температуре от −60 до +85 °С. Токопроводящие жилы проводов МС 32-11, МСЭ 32-11, МСО 32-11 изготовляют из луженой медной проволоки с ПЭ изоляцией (высокой плотности) различной расцветки (одинаковой с проводами НП). Провод МСО 32-11 оплетают полиэфирными нитями и покрывают кремнийорганическим лаком. Провода МСЭ 32-11 оплетают луженой медиой проволокой плотностью не менее 70%. Провода поставляют длиной не менее 25 м. Электрическое сопротивление изоляции проводов при 20 °С ие меиее 10^{11} Ом · м. Провода МС 32-11 и МСО 32-11 испытывают напряжением 5 кВ иа АСИ, а провод МСЭ 32-11 – между жилой и экраном переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин.

Провод РМПВМ (табл. 24.14) для малогабаритиых радиостаиций изготовляют с изоляцией из самозатухающего ПЭ в ПВХ оболочке. Провода поставляют длиной не меиее 20 м. Провод испытывают постоянным напряжением 60 кВ или переменным 15 кВ в течение 1 мин. Провод выдерживает 20 изгибов на угол ± 90° по радиусу 40 мм.

Провода ПВМП-2, ПВМП-2,5 и ПВМП-4 (табл. 24.15) предназначены для работы при переменном токе 2; 2,5 и 4 кВ соответственно при температуре от −60 до +85 °С. Токопроводящую жилу изготовляют из медных луженых проволок с ПЭ изоляцией белого, желтого, красного, синего, коричневого, оранжевого, розового, голубого, черного или фиолетового цвета. Провода поставляют длинами не менее 10 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 10^{11} Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением в течение 1 мин: ПВМП-2 – 4 кВ, ПВМП-2,5 – 5 кВ и ПВМП-4 – 8 кВ.

Провода КППЭ (табл. 24.14) предназиачены для работы при напряжении 250 В частотой до 0,4 кГц при температуре от −55 до +65 °С. Токопроводящую жилу скручивают из одной стальной и шести медных проволок с ПЭ изоляцией, оплетеииых медиой проволокой диаметром 0,15 мм плотностью не менее 65%. Восемь неэкранированных и четыре экранированные жилы скручивают в провод с шагом не более 100 мм и обматывают ПЭТФ или полиамидной лентой и накладывают оболочку из светостабилизированиого ПЭ. Провода поставляют длиной ие менее 50 м. Изолированные жилы испытывают переменным напряжеиием на АСИ 5 кВ, а провод – 1,5 кВ в течение 1 мин.

Кабель КИПЭ (табл. 24.14) предназначен для работы при переменном напряжении до 220 В и температуре от −60 до +85 °С. Токопроводящую жилу скручивают из медной проволоки и изолируют ПЭ, оплетают медными проволоками диаметром 0,15 мм плотностью не менее 70%. Экранированные жилы скручивают в кабель и обматывают ПЭТФ, полиамидной или ПЭ лентой и накладывают ПЭ оболочку. Кабели поставляют длиной не менее 100 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 7000 × 10^6 Ом × × км. Емкость изолированных жил 0,5 мм² не более 120 пФ/м. Кабели испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин.

24.5. ПРОВОДА С КОМБИНИРОВАННОЙ ВОЛОКНИСТО-ПЭ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода МШП, МГШП и МГШПЭ (табл. 24.15) сечением 0,08 и 0,12 мм² предназначены для работы при постоянном напряжении до 500 В или переменном 380 В частотой до 2 кГц и сечением 0,2−1,5 мм² − до 1,5 кВ постоянного тока или 1,0 кВ переменного тока частотой 2 кГц при температуре от −60 до +100 °С и относительной влажности 98% при 40 °С. Токопроводящие жилы изготовляют из луженой медной проволоки обмотанными двумя слоями шелка с ПЭ изоляцией красиого, синего, черного, желтого, белого или зеленого цветов. Провода поставляют длиной не менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов МШП, МГШП после 3 ч пребывания в воде при 20 °С не менее 250 × 10^6 Ом · км, после 4 ч пребывания при 70 °С не менее 10 × 10^6 Ом · км. Провода сечением 0,08 и 0,12 мм² после 3 ч пребывания в воде испытывают переменным напряжением 800 В и сечением 0,20−1,5 мм² − переменным напряжением 2 кВ в течение 1 мин. Провода МГШПЭ испытывают между жилами и между жилами и экраном напряжением 2 кВ в течение 1 мин.

Таблица 24.15. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МШП, МГШП, МГШПЭ**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
МШП	1 × 0,08	1 × 0,32	1,0	15	260
	1 × 0,20	1 × 0,52	1,6	3,4	98
	1 × 0,35	1 × 0,68	1,9	5,3	57
	1 × 0,5	1 × 0,80	2,0	6,6	38
	1 × 0,75	1 × 0,97	2,3	9,5	26
	1 × 1,0	1 × 1,13	2,6	12,1	19
	1 × 1,5	1 × 1,37	2,7	16,8	12
МГШП	1 × 0,08	7 × 0,12	—	—	—
	1 × 0,12	7 × 0,15	1,3	2,2	167
	1 × 0,20	7 × 0,20	1,6	3,5	100
	1 × 0,35	19 × 0,15	1,9	5,5	60
	1 × 0,5	16 × 0,20	2,2	7,2	40
	1 × 0,75	24 × 0,20	2,5	10,4	27
	1 × 1,0	32 × 0,20	2,6	12,9	20
	1 × 1,5	19 × 0,32	3,0	18,4	13
МГШПЭ	1 × 0,12	7 × 0,15	1,9	6,9	167
	1 × 0,20	7 × 0,20	2,2	7,9	100
	1 × 0,35	19 × 0,15	2,5	12,2	60
	1 × 0,50	16 × 0,20	2,6	14,0	40
	1 × 0,75	24 × 0,20	3,3	19,7	27
	1 × 1,00	32 × 0,20	3,6	25,4	20
	1 × 1,50	19 × 0,32	3,8	31,2	13
	2 × 0,35	19 × 0,15	4,6	28,0	60
	2 × 0,50	16 × 0,20	5,2	31,9	40
	2 × 0,75	24 × 0,20	5,8	39,6	27
	3 × 0,35	19 × 0,15	4,9	34,2	60
	3 × 0,50	16 × 0,20	5,4	39,8	40
	3 × 0,75	24 × 0,20	6,8	54,7	27

24.6. КАБЕЛИ И ПРОВОДА С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ОБЛУЧЕННОГО ПЭ

Провода МПО, МПОЭ, МПОУ и МПОУЭ (табл. 24.16 и 24.17) предназначены для работы при переменном напряжении до 380 В частотой до 10 кГц, или до 160 В частотой до 4 МГц, или 550 В постоянного

Таблица 24.16. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МПО, МПОЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
		МПО	МПОЭ	МПО	МПОЭ	
0,12	7 × 0,15	1,1	1,7	1,9	8,3	156,1
0,20	19 × 0,12	1,3	1,9	2,9	9,3	91,6
0,35	19 × 0,15	1,6	2,2	4,9	11,5	59,4
0,5	16 × 0,20	1,8	2,4	6,4	12,9	38,2
0,75	19 × 0,23	2,0	2,6	9,3	15,9	24,3
1,0	19 × 0,26	2,1	2,7	11,6	18,2	19,0
1,5	19 × 0,32	2,5	3,1	16,8	28,0	12,2
2,5	49 × 0,26	3,1	3,7	28,1	43,7	7,82
4,0	49 × 0,32	3,8	4,4	42,2	61,9	4,73
6,0	49 × 0,40	4,4	5,0	61,1	81,8	3,02

Таблица 24.17. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МПОУ, МПОУЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
		МПОУ	МПОУЭ	МПОУ	МПОУЭ	
0,12	1 × 0,15 + 6 × 0,15	1,1	1,7	1,9	8,5	171,7
0,2	1 × 0,20 + 6 × 0,20	1,3	1,9	2,8	9,5	100,8
0,35	1 × 0,26 + 6 × 0,26	1,6	2,2	4,5	11,5	65,4

тока при температуре от −60 до +100 °С. Токопроводящие жилы проводов МПО и МПОЭ изготовляют из луженой медной проволоки, а провода МПОУ и МПОУЭ — из одной луженой биметаллической проволоки в центре и из луженых медных проволок в наружном повиве. На жилу накладывают ПЭ изоляцию красного, розового, синего, голубого, коричиевого, черного, фиолетового, желтого, оранжевого, белого, натурального или зелеиого цветов с последующим облучеиием. Провода МПОЭ и МПОУЭ поверх изоляции оплетают луженой медной проволокой плотностью не менее 70%. Провода поставляют длиной не менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов при 20 °С не менее 10^{11} Ом · м, а после 2 ч выдержки при температуре 100 °С — не менее 10^9 Ом · м. Провода после 3 ч выдержки в воде испытывают переменным напряжением 2,0 кВ в течение 1 мин.

Провода МГДПО, МГДПЭО, МДПО и МДПЭО (табл. 24.18) предназначены для работы при переменном напряжении до 100 В частотой до 10 кГц при температуре от −55 до +85 °С. Токопроводящие жилы проводов изготовляют из луженой медной проволоки с ПЭ изоляцией 12 цветов и подвергают облучению. Две изолированные жилы скручивают вместе и оплетают луженой медной проволокой (провода МГДПЭО и МДПЭО). Провода поставляют длиной не менее 30 м. Электрическое сопротивление иа длине 1 км жилы сечением 0,12 мм² не более 190 Ом, а 0,20 мм² не более 100 Ом, сопротивление изоляции проводов после 1 ч выдержки в воде при 20 °С ие менее 10^{11} Ом · м. Жилы провода испытывают переменным напряжением 2 кВ на АСИ, в готовом виде провода МГДПО и МДПО испытывают переменным напряжением 500 В после 1 ч выдержки в воде в течение 1 мин, а провода МГДПЭО и МДПЭО — напряжением 500 В между двумя жилами и между жилами и экраном.

Провода МЛП, МЛПГ и МЛПЭ (табл. 24.19) предназначены для работы при напряжении 380 В переменного тока частотой до 1 кГц при температуре от −60 до +100 °С. Токопроводящие жилы проводов МЛП изготовляют из лужеиой медной проволоки, обматывают полиэфирными нитями, накладывают ПЭ изоляцию семи цветов и подвергают облучению. Провод марки МЛПЭ оплетают луженой медной проволокой диаметром 0,12−0,15 мм плотностью ие меиее 70%. Провода поставляют длиной не менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов при 20 °С не менее 50 × 10^6 Ом км, при 100 °С не менее 0,5 × 10^6 Ом · км и после 120 ч выдержки при влажности 98 ± 5% и 35 °С не менее 5 × 10^6 Ом · км. Провода испытывают переменным напряжеиием 2 кВ в течение 1 мин. Провода выдерживают 500 двойных изгибов на угол 90° при радиусе 5 *D*.

Таблица 24.18. **Конструктивные данные и масса проводов МГДПО, МГДПЭО, МДПО, МДПЭО**

S, мм²	*D*, мм				*g*, кг/км			
	МГДПО	МГДПЭО	МДПО	МДПЭО	МГДПО	МГДПЭО	МДПО	МДПЭО
0,12	1,7	2,6	—	—	3,8	12,2	—	—
0,2	2,0	2,9	2,0	2,9	6,0	14,7	5,7	14,6

Таблица 24.19. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МЛП, МЛПГ, МЛПЭ, МЛТПГ и МСТПГ**

Марка	*S*, мм²	*n* × *d*, мм	*D*, мм	*g*, кг/км	*R*, Ом, не более
МЛП	0,20	7 × 0,20	1,36	3,14	100
	0,35	19 × 0,15	1,70	4,7	60
	0,50	16 × 0,20	1,85	5,2	40
	0,75	19 × 0,23	2,10	9,33	27
	1,00	19 × 0,26	2,30	11,9	20
МЛПГ	0,20	19 × 0,12	1,40	3,12	100
МЛПЭ	0,20	7 × 0,20	1,85	8,56	100
	0,35	19 × 0,15	2,20	10,3	60
	0,50	16 × 0,20	2,35	11,9	40
	0,75	19 × 0,23	2,60	16,8	27
	1,00	19 × 0,26	2,80	23,0	20
МЛТПГ	0,20	19 × 0,12	1,60	3,56	100
МСТПГ	0,20	19 × 0,12	1,60	3,81	100

Провода МЛТП, МЛТПГ и МЛТПЭ (табл. 24.19 и 24.20) предназначены для работы при напряжении 500 В, а сечением 0,08−0,12 мм² — при 250 В переменного тока частотой до 1 кГц и температуре от −60 до +150 °С. Токопроводящие жилы изготовляют из луженой медной проволоки, обматывают полиэфирными нитями и накладывают ПЭ изоляцию семи цветов, которую затем подвергают облучению. Провод марки МЛТПЭ оплетают луженой медной проволокой диаметром 0,12−0,15 мм. Провода поставляют длинами не менее 50 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 50 × 10^6 Ом · км, после 1 ч выдержки в воде при температуре 150 °С не менее 0,5 × 10^6 Ом · км и при температуре 40 °С и влажности 98% не меиее 5 × 10^6 Ом · км. Провода сечением 0,08 и 0,12 мм испытывают переменным напряжением 1,5 кВ, а сечением 0,20−6,0 мм² — напряжением 2 кВ после 4 ч выдержки в воде в течение 1 мин. Провода

Таблица 24.20. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МСТП, МСТПЛ, МСТПЭ, МЛТП, МЛТПЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм					g, кг/км					R, Ом, не более
		МСТП	МСТПЛ	МСТПЭ	МЛТП	МЛТПЭ	МСТП	МСТПЛ	МСТПЭ	МЛТП	МЛТПЭ	
0,08	7 × 0,12	—	—	—	1,34	1,84	—	—	—	1,72	7,11	252
0,12	7 × 0,15	1,45	1,85	1,95	1,45	1,95	2,66	3,23	8,08	2,39	7,81	167
0,2	7 × 0,20	1,6	2,0	2,1	1,6	2,1	3,83	4,41	9,4	3,58	9,07	100
0,35	19 × 0,15	1,9	2,36	2,4	1,9	2,4	5,76	6,56	11,4	5,48	11,2	60
0,5	16 × 0,20	2,1	2,66	2,6	2,1	2,6	7,38	8,2	14,8	7,03	14,5	40
0,75	19 × 0,23	2,4	2,96	2,9	2,4	2,9	8,2	11,2	21,5	10,0	21,2	27
1,0	19 × 0,26	2,5	3,08	3,0	2,5	3,0	12,8	13,9	24,1	12,3	23,6	20
1,5	19 × 0,32	2,9	3,48	3,4	2,9	3,4	18,3	19,3	29,8	17,7	29,2	13
2,5	49 × 0,26	3,5	4,22	4,0	3,5	4,0	29,6	30,8	41,6	29,2	41,3	8
4,0	49 × 0,32	4,3	5,02	4,8	4,3	4,8	44,3	45,7	64,4	43,9	64,2	5
6,0	49 × 0,39	5,2	5,92	5,7	5,2	5,92	64,9	66,8	87,8	64,5	87,4	4

Таблица 24.21. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км шнура ШВС**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
2 × 0,12	15 × 0,10	$4{,}9^{+0{,}4}$	20	260,0
(2 × 0,12)э	15 × 0,10	$5{,}4^{+0{,}5}$	31	260,0
2э × 0,12	15 × 0,10	$6{,}1^{+0{,}5}$	35,4	260,0
4э × 0,12	15 × 0,10	$6{,}4^{+0{,}6}$	47,3	260,0
2э × 0,12 + 3 × 0,35	15 × 0,10 + 45 × 0,10	$6{,}4^{+0{,}6}$	49,5	260,0 90,0
6э × 0,12 + 2 × 0,35	15 × 0,10 + 45 × 0,10	$9{,}1^{+0{,}6}$	91,8	260,0 90,0
10э × 0,12 + 4 × 0,35	15 × 0,10 + 45 × 0,10	$9{,}7^{+0{,}6}$	129,0	260,0 90,0

выдерживают 500 двойных изгибов на угол 90° при радиусе 5 D.

Провода марок МСТП, МСТПГ, МСТПЛ и МСТПЭ (табл. 24.20, 24.22) предназначены для работы при напряжении до 500 В, а сечением 0,12 мм² — при 250 В переменного тока частотой до 1 кГц при температуре от −60 до +150 °С. Токопроводящие жилы проводов скручивают из луженых медных проволок, обматывают двойным слоем стекловолокна и накладывают ПЭ изоляцию семи цветов, затем подвергают облучению. Провода марки МСТПЭ обматывают луженой медной проволокой диаметром 0,12−0,15 мм. Провода поставляются длиной не менее 50 м. Электрическое сопротивление изоляции при 20 °С не менее 50×10^6 Ом · км. Провода сечением 0,08 и 0,12 мм² испытывают напряжением 1,5 кВ, а сечением 0,20−6,0 мм² — напряжением 2 кВ переменного тока после 4 ч пребывания в воде в течение 1 мин. Провода выдерживают 500 двойных изгибов на угол 90° при радиусе 5 D.

Шнур ШВС (табл. 24.21) предназначен для высотного снаряжения при напряжении до 100 В частотой 5 кГц или 150 В постоянного тока при температуре от −60 до +60 °С. Токопроводящие жилы шнура изготовляют из медных луженых проволок, изолируют ПЭ низкой плотности различной расцветки с последующим облучением, обматывают ПЭТФ лентой и оплетают медной луженой проволокой диаметром не более 0,12 мм плотностью не менее 70%. Изолированные жилы скручивают вокруг грузонесущего сердечника из хлопчатобумажных или льняных нитей и накладывают ПВХ оболочку.

Шнуры поставляют длиной не менее 15 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 10×10^6 Ом · км, при температуре 85 °С не менее 5×10^6 Ом · км. Разрывное усилие грузонесущего сердечника не менее 0,098 кН, двухжильного шнура не менее 0,196 кН. Шнуры выдерживают переменное напряжение 1,2 кВ в течение 1 мин.

24.7. КАБЕЛИ И ПРОВОДА С ФТОРОПЛАСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Кабель КМТ предназначен для работы прн переменном напряжении 380 В частотой до 5 кГц илн 600 В постоянного тока при температуре от −60 до +250 °С. Токопроводящие жилы кабеля сечением 0,35 мм² изготовляют из посеребренных медных (отожженных) проволок и обматывают стекловолокном и лентами Ф-4 (фторопласта-4) с последующей ее термообработкой. Изолированные жилы, предназначенные для наложения экрана, обматывают стеклонитями и покрывают кремнийорганическим лаком, оплетают луженьими медными проволоками диаметром 0,12 мм плотностью не менее 70%. 8 экранированных и 24 неэкранированные изолированные жилы скручивают в кабель с шагом не более 20 *D*. Каждый повив жил обматывают стеклонитями и лентами Ф-4. Поверх наружного повива жил накладывают трехслойную оплетку асбестовыми и двухслойную стеклянными нитями, покрывают кремнийорганическим лаком и оплетают луженьими медными проволоками диаметром 0,30 мм плотностью не менее 80%. Внешний диаметр кабеля КМТ 21,0 мм, масса 600 кг/км. Кабель поставляют длиной не менее 30 м. Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км не более 61,0 Ом, сопротивление изоляции кабеля КМТ при 20 °С не менее 5×10^9 Ом · м, после 120 ч пребывания во влажной среде при 35 °С не менее 1×10^7 Ом · м. Кабель испытывают переменным напряжением 1800 В в течение 1 мин и после воздействия температуры 250 °С в течение 3 ч напряжением 600 В. Кабель выдерживает не менее 20 изгибов на угол ±0,5 рад при радиусе изгиба не менее 40 мм.

Провода МПО 33-11, МПО 33-12, МПОЭ 33-11, МПОЭ 33-12 (табл. 24.22) предназначены для работы при переменном напряжении до 500 В частотой до 5 кГц или 700 В постоянного тока при температуре от −60 до +120 °С. Токопроводящие жилы этих проводов скручивают из медной проволоки, обматывают лентами Ф-4 и подвергают температурной обработке. Провода МПО 33-11 и МПОЭ 33-11 оплетают или обматывают двумя слоями полиэфирных нитей и покрывают кремнийорганическим лаком. Провода МПО 33-12 и МПОЭ 33-12 поверх изоляции лентами Ф-4 обматывают ПЭТФ лентами. Провода МПОЭ 33-11 и МПОЭ 33-12 оплетают луженой медной проволокой. Провода поставляют длиной не менее 25 м. Сопротивление изоляции проводов не менее 100×10^6 Ом · км и после 48 ч выдержки при 95 ± 3% влажности и температуре 40 °С не менее 10^5 Ом · км. Провода МПО 33-11, МПО 33-12 испытывают переменным напряжением 2 кВ, а провода МПОЭ 33-11 и МПОЭ 33-12 — 1,5 кВ в течение 1 мин.

Провода МС 26-12 предназначены для работы при переменном напряжении 250 В, а провода МС 36-12 — при 500 В частотой до 5 кГц и на напряжение 350 и 700 В постоянного тока соответственно и при температуре от −60 до +200 °С (табл. 24.23). Токопроводящие жилы проводов изготовляют из посеребренной медной проволоки, на которые накладывают сплошную Ф-40Ш изоляцию. Провода поставляют длиной не менее 30 м. Сопротивление изоляции проводов МС 36-12 в нормальных условиях не менее 20×10^6 Ом · км, при температуре 200 °С не менее $0,5 \times 10^6$ Ом · км. Провода марки МС 26-12 испытывают переменным напряжением 1,5 кВ, а провода марки МС

Таблица 24.22. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление проводов МПО 33-11, МПОЭ 33-11, МПОЭ 33-12 и МПО 33-12**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм				g, кг/км				R, Ом/км, не более
		МПО 33-11	МПО 33-12	МПОЭ 33-11	МПОЭ 33-12	МПО 33-11	МПО 33-12	МПОЭ 33-11	МПОЭ 33-12	
0,12	15 × 0,10	1,3	1,2	1,8	1,6	2,5	2,1	6,7	6,4	162,9
0,20	19 × 0,12	1,5	1,3	2,0	1,8	3,7	3,2	9,8	8,9	86,8
0,35	19 × 0,15	1,6	1,5	2,1	2,0	5,0	4,5	11,3	10,4	55,8
0,50	16 × 0,20	2,2	1,8	2,7	2,5	7,7	6,9	15,5	13,0	37,1
0,75	19 × 0,23									23,6
	или	2,5	2,2	3,0	2,7	10,8	10,0	19,0	18,0	24,7
	24 × 0,20									
1,00	19 × 0,26									
	или	2,6	2,3	3,1	2,8	13,1	12,2	21,4	20,5	18,4
	32 × 0,20									18,5
1,50	19 × 0,32									
	или	2,9	2,6	3,4	3,2	18,4	17,6	27,6	26,0	11,9
	49 × 0,20									

Таблица 24.23. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МС 26-12, МС 36-12**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
		МС 26-12	МС 36-12	МС 26-12	МС 36-12	
0,12	7 × 0,15	1,2	1,4	2,49	3,13	170,3
0,20	7 × 0,20	1,35	1,6	3,66	4,39	91,7
0,35	7 × 0,26	1,6	1,8	5,51	6,35	58,7
0,50	7 × 0,30	1,7	1,9	6,82	7,72	41,7
0,75	7 × 0,37	2,1	2,3	10,6	11,7	25,9
1,00	19 × 0,26	2,3	2,5	13,5	14,7	20,4
1,50	19 × 0,32	2,6	2,8	19,0	20,4	13,6
2,50	19 × 0,42	3,3	3,5	32,3	34,1	8,2

36-12 – напряжением 2,0 кВ в течение 1 мин.

Провода ПМОФ и ПМОФ-1 предназначены для соединения поворотных блоков с неподвижными частями при напряжении до 250 В частотой 2 кГц при температуре от −60 до +125 °С. Токопроводящие жилы скручивают из 154 или 252 медных проволок диаметром 0,05 мм, обматывают лентами Ф-4. Провод ПМОФ-1 обматывают лентами ПЭТФ, оплетают полиэфирными нитями, подклеенными клеем БФ-4 или БФ-6 плотностью не менее 90%. Провод имеет расцветку по белому фону нитями цветного полиэфирного волокна или натурального шелка черного, коричневого, зеленого, синего, красного или желтого цвета. Внешний диаметр проводов сечением 0,30 мм² не более 2,8 мм, масса 8 кг/км, а провода сечением 0,50 мм² не более 3,0 мм, масса 10 кг/км. Провода поставляют длиной не менее 15 м. Электрическое сопротивление на длине 1 км жилы сечением 0,3 мм² при 20 °С не более 65 Ом, сечением 0,5 мм² не более 36 Ом, сопротивление изоляции не менее 100×10^6 Ом · км, после 48 ч пребывания в атмосфере с относительной влажностью 98% при 35 °С не меиее $0{,}1 \times 10^6$ Ом · км. Провода выдерживают 2 млн. изгибов на угол ± 6°, 50 000 циклов изгибов на угол 90° при радиусе 50 мм и натяжении не менее 2 Н. Провода в готовом виде испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин.

24.8. ПРОВОДА С РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода МРП и МРПЭ (табл. 24.24) предназначены для эксплуатации при переменном напряжении до 380 В или 800 В

Таблица 24.24. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление жил на длине 1 км проводов МРП, МРПЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
		МРП	МРПЭ	МРП	МРПЭ	
0,35	7 × 0,26	3,2	3,9	12,8	25,9	51,6
0,50	7 × 0,30	3,3	4,0	14,4	27,8	38,8
0,75	7 × 0,37	3,5	4,2	17,6	31,3	24,7
1,0	7 × 0,40	3,6	4,3	19,2	33,0	21,2
1,5	7 × 0,50	3,9	4,6	25,0	39,4	13,6
2,5	19 × 0,42	5,0	5,6	42,4	58,5	7,08

постоянного тока и температуре от −40 до +50 °С. Токопроводящие жилы проводов скручивают из луженой медной проволоки, накладывают резиновую изоляцию, оплетают хлопчатобумажной пряжей и пропитывают парафином. Провод марки МРПЭ оплетают луженой медной проволокой диаметром 0,15 мм плотностью ие менее 60%. Провода поставляются длиной ие менее 50 м. Сопротивление изоляции проводов МРП и МРПЭ после 168 ч выдержки в атмосфере с относительной влажиостью 98% при 35 °С не менее 10^6 Ом · км. Провода испытывают переменным напряжением 2,0 кВ в течение 5 мин.

24.9. ПЛОСКИЕ (ЛЕНТОЧНЫЕ) КАБЕЛИ И ПРОВОДА

Монтажные плоские провода предназначены для фиксированного монтажа схем и элементов электронной аппаратуры и вычислительных машин.

Провода ЛПП в ЛППЛ (табл. 24.25 и 24.26) предназначены для работы при переменном напряжении до 250 В, 100 В – частотой 2 кГц и 3 В – до 10 МГц или 400 В постоянного тока и температуре от −60 до +70°С. Токопроводящие жилы плющат из круглой медной луженой проволоки (ЛППЛ) и медной (ЛПП), укладывают параллельно в одной плоскости и изолируют ПЭТФ пленкой. Провода поставляют длиной не менее 3 м. Сопротивление изоляции между соседними жилами проводов не менее 10^8 Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением 0,5 кВ в течение 1 мин или 800 В постоянного тока. Провода ЛПП и ЛППЛ, свитые в форме бифилярной спирали, устойчивы к воздействию 4500 циклов растяжения при перемещении подвижного конца спирали на 60% по отношеиию к исходной длине провода.

Таблица 24.25. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ЛПП**

$n \times S$, мм²	d, мм	Габаритные размеры, мм		Расстояние между крайней жилой и краем провода	g, кг/км	R, Ом, не более
		Толщина	Ширина			
3 × 0,08	0,32	0,30	27 ± 0,5	9,4 ± 1,1	3,3	223,1
6 × 0,08			38,3 ± 0,5		6,3	
12 × 0,08			49,5 ± 0,5	3,75 ± 1,1	10,7	
24 × 0,08			94,5 ± 0,5		21,2	
3 × 0,12	0,40	0,33	27,1 ± 0,5	9,4 ± 1,1	4,4	129,5
6 × 0,12			38,4 ± 0,5		8,4	
12 × 0,12			49,6 ± 0,5	3,75 ± 1,1	14,9	
24 × 0,12			94,6 ± 0,5		29,6	
3 × 0,20	0,50	0,43	27,1 ± 0,5	9,4 ± 1,1	6,5	84,6
6 ± 0,20			38,3 ± 0,5		12,7	

Таблица 24.26. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ЛППЛ**

$n \times S$, мм²	d, мм	Габаритные размеры, мм		Расстояние между крайней жилой и краем провода	g, кг/км	R, Ом, не более
		Толщина	Ширина			
3 × 0,03 *	0,20	0,30	6,3 ± 0,5	1,7 ± 0,7	1,1	611,3
5 × 0,03			8,7 ± 0,5		1,7	
9 × 0,03			13,7 ± 0,5		3,0	
10 × 0,03			14,9 ± 0,5		3,3	
15 × 0,03			21,2 ± 0,5		4,9	
18 × 0,03			24,0 ± 0,5		6,0	
20 × 0,03			27,5 ± 0,5		6,5	
24 × 0,03			32,5 ± 0,5		7,8	
30 × 0,03			40,0 ± 0,5		9,7	
4 × 0,05 *	0,26	0,30	7,4 ± 0,5	1,55 ± 0,55	2,1	359,7
5 × 0,05			8,6 ± 0,5		2,6	
7 × 0,05			11,1 ± 0,5		3,6	
15 × 0,05			21,1 ± 0,5		7,6	
18 × 0,05			24,9 ± 0,5		9,1	
20 × 0,05			27,4 ± 0,5		10,1	
24 × 0,05			32,4 ± 0,5		12,1	
30 × 0,05			39,9 ± 0,5		15,1	
3 × 0,08 **	0,32	0,30	12,3 ± 0,5	3,3 ± 1,0	2,6	236,6
4 × 0,08			14,8 ± 0,5		3,5	
5 × 0,08			17,3 ± 0,5		4,3	
10 × 0,08			29,8 ± 0,5		8,3	
15 × 0,08			42,3 ± 0,5		12,4	
20 × 0,08			54,8 ± 0,5		16,4	
24 × 0,08			64,8 ± 0,5		19,6	
30 × 0,08			79,8 ± 0,5		24,7	
4 × 0,12 **	0,40	0,33	15,8 ± 0,5	3,75 ± 1,3	4,9	150,3
5 × 0,12			18,3 ± 0,5		6,1	
7 × 0,12			23,3 ± 0,5		8,4	
9 × 0,12			28,3 ± 0,5		10,7	
15 × 0,12			43,3 ± 0,5		17,8	
20 × 0,12			55,8 ± 0,5		23,6	
24 × 0,12			65,8 ± 0,5		28,3	
30 × 0,12			80,8 ± 0,5		35,3	

* Расстояние между центрами жил 1,25 мм.
** Расстояние между центрами жил 2,5 мм.

Провода ПВП, ПВПмс и ПВП-1 (табл. 24.27) предназначены для работы: ПВП – до 100 В частотой до 1 кГц, 10 В частотой до 50 МГц, ПВПмс и ПВП-1 – до 100 В переменного тока частотой 1 кГц, до 10 В частотой 10 МГц, до 2 В частотой до 30 МГц или 150 В постоянного тока, при температуре от −60 до +70 °С и относительной влажности 98% при 35 °С. Токопроводящие жилы – круглую медную (ПВП, ПВП-1) или посеребренную проволоку (ПВПмс) – укладывают параллельно в одной

Таблица 24.27. **Параметры проводов ПВП, ПВПмс, ПВП-1**

Марка	$n \times d$, мм	Размеры провода, мм		Расстояние между центрами жил в тройке, мм, ±0,15	g, кг/км	R, на длине 1 км, Ом, не более	z, Ом
		Толщина ± 0,1	Ширина				
ПВП	24 × 0,20 48 × 0,20 60 × 0,20	0,75	10,5 ± 0,3 19,0 ± 0,3 23,2 ± 0,7	0,32	13,2 25,1 31,0	588	50 ± 5
	24 × 0,20 48 × 0,20 60 × 0,20		12,7 ± 0,5 23,4 ± 0,7 28,8 ± 1,0	0,47	14,8 28,2 32,0	588	75 ± 7
	48 × 0,18 60 × 0,18		28,5 ± 1,0 35,1 ± 1,1	0,63	29,5 36,4	726	100 ± 10
ПВПмс, ПВП-1	3 × 0,20 60 × 0,20	0,75	1,6 ± 0,3 28,5 ± 0,7	0,32	1,9 34,3	588	50 ± 5

Таблица 24.28. **Конструктивные данные и масса проводов ПЛПБбГ, ПЛВВ (расстояние между центрами жил 0,4 мм)**

Марка	$n \times S$, мм²	d, мм	Размеры провода, мм		g, кг/км
			Толщина	Ширина	
ПЛПБбГ	8 × 0,02 9 × 0,02	0,15	0,8 ± 0,1	4 ± 0,2 4,5 ± 0,2	4,5 5,0
ПЛВВ	3 × 0,20 4 × 0,20	7 × 0,20	1,65 ± 0,35 1,65 ± 0,35	19,5 ± 0,5 27,5 ± 0,8	32,8 41,74

плоскости и продольно накладывают ПЭ изоляцию толщиной, обеспечивающей заданное волновое сопротивление каждой жилы. Провода поставляют длиной не менее 10 м. Сопротивление между рабочей и двумя рядом лежащими заземляющими жилами, а также между каждой жилой и вторым искусственным электродом (водой) при 25 ± 10 °С не менее 1×10^{10} Ом · м. Провода выдерживают трехкратный изгиб на угол 180° по радиусу 1,5 мм и по широкой стороне на угол 90° по радиусу 7 мм не менее 50 изгибов, по радиусу 75 мм не менее 5000 изгибов.

Провод ПЛПБбГ (табл. 24.28) предназначен для работы при переменном напряжении до 127 В или 150 В постоянного тока и температуре от −60 до +70 °С. Токопроводящие жилы – круглая проволока из бериллиевой бронзы – уложены параллельно в одной плоскости с ПЭ изоляцией. Провода поставляют длиной не менее 10 м. Сопротивление изоляции между соседними жилами провода не менее 10^6 Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением 500 В в течение 1 мин. Провод ПЛПБбГ, свитый в спираль диаметром 14 мм, выдерживает $2{,}3 \times 10^6$ возвратно-поступательных движений перемещающего конца спирали при относительном ее удлинении на 100%.

Провод ПЛВВ (табл. 24.28) предназначен для работы при переменном напряжении 250 В частотой до 5,5 МГц или 380 В постоянного напряжения при температуре от −40 до +70 °С. Токопроводящую жилу сечением 0,20 мм² скручивают из семи луженых медных проволок диаметром 0,20 мм и изолируют ПВХ толщиной 0,35 ± 0,15 мм различного цвета и располагают: в четырехжильном проводе – белая, красная, зеленая и синяя, а в трехжильном – красная, зеленая и синяя. На изолированные жилы, расположенные в одной плоскости, с шагом укладки 8,5 ± 0,5 мм накладывают ПВХ оболочку белого или цвета слоновой кости. Провода поставляют длиной не менее 20 м. Электрическое сопротивление жилы на длине 1 км не более 89 Ом, сопротивление изоляции при 20 °С между жилой и экраном (водой) не менее 5×10^7 Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 1 мин. Электрическая емкость между двумя соседними жилами не более 22 пФ · м. Провода выдерживают не менее 100 перегибов на угол ± 90° на цилиндр радиусом 6 мм с массой груза 0,5 кг.

Таблица 24.29. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ППР (расстояние между центрами жил 1,7 мм)**

$n \times S$, мм²	Конструкция жилы, мм	Размеры провода, мм		g, кг/км	R, Ом, не более
		Толщина	Ширина		
1 × 1,0	0,1 × 10	1,1 ± 0,2	11 ± 0,2	18,2	18
1 × 1,5	0,1 × 16	1,1 ± 0,2	17 ± 0,2	28,5	12
1 × 6,0	0,3 × 0,20	1,3 ± 0,2	21 ± 0,2	73,2	3
10 × 0,12	0,12 × 1,0	1,12 ± 0,27	18 ± 0,5	24,7	150

Таблица 24.30. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км кабелей КППР, КПВР**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Размеры кабеля, мм		Расстояние между центрами жил, мм	g, кг/км		R, Ом, не более
		Толщина	Ширина		КППР	КПВР	
4 × 0,12	7 × 0,15	1,15 ± 0,2	6,5 ± 0,3	1,3	11,2	–	155,1
4 × 0,20	7 × 0,20	1,6 ± 0,2	8,9 ± 0,3	2,1	19,5	23,3	87,2
4 × 0,35	7 × 0,26	1,78 ± 0,3	9,6 ± 0,3	2,28	29,7	35,0	51,6
4 × 0,50	7 × 0,30	1,9 ± 0,3	10,1 ± 0,3	2,4	36,2	42,11	38,8
12 × 0,12	7 × 0,15	1,6 ± 0,2	25,7 ± 0,8	2,1	58,3	–	155,1
12 × 0,20	7 × 0,20	1,6 ± 0,2	25,7 ± 0,8	2,1	58,3	69,6	87,2
12 × 0,35	7 × 0,26	1,78 ± 0,3	27,9 ± 0,8	2,28	68,5	104,1	51,6
12 × 0,5	7 × 0,30	1,9 ± 0,3	29,3 ± 0,8	2,4	108,1	125,6	38,8
15 × 0,20	7 × 0,20	1,6 ± 0,20	26,4 ± 0,8	1,7	55	–	87,2
18 × 0,20	7 × 0,20	1,4 ± 0,2	59,2 ± 1,5	3,3	113,8	–	87,2
20 × 0,20	7 × 0,20	1,15 ± 0,2	65,8 ± 1,5	1,3	52,7	–	87,2
20 × 0,35	7 × 0,26	1,78 ± 0,3	46,1 ± 1,5	2,28	147,2	173,1	51,6
20 × 0,50	7 × 0,30	1,9 ± 0,3	48,5 ± 1,5	2,4	180,0	209,0	38,8
22 × 0,12	7 × 0,15	1,0 ± 0,2	27,4 ± 1,5	1,2	55,7	–	155,1

Таблица 24.31. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км кабелей КППР(М), КППРО**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Размеры кабеля, мм		Расстояние между центрами жил, мм	g, кг/км		R, Ом, не более
		Толщина	Ширина		КППР(М)	КППРО	
4 × 0,20	7 × 0,20	1,0 ± 0,2	27,4 ± 1,5	1,2	–	19,5	87,2
18 × 0,20	7 × 0,20	1,4 ± 0,2	59,2 ± 1,5	3,3	113,8	–	87,2
20 × 0,20	7 × 0,20	1,4 ± 0,2	65,8 ± 1,5	3,3	126,6	–	87,2
20 × 0,12	7 × 0,15	1,15 ± 0,17	27,2 ± 1,0	1,3	–	52,7	155,1
22 × 0,12	7 × 0,15	1,0 ± 0,2	27,3 ± 1,5	1,2 ± 0,1	–	55,7	155,1

Провод ППР (табл. 24.29) предназначен для работы при напряжении до 300 В переменного тока частотой 4 МГц при температуре окружающей среды от −40 до +70 °С. **Кабели КППР, КППР(М) и КППРЭ** (табл. 24.30 и 24.31) предназначены для работы при напряжении до 250 В частотой до 2 кГц или постоянного тока до 500 В при температуре от −60 до +70 °С. Токопроводящие жилы кабелей КППР, КППР(М) и КППРЭ состоят из медных луженых проволок, а проводов ППР из медной луженой ленты, наложениой продольно в одной плоскости с ПЭ изоляцией. Жилы кабеля КППРЭ с ПЭ изоляцией оплетают медной луженой проволокой и накладывают ПЭ оболочку. Кабели поставляют длиной не менее 7 м. Сопротивление изоляции между жилами КППРЭ, ППР и КППР сечением 0,35 – 0,5 мм² не менее 100×10^6 Ом · км, а кабелей сечением 0,12 мм² КППР и КППР(М) ие меиее 10×10^6 Ом · км. Изолированные жилы экранированных кабелей выдерживают переменное иапряжение 3 кВ в течеиие 0,06 с. Готовые кабели КППР, КППР(М) и провод ППР испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Провод ППР 1 × 1,0; 1 × 1,5 и 10 × 0,12 мм² выдерживает 10 000 односторонних изгибов на угол 180° на цилиидр диаметром 30 мм, а кабели КППР и КППР(М) – не менее 300 изгибов на угол ± 90° на цилиндр диаметром 10 мм.

Кабель КППРЭО (табл. 24.32) предназначен для работы при перемеиием напряжеиии до 250 В частотой 2 кГц или 500 В

Таблица 24.32. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км кабелей КППРЭ, КППРЭО, КПВРЭ**

$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Размеры кабелей, мм		Расстояние между центрами жил, мм	g, кг/км		R, Ом, не более
		Толщина	Ширина		КППРЭ, КППРЭО	КПВРЭ	
4 × 0,20	7 × 0,20	3,1 ± 0,4	14,2 ± 1,0	3,7	57,4	72,5	87,2
4 × 0,35	7 × 0,26	3,3 ± 0,4	15,3 ± 1,0	4,0	69,9	87,1	51,6
4 × 0,50	7 × 0,30	3,4 ± 0,4	15,5 ± 1,0	4,3	76,9	91,3	38,8
8 × 0,20	7 × 0,20	3,1 ± 0,4	29,0 ± 1,0	3,7	114,8	146,6	87,2
8 × 0,35	7 × 0,26	3,3 ± 0,4	31,3 ± 1,0	4,0	140,3	176,7	51,6

Таблица 24.33. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление жил на длине 1 км проводов ЛСВ-2, ЛСВ-4, ЛСП-2 и ЛСП-4**

$n \times S$, мм²	d, мм	Шаг укладки жил, мм	Габаритные размеры, мм		g, кг/км		R, Ом, не более
			Толщина, ±0,2	Ширина, ±0,5	ПВХ	ПЭ	
16 × 0,12	0,45	1,25	1,0	19,7	26,7	19,81	110,3
20 × 0,12				24,7	33,8	25,08	
24 × 0,12				29,7	40,5	30,05	
30 × 0,12				37,2	51,0	37,84	
16 × 0,20	0,6	1,25	1,3	19,5	31,9	23,67	91,7
20 × 0,20				24,75	40,0	29,63	
24 × 0,20				29,75	48,3	35,84	
30 × 0,20				37,35	61,0	45,26	

Примечание. Допуск на шаг укладки между любыми жилами до 24 жил ±0,15 мм, до 30 жил ±0,20 мм.

постоянного тока, а КППРО – при напряжении до 100 В частотой 2 кГц и 30 В частотой до 10 МГц, температуре от −60 до +100 °С и относительной влажности 98% при 35 °С. Токопроводящие жилы скручивают из медиых луженых проволок. На параллельно уложенные жилы в одной плоскости накладывают ПЭ изоляцию и подвергают облучению. Жилы КППРЭО оплетают медной луженой проволокой и накладывают ПЭ оболочку, и ее облучают. Кабели поставляют длиной не менее 7 м. Сопротивление изоляции кабелей КППРЭО между двумя соседними жилами и между жилой и экраном при 20 °С не менее 100×10^6 Ом·км; КППРО – 10×10^6 Ом × ×км. Кабели испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Жилы кабеля КППРЭО испытывают перемеиным напряжеиием 3 кВ на АСИ. Кабели КППРО выдерживают не менее 300 знакопеременных изгибов на угол ± 90° на цилиндр диаметром 10 мм, а КППРЭО – 250 изгибов на цилиндр диаметром 20 мм.

Кабели КПВР и КПВРЭ (табл. 24.30, 24.32) предназначены для работы при переменном напряжении до 250 В частотой 2 кГц или 500 В постоянного тока при температуре от −50 до +70 °С. Токопроводящие жилы кабелей скручивают из медной луженой проволоки, укладывают параллельно в одной плоскости и на иих накладывают ПВХ изоляцию. Изолированные жилы кабеля КПВРЭ оплетают медной луженой проволокой и на параллельно уложенные жилы накладывают ПВХ оболочку. Кабели поставляют длиной ие менее 7 м. Сопротивление изоляции при 20 °С не менее 10×10^6 Ом·км. Кабели КПВР выдерживают ие менее 300 зиакопеременных изгибов на угол ± 90° иа цилиидр диаметром 10 мм, а КПВРЭ – ие меиее 250 изгибов иа цилиндр диаметром 20 мм.

Провода унифицированиой серии ЛСВ-2, ЛСВ-4, ЛСП-2 и ЛСП-4 (табл. 24.33) предиазначены для внутриприборного и межприбориого моитажа электрических устройств при температуре от −60 до +70 °С с изоляцией из ПЭ и температуре от −40 до +60 °С с изоляцией из ПВХ пластиката, при постояиом напряжеиии 500 В и переменном напряжении 250 В частотой 50 Гц и 115 В частотой 1000 Гц. Токопроводящие жилы проводов ЛСВ-2 и ЛСП-2 изготовляют из круглых медных луженых проволок, а проводов ЛСВ-4 и ЛСП-4 – из медных

Таблица 24.34. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление жил на длине 1 км проводов ЛПВ и ЛППВ**

Марка	$n \times S$, мм²	Шаг укладки жил, мм		Максимальные габаритные размеры, мм		g, кг/км	R, Ом, не более
		рядом расположенных	расположенных парами	Толщина	Ширина		
ЛПВ	4 × 0,08	1,0	1,6	2,4	6,6	19,02	247,5
ЛППВ	4 × 0,08			1,3	4,1	7,26	

Таблица 24.35. **Конструктивные данные, масса проводов ЛЛПСВ-100, ЛЛПСВб-150, ЛЛПСВ-120 и ЛЛПСВ-150**

Марка	$n \times d$, мм		Шаг укладки, мм	Наружные размеры не более, мм		g, кг/км
	прямых	обратных		Ширина	Толщина	
ЛЛПСВ-100	20 × 0,20	22 × 0,26	0,625 ± 0,05	20	0,45	25,0
ЛЛПСВ-120	20 × 0,18	22 × 0,18	0,625 ± 0,05	29,8	0,40	8,0
ЛЛПСВ-150	20 × 0,26	22 × 0,26	1,25 ± 0,1	55,5	0,45	36,0
ЛЛПСВб-150	10 × 0,12	11 × 0,12	0,625 ± 0,5	16,62	0,25	4,84
ЛЛПСВб-150	20 × 0,12	22 × 0,12	0,625 ± 0,5	29,75	0,25	9,27

никелированных проволок. На параллельно уложенные в одной плоскости жилы накладывают ПЭ изоляцию в проводах ЛПС-2 и ЛПС-4 и ПВХ изоляцию в проводах ЛСВ-2 и ЛСВ-4.

Провода поставляются длиной не менее 7 м. Сопротивление изоляции проводов ЛСП-2 и ЛСП-4 при 20 °С не менее 5×10^6 Ом · м, а при влажности 98% и 35 °С ие менее 10^6 Ом · м для ЛСП-2 и ЛСП-4, а для ЛСВ-2 и ЛСВ-4 10^5 Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением 1500 В в течение 1 мин, выдерживают не менее 300 знакопеременных изгибов на угол ±90° при намотке на цилиндр диаметром 10 мм и 10 односторонних монтажных перегибов на угол 180° радиусом не менее двух толщин провода.

Провода ЛПВ и ЛППВ предназначены для работы в условиях подвижного монтажа при напряжении 100 В частотой 20000 Гц при температуре от −40 до +70 °С. На токопроводящую медную жилу провода ЛПВ накладывают изоляцию из ПВХ толщиной 0,3−0,15 мм и провода ЛППВ − из ПЭ толщиной 0,17−0,05 мм. На изолированные жилы, провода ЛПВ, уложенные параллельно в одной плоскости, накладывают слой из ПВХ толщиной 0,5−0,15 мм, а провода ЛППВ − 0,25−0,1 мм.

Конструктивные данные проводов приведены в табл. 24.34. Между парами жил оболочка имеет перемычку толщиной, позволяющей производить разделку пар проводов в оболочке без нарушения целостности оболочки в месте разрыва. Провода поставляют длиной не менее 20 м. Сопротивление изоляции 1 м провода между каждой жилой и водой не менее: при 20 °С − 10^8 Ом, при относительной влажности 98% при 35 °С − 10^7 Ом. Провода испытывают переменным напряжением 500 В частотой 50 Гц в течеиие 1 мин. Провода выдерживают не менее 50 циклов изгибов на угол 90°.

Провода ЛЛПСВ-100, ЛЛПСВ-120 и ЛЛПСВ-150 предназначены для работы при напряжении 50 В переменного иапряжения частотой до 100 МГц или 75 В постоянного напряжения при температуре от −50 до +50 °С. Токопроводящая однопроволочная жила из медной проволоки, для которой нормируется волновое сопротивление (100, 120 и 150 Ом), образована одним четким проводником (считая от любого крайнего) и двумя иечетными проводниками (табл. 24.35). Поверх проводников, расположеиных в одии ряд с шагом укладки, указанным в табл. 24.35, накладывают изоляцию из двухслойной пленки ПЭТФ-ПЭ. Сопротивление изоляции провода в нормальных условиях 10^2 МОм · м, при влажности 98% и 35 °С − 1,0 МОм · м. Волновое сопротивление ЛЛПСВ-100 на частоте 100 МГц 100 ± 10 Ом, ЛЛПСВ-120 120 ± 12 Ом, ЛЛПСВ-150 150 ± 15 Ом. Коэффициент затухания на частоте 100 МГц не более 0,6 дБ/м. Провода испытывают напряжением 200 В частотой 50 Гц в течение 1 мин.

Провод ЛЛПСА изготовляют 16-жильным, предназначенным для работы при переменном напряжении 50 В частотой 5000 Гц и постоянном напряжении 75 В при температуре от −50 до +70 °С. Токопроводящая жила однопроволочная из алюминиевой проволоки диаметром 0,30 мм. Поверх токопроводящих жил, уложенных в один ряд, с шагом 1,25 ± 0,1 мм наложена двухслойная сварная изоляция из ПЭТФ + ПЭ пленки. Толщина провода не более 0,51 мм, ширина не более 23 мм, расчетная масса 11,5 кг/км. Электрическое сопротивление на длине 1 км не более 470 Ом. Сопротивление изоляции провода в нормальных условиях не менее 1×10^2 Ом · м, при относительной влажности 98% и температуре 35 °С – не менее 1 × 10 Ом · м. Провод испытывают напряжением 300 В частотой 50 Гц в течение 1 мин. Линейная усадка изоляции от кратковременного нагрева до 300 ± 10 °С не более 2 мм. Провода поставляют длиной не менее 2 м.

Провод ПЛВВ предназначен для работы при напряжении 380 В постоянного или 250 В переменного напряжения частотой от 0 до 5,5 МГц и температуре от −40 до +60 °С. Токопроводящая жила проводов изготовлена из семи медных луженых проволок диаметром не более 0,21 мм, с числом жил 3, 4. Токопроводящая жила изолирована ПВХ пластикатом толщиной 0,35 ± 0,15 мм, имеет диаметр 1,3 ± 0,15 мм. На изолированные жилы, уложенные параллельно в одной плоскости с шагом 8,5 ± 0,5 мм, наложена ПВХ оболочка толщиной 0,35 ± 0,2 мм. Толщина соединительной перемычки между изолированными жилами 1,0−0,3 мм. Толщина провода 1,65 ± 0,35 мм, ширина 3-жильного провода 19,5 ± 0,35 мм, а 4-жильного 27,5 ± 0,8 мм. Масса 3-жильного провода 32,8 кг/км, а 4-жильного 41,74 кг/км. Электрическое сопротивление изоляции провода между каждой жилой и водой при 20 °С не менее 5×10^7 Ом · м, а при относительной влажности 98% при 35 °С 5×10^6 Ом · м. Электрическая емкость между соседними жилами не более 22 пФ/м. Провода выдерживают не менее 100 перегибов на угол 90°, поставляют длинами не менее 20 м.

Провод ПЛМ предназначен для фиксированного монтажа схемных плат микрокалькуляторов при напряжении 50 В постоянного или до 30 В переменного напряжения частотой 50 Гц, при температуре от −60 до +70 °С. Провод, состоящий из 13, 19 или 21 токопроводящей жилы из медной луженой проволоки диаметром 0,42 мм, которые уложены в одной плоскости с расстоянием между центрами 2,5 ± 0,1 мм, изолирован двухслойной ПЭТФ + ПЭ или ПЭТФ ламинированной пленками. Ширина боковой кромки не менее 1 мм. Толщина проводов 0,55 ± ± 0,1 мм. Ширина 13-жильного провода 36 ± 0,5 мм, масса 19,8 кг/км, 19-жильного 50 ± 0,5 мм, 21-жильного 55 ± 0,5 мм; масса проводов 31,3 кг/км. Сопротивление жилы на длине 1 км не более 136 Ом, электрическое сопротивление изоляции провода между соседними жилами при нормальных условиях не менее 10^8 Ом · м. Провода испытывают переменным напряжением 100 В частотой 50 Гц между жилами в течение 1 мин. Провод выдерживает не менее 10 изгибов по широкой стороне на угол 90° при радиусе изгиба 1,5 мм. Провод поставляют длинами не менее 3 м.

Проводв ленточные термоэлектродные ПЛТПхк, ПЛТПмк, ПЛТВхк и ПЛТВмк (табл. 24.36) предназначены для фиксированного монтажа при напряжеиии 50 В постоянного тока, температуре от −50 до +70 °С. Токопроводящие жилы изготовляют из сплавов копель (к), хромель (х), константан (к) и нз проволок нз меди диаметром 0,3 и 0,4 мм. Токопроводящие жилы, расположенные параллельно в одной плоскости с шагом 1,25 мм, изолированы ПЭ или ПВХ пластикатом толщиной 0,3 мм. Рядом расположенные жилы составляют рабочую пару и изготовляют из чередующихся пар: металл – сплав (м+к) и сплавов (х+к). Каждой паре присваивается обозначение: медь – константан (м+к), хромель – копель (х−к). Электрическое сопротивление изоляции между двумя соседними жилами, а также между жилой и водой при температуре 20 °С не менее: проводов с ПЭ изоляцией – $1000 \cdot 10^6$ Ом · м, с ПВХ – не менее 100 МОм · м. Провода испытывают переменным напряжением 100 В частотой 50 Гц между жилами в течение 1 мин. Проаода выдерживают не менее 40 знакопеременных изгибов на радиус 30 и 40 мм на угол 90°. Провода поставляют длинами не менее 10 м.

Провод ПЛПМО (табл. 24.37) предназначен для электрической связи между подвижными и неподвижными частями устройств при напряжении до 100 В переменного напряжения частотой до 1000 Гц или 120 В постоянного напряжения при температуре от −60 до +100 °С. Токопроводящая жила скручена из 7 медных луженых проволок диаметром 0,12 мм, они уложены параллельно в одной плоскости, изолированы ПЭ, их подвергают облучению. Сопротивлеиие изоляции между двумя соседиими

Таблица 24.36. **Конструктивные данные, масса проводов ПЛТПхк, ПЛТПмК, ПЛТВхк, ПЛТВмК**

$n \times d$, мм	Номинальные размеры провода, мм		g, кг/км			
	Ширина	Толщина	ПЛТПхк	ПЛТВхк	ПЛТПмК	ПЛТВмК
1 × 0,3	2,2 – 0,2	0,9 – 0,1	2,9	3,5	2,9	3,5
2 × 0,3	4,6 – 0,2	0,9 – 0,1	6,1	7,1	6,1	7,1
3 × 0,3	7,2 – 0,3	0,9 – 0,1	9,3	11,2	9,3	11,2
5 × 0,3	12,2 – 0,5	0,9 – 0,1	15,6	18,9	15,6	18,9
10 × 0,3	24,6 – 0,8	0,9 – 0,1	31,5	38,2	31,6	38,2
1 × 0,4	2,2 – 0,2	1,0 – 0,1	4,4	4,7	4,2	4,7
2 × 0,4	4,8 – 0,3	1,0 – 0,1	8,3	9,7	8,3	9,6
3 × 0,4	7,2 – 0,3	1,0 – 0,1	12,6	14,9	12,5	14,6
5 × 0,4	12,2 – 0,5	1,0 – 0,1	21,2	24,7	21,0	24,6
10 × 0,4	24,8 – 0,8	1,0 – 0,1	42,6	49,7	42,3	49,4

Таблица 24.37. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление жил на длине 1 км при 20 °С проводов ПЛПМО**

$n \times S$, мм²	Расстояние между центрами жил, мм	Номинальная толщина изоляции, мм	Наружные размеры, мм		g, кг/км	R, Ом, не более
			Ширина	Толщина		
4 × 0,08	0,95	0,17 ± 0,05	3,5 ± 0,3	0,7 ± 0,05	5,0	244,0
17 × 0,08	0,95	0,17 ± 0,05	15,6 ± 1,5	0,7 ± 0,05	22,0	244,0
19 × 0,05	0,85	0,15 ± 0,05	15,5 ± 1,5	0,6 ± 0,1	21,0	360,0

жилами, а также между каждой жилой и водой при нормальных условиях – 10^8 Ом · м, при относительной влажности 98% при 35 °С – 10^7 Ом · м. Провод испытывают напряжением 500 В частотой 50 Гц в течение 1 мин и выдерживают не менее 4000 знакопеременных изгибов на угол ±90°. Провода поставляют длинами не менее 3 м.

24.10. ПРОВОДА С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Монтажные провода с волокнистой изоляцией предназначены для внутриприборного монтажа электрических приборов и аппаратов.

Провода ПГОХ (табл. 24.37) предназначены для выводных концов электродвигателей электрохолодильников, работающих при переменном напряжении 220 В. Токопроводящие жилы скручивают из медной проволоки диаметром 0,13 мм и накладывают трехслойную оплетку из хлопчатобумажной пряжи. Провода поставляются длиной не менее 15 м. Провода ПГОХ испытывают переменным напряжением 1,5 кВ в течение 5 мин.

Провод МГШ (табл. 24.38) предназначен для работы при переменном напряжении 24 В, провод МГШД – 60 В, провода МГШДО и МГШДОП – 127 В и провода МГШДЛ, МШДЛ и МЭШДЛ (табл. 24.39, 24.40) – 220 В и температуре от –60 до +105 °С. Токопроводящие жилы проводов изготовляют из луженой медной проволоки, за исключением провода МГШ, жилы которого изготовляют из медной проволоки. Изоляция провода марки МГШ состоит из оплетки нитями из капрона, проводов МГШД, МГШДО, МГШДОП – из обмотки и оплетки нитями из капрона, проводов МГШДЛ, МШДЛ и МЭШДЛ – из двухслойной обмотки нитями из капрона, покрытой электроизоляционным лаком (на основе этилцеллюлозы). Провода поставляют длиной не менее 20 м. Сопротивление изоляции проводов МЭШДЛ при относительной влажности 95–98% и температуре 20 °С не менее 1×10^6 Ом · км, проводов МШДЛ и МГШДЛ не менее $0{,}3 \times 10^6$ Ом · км, проводов МГШД, МГШДО и МГШДОП не менее $0{,}1 \times 10^6$ Ом · км. Провода марок МШДЛ, МЭШДЛ и МГШДЛ испытывают переменным напряжением 1 кВ, провода МГШДО и МГШДОП – 500 В, провода МГШД – 300 В и провод МГШ – 100 В в течение 1 мин.

Провода МГСЛ и МГСЛЭ (табл. 24.39) предназначены для работы при переменном напряжении 127 В при температуре от –60 до +105 °С и провод МГСТ – при напряжении 220 В при температуре от –60 до +200 °С. Токопроводящие жилы проводов МГСЛ, МГСЛЭ и МГСТ изготовляют из луженой медной проволоки. Жилы МГСЛ и МГСЛЭ обматывают и оплетают стекло-

волокном, а провод МГСТ обматывают четырьмя слоями и оплетают стекловолокном толщиной 0,43 мм. Провода МГСЛ и МГСЛЭ покрывают электроизоляционным лаком, а провод МГСТ – кремнийорганическим лаком. Провод МГСЛЭ оплетают луженой медной проволокой. Провода МГСЛ и МГСЛЭ поставляют длинами не менее 20 м, а МГСТ – не менее 15 м. Сопротивление изоляции проводов МГСЛ и МГСЛЭ при относительной влажности 80% при 20 °С не менее 10×10^6 Ом · м, провод МГСТ после выдержки 12 ч в атмосфере с относительной влажностью $95 \pm 3\%$ при 25 °С испытывают переменным напряжением 1 кВ в течение 1 мин и после 2 ч нагрева при 200 ± 5 °С – напряжением 1,5 кВ в течение 1 мин. Провода МГСЛ и МГСЛЭ испытывают переменным напряжением 500 В. Провод МГСТ выдерживает 100 двойных перегибов на угол 90° по радиусу 5 *D*.

24.11. ТЕРМОПАРНЫЕ И ТЕРМОЭЛЕКТРОДНЫЕ ПРОВОДА

Термопарные и термоэлектродные провода предназначены для присоединения термопар к гальванометрам и схемам автоматики. Токопроводящие жилы изготовляют из металлов и сплавов, приведенных в табл. 24.41, в которой даны их условные обозначения. Для удобства опознавания металла или сплава изоляция или защитное покрытие провода имеют условную расцветку, приведенную в табл. 24.41.

Таблица 24.38. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ПГОХ, МГШ**

S, мм²	*n* × *d*, мм	*D*, мм	*g*, кг/км	*R*, Ом, не более
		ПГОХ		
0,75	56 × 0,13	4,5	13,5	28,8
1,5	112 × 0,13	5,0	23,0	14,4
		МГШ		
0,05	27 × 0,05	0,6	0,6	378
0,08	40 × 0,05	0,7	0,9	255,2
0,12	24 × 0,08	0,8	1,1	166,2

Провода ПТВ, ПТВО, ПТВП, ПТГВ, ПТГВО, ПТГВЭВ, ПТВЭВ (табл. 24.42) предназначены для работы при температуре от −40 до +70 °С, а провода ПТВТ, ПТГВТ – от −40 до +105 °С, провода

Таблица 24.39. **Конструктивные данные, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МГШД, МГШДО, МГШДОП, МГШДЛ, МГСЛ, МГСЛЭ, МГСТ**

S, мм²	*n* × *d*, мм	*D*, мм							*g*, кг/км							*R*, Ом, не более
		МГШД	МГШДЛ	МГШДО	МГШДОП	МГСЛ	МГСЛЭ	МГСТ	МГШД	МГШДЛ	МГШДО	МГШДОП	МГСЛ	МГСЛЭ	МГСТ	
0,05	7 × 0,10	0,7	0,8	1,0	1,0	–	–	–	0,7	1,1	1,1	1,2	–	–	–	390
0,08	10 × 0,10	0,8	0,9	1,1	1,1	–	–	–	1,0	1,4	1,2	1,3	–	–	–	270
0,12	15 × 0,10	0,9	1,0	1,2	1,2	–	–	–	1,3	1,8	1,7	1,8	–	–	–	186
0,20	26 × 0,10	1,0	1,3	1,3	1,3	1,6	2,2	–	2,3	3,0	2,9	3,2	3,8	10,3	–	98
0,35	19 × 0,15	1,2	1,4	1,5	1,5	1,8	2,4	1,73	3,8	4,6	4,5	4,7	5,6	12,3	8,0	62
0,50	16 × 0,20	1,3	1,5	1,6	1,6	1,9	2,5	–	5,2	6,1	6,0	6,1	7,2	14,1	–	38
0,75	24 × 0,20	–	–	1,8	1,8	2,1	2,7	–	–	–	8,6	8,8	10,1	19,8	–	25
1,0*	32 × 0,20*	–	2,0	1,9	1,9	2,3	2,9	2,24	–	11,2	11,1	11,5	12,7	22,5	14,0	18,4
1,5	28 × 0,26*	–	–	2,3	2,3	2,6	3,2	2,58	–	–	16,4	17,0	18,2	29,3	20,2	13,8
2,5	49 × 0,26	–	–	2,7	2,7	–	–	–	–	–	25,8	26,4	–	–	–	7,7

Таблица 24.40. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МШДЛ, МЭШДЛ**

S, мм²	*n* × *d*, мм	*D*, мм		*g*, кг/км		*R*, Ом, не более
		МШДЛ	МЭШДЛ	МШДЛ	МЭШДЛ	
0,12	1 × 0,42	1,0	1,0	1,6	2,1	129,5
0,20	1 × 0,52	1,1	1,1	2,8	3,5	84,5
0,35	1 × 0,68	1,3	1,3	4,3	5,3	49,4
0,50	1 × 0,80	1,4	1,4	5,6	7,2	35,7
0,75	1 × 0,97	1,6	1,6	7,9	9,9	24,2

* МГСТ

ПТП, ПТПЭ (табл. 24.43) – при температуре от –60 до +120 °С, ПТФ, ПТФЭ и ПТФДЭ (табл. 24.42) – при температуре от –60 до +250 °С, провода ПТНО, ПТН – от –60 до +650 °С, провода ПТНЭ – от –60 до +300 °С, ПТНО-900 – от –60 до +900 °С. Провода ПТВ, ПТВО, ПТВТ, ПТГВТ, ПТГВО, ПТВП изготовляют с жилами: медь – константан, медь – никель, медь – сплав ТП, хромель – копель, провод ПТГВ – с жилами медь – константан, медь – копель, медь – сплав ТП, хромель – копель, ПТВЭВ – сплав КП – сплав КПР, ПТГВЭВ – медно-никелевый сплав МН 2,4. На параллельно уложенные жилы проводов ПТВ, ПТВП накладывают ПВХ изоляцию, а проводов ПТВТ и ПТГВТ –

Таблица 24.41. **Обозначение металла и сплава термопарных и термоэлектродных проводов**

Металл, сплав или пара сплавов	Обозначение	Расцветка	Металл, сплав или пара сплавов	Обозначение	Расцветка
Одножильные			Хромель – копель	ХК	Фиолетовая-желтая
Медь	ОМ	Красная или розовая	Медь – копель	МК	Красная-желтая
Хромель	ОХ	Фиолетовая или черная	Хромель – алюмель	ХА	Фиолетовая – без расцветки
Копель	ОКП	Желтая или оранжевая	Медь – сплав МН-2,4	М – МН	Голубая или синяя
Константан	ОК	Коричневая	Сплав КПР	КР	Натуральная
Алюмель	ОА	–	Сплав КП	К	Черная
Сплав ТП	ОТП	Зеленая	Сплав никель – медь	НМ	Красная + синяя (комбинированная)
Сплав МН-2,4	МН	Синяя или голубая	Сплав медь – титан	МТ	Красная + зеленая на белом фоне
Двухжильные			Сплав никель – медь – сплав медь – титан	НМ – МТ	–
Медь – константан	М	Красная-коричневая	Сплав КП – сплав КПР	К – КР	Натуральная
Медь – сплав ТП	П	Красная-зеленая			

Таблица 24.42. **Конструктивные данные и масса проводов ПТВ, ПТВО, ПТВП, ПТВТ, ПТВЭВ, ПТГВ, ПТГВО, ПТГВЭВ, ПТФ, ПТФДЭ, ПТФЭ**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Наружный размер, мм	g, кг/км
ПТВ	2 × 0,2	1 × 0,5	1,5 × 3,5	8,8
	2 × 1,0	1 × 1,13	3,1 × 6,8	39,8
	2 × 2,5	1 × 1,76	3,8 × 8,0	71,2
ПТВО	2 × 2,5	1 × 1,76	4,8 × 7,7	80,0
ПТВП	2 × 1,0	1 × 1,13	4,3 × 8,0	73,3
ПТВТ	1 × 0,75 + 1 × 1,0	1 × 0,97 + 1 × 1,13	3,4 × 6,5	34,6
	2 × 1,0	1 × 1,13	3,4 × 6,5	37,4
	1 × 1,0 + 1 × 2,5	1 × 1,13 + 1 × 1,76	4,2 × 8,8	53,1
	2 × 2,5	1 × 1,76	4,2 × 8,8	68,2
ПТВЭВ	2 × 1,0	1 × 1,13	6,2 × 10,1	56,9
ПТГВ	2 × 1,0	7 × 0,40	3,2 × 6,9	39,3
	2 × 1,5	7 × 0,50	3,5 × 7,5	51,5
	2 × 1,8	7 × 0,57	3,7 × 7,9	61,3
	2 × 2,5	7 × 0,67	4,0 × 8,5	77,1
ПТГВО	2 × 1,0	7 × 0,40	4,2 × 6,6	46,2
	2 × 1,5	7 × 0,50	4,5 × 7,2	59,3
	2 × 1,8	7 × 0,57	4,7 × 7,6	69,7
	2 × 2,5	7 × 0,67	5,0 × 8,2	89,7
ПТГВЭВ	2 × 1,0	7 × 0,40	6,3 × 8,1	93,5
	2 × 1,5	7 × 0,50	6,6 × 11,0	109
	2 × 1,8	7 × 0,57	6,8 × 11,4	121
ПТГВТ	1 × 0,75 + 1 × 1,0	7 × 0,37 + 7 × 0,40	3,5 × 7,6	34,9
	2 × 1,0	7 × 0,40	3,5 × 7,6	36,4
	1 × 0,75 + 1 × 1,5	7 × 0,37 + 7 × 0,50	3,9 × 8,3	40,7
	2 × 1,5	7 × 0,50	3,9 × 8,3	48,1
	1 × 1,0 + 1 × 1,8	7 × 0,40 + 7 × 0,57	4,1 × 8,7	47,1
	2 × 1,8	7 × 0,57	4,1 × 8,7	57,4
	1 × 1,0 + 1 × 2,5	7 × 0,40 + 7 × 0,67	4,4 × 9,4	54,8
	2 × 2,5	7 × 0,67	4,4 × 9,4	72,7

Таблица 24.43. **Конструктивные данные и масса проводов ПТВ, ПТВО, ПТВП, ПТВТ, ПТВЭВ, ПТГВ, ПТГВО, ПТГВЭВ, ПТФ, ПТФДЭ, ПТФЭ**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Наружный размер, мм	g, кг/км
ПТВ	2 × 0,2	1 × 0,5	1,5 × 3,5	8,8
	2 × 1,0	1 × 1,13	3,1 × 6,8	39,8
	2 × 2,5	1 × 1,76	3,8 × 8,0	71,2
ПТВО	2 × 2,5	1 × 1,76	4,8 × 7,7	80,0
ПТВП	2 × 1,0	1 × 1,13	4,3 × 8,0	73,3
ПТВТ	1 × 0,75 + 1 × 1,0	1 × 0,97 + 1 × 1,13	3,4 × 6,5	34,6
	2 × 1,0	1 × 1,13	3,4 × 6,5	37,4
	1 × 1,0 + 1 × 2,5	1 × 1,13 + 1 × 1,76	4,2 × 8,8	53,1
	2 × 2,5	1 × 1,76	4,2 × 8,8	68,2
ПТВЭВ	2 × 1,0	1 × 1,13	6,2 × 10,1	56,9
ПТГВ	2 × 1,0	7 × 0,40	3,2 × 6,9	39,3
	2 × 1,5	7 × 0,50	3,5 × 7,5	51,5
	2 × 1,8	7 × 0,57	3,7 × 7,9	61,3
	2 × 2,5	7 × 0,67	4,0 × 8,5	77,1
ПТГВО	2 × 1,0	7 × 0,40	4,2 × 6,6	46,2
	2 × 1,5	7 × 0,50	4,5 × 7,2	59,3
	2 × 1,8	7 × 0,57	4,7 × 7,6	69,7
	2 × 2,5	7 × 0,67	5,0 × 8,2	89,7
ПТГВЭВ	2 × 1,0	7 × 0,40	6,3 × 8,1	93,5
	2 × 1,5	7 × 0,50	6,6 × 11,0	109
	2 × 1,8	7 × 0,57	6,8 × 11,4	121
ПТГВТ	1 × 0,75 + 1 × 1,0	7 × 0,37 + 7 × 0,40	3,5 × 7,6	34,9
	2 × 1,0	7 × 0,40	3,5 × 7,6	36,4
	1 × 0,75 + 1 × 1,5	7 × 0,37 + 7 × 0,50	3,9 × 8,3	40,7
	2 × 1,5	7 × 0,50	3,9 × 8,3	48,1
	1 × 1,0 + 1 × 1,8	7 × 0,40 + 7 × 0,57	4,1 × 8,7	47,1
	2 × 1,8	7 × 0,57	4,1 × 8,7	57,4
	1 × 1,0 + 1 × 2,5	7 × 0,40 + 7 × 0,67	4,4 × 9,4	54,8
	2 × 2,5	7 × 0,67	4,4 × 9,4	72,7
ПТФ	1 × 0,5	7 × 0,30	2,2	10,0
	1 × 1,5	7 × 0,50	2,8	20,0
	1 × 2,5	19 × 0,40	3,3	30,0
	1 × 4,0	19 × 0,50	3,8	43,8
ПТФДЭ	2 × 0,5	7 × 0,30	3,0 × 5,2	32,5
	2 × 1,5	7 × 0,50	3,6 × 6,4	55,8
	2 × 2,5	19 × 0,40	4,0 × 7,4	79,4
	2 × 4,0	19 × 0,50	4,5 × 8,5	102,4
ПТФЭ	1 × 0,5	7 × 0,30	2,8	18,1
	1 × 1,5	7 × 0,50	3,4	30,3
	1 × 2,5	19 × 0,40	3,9	42,2
	1 × 4,0	19 × 0,50	4,4	57,9

изоляцию из теплостойкого ПВХ пластиката с разделительным основанием. В проводах ПТВО и ПТГВО изолируют ПВХ отдельную жилу. Изолированные жилы проводов ПТВЭВ и ПТГВЭВ оплетают медными проволоками диаметром 0,13 мм плотностью не менее 80%, а ПТВП – стальными оцинкованными проволоками диаметром 0,30 мм плотностью не менее 70%. Поверх изолированных жил ПТВО и ПТГВО накладывают ПВХ оболочку толщиной 0,6 мм, а ПТВЭВ и ПТГВЭВ – 1 мм. Провода ПТВ, ПТГВ, ПТВО, ПТГВО, ПТВП, ПТВТ, ПТГВТ, ПТВЭВ и ПТГВЭВ поставляют длинами не менее 100, 50 и 10 м в количестве 65, 25 и 10% соответственно от длины партии. Электрическое сопротивление жилы соответствует табл. 24.44. Сопротивление изоляции проводов ПТВО, ПТГВО при 20°С не менее 25×10^6 Ом·км, проводов ПТВ, ПТГВ, ПТВП, ПТВТ, ПТГВТ, ПТВЭВ и ПТГВЭВ не менее 1000×10^6 Ом·м. Сопротивление изоляции после 48 ч пребывания при относительной влажности 98% при 35±3°С проводов ПТВО, ПТГВО не менее $0{,}5 \times 10^6$ Ом·км, а ПТВ, ПТГВ, ПТВП, ПТВТ, ПТГВТ, ПТВЭВ и ПТГВЭВ не менее 100×10^6 Ом·м.

Провода испытывают переменным напряжением: ПТВП – 1000 В; ПТВ, ПТГВ, ПТГВО, ПТВТ, ПТГВТ, ПТВЭВ и ПТГВЭВ – 2000 В в течение 5 мин. Токопроводящую жилу двухжильных проводов ПТП и ПТПЭ изготовляют из пары металлов: медь – константан, медь – сплав ТП, хромель – копель, обматывают лентами ПЭТФ с положительным перекрытием и скрепляют лавсановой нитью, пропитанной клеем БФ. Изолированные жилы оплетают лавсановой нитью плотностью не менее 80%. Провод

Таблица 24.44. **Электрическое сопротивление на длине 1 км термоэлектродных проводов**

S, мм²	Расчетное S, мм²	$n \times d$, мм	R, Ом, не более						
			Хромель	Копель	Константан	ТП	Медь	МТ	НМ
0,2	0,212	1 × 0,50	3999,9	3099,03	2666,66	155,56	95,55	–	–
1,0	0,969	7 × 0,40	937,55	638,05	622,67	36,46	22,4	–	–
1,0	1,002	1 × 1,13	772,04	525,41	514,69	30,02	18,49	–	–
1,5	1,49	7 × 0,5	588,57	456,0	392,38	22,89	14,06	–	–
1,8	1,78	7 × 0,57	447,02	304,22	298,01	17,38	10,70	–	–
2,5	2,47	7 × 0,67	319,10	217,17	212,74	12,41	6,74	–	–
2,5	2,43	1 × 1,76	310,08	211,02	206,72	12,06	7,42	–	–
0,5	0,495	7 × 0,3	–	–	–	–	–	277,56	646,74
1,5	1,37	7 × 0,5	–	–	–	–	–	77,29	219,66
2,5	2,385	19 × 0,4	–	–	–	–	–	45,45	129,17
4,0	3,729	19 × 0,5	–	–	–	–	–	28,47	80,93

Таблица 24.45. **Конструктивные данные и масса проводов ПТП, ПТПЭ, ПТН, ПТНО, ПТНО-900 и ПТНЭ**

Марка	$n \times S$, мм²	$n \times d$, мм	Наружный размер, мм	g, кг/км
ПТН	2 × 0,20	1 × 0,20	0,69 × 1,19	1,45
	2 × 0,30	1 × 0,30	0,79 × 1,39	2,35
	2 × 0,50	1 × 0,50	1,13 × 1,86	5,18
	2 × 0,70	1 × 0,70	1,23 × 2,26	8,98
	2 × 1,20	1 × 1,20	1,77 × 3,33	23,6
ПТНО	1 × 0,20	1 × 0,20	0,54	0,53
	1 × 0,30	1 × 0,30	0,64	0,94
	1 × 0,50	1 × 0,50	0,87	2,25
	1 × 0,70	1 × 0,70	1,07	4,04
	1 × 1,20	1 × 1,20	1,60	11,11
ПТНО-900	1 × 0,20	1 × 0,20	0,72	1,06
	1 × 0,30	1 × 0,30	0,82	1,55
	1 × 0,50	1 × 0,50	1,05	3,04
	1 × 0,70	1 × 0,70	1,25	5,02
	1 × 1,2	1 × 1,20	1,78	12,5
ПТНЭ	2 × 0,20	1 × 0,20	1,18 × 1,68	6,36
	2 × 0,30	1 × 0,30	1,28 × 1,88	9,7
	2 × 0,50	1 × 0,50	1,52 × 2,35	14,96
	2 × 0,70	1 × 0,70	1,72 × 2,75	18,7
	2 × 1,20	1 × 1,20	2,26 × 3,82	35,64
ПТП	2 × 1,5	7 × 0,50	2,7 × 4,5	30,7
	2 × 1,8	7 × 0,57	2,9 × 4,9	38,7
	2 × 2,5	7 × 0,67	3,2 × 5,5	51,8
ПТПЭ	2 × 1,5	7 × 0,50	3,5 × 5,2	50,0
	2 × 1,8	7 × 0,57	3,7 × 5,7	59,1
	2 × 2,5	7 × 0,67	4,0 × 6,3	75,0

ПТПЭ оплетают медной луженой проволокой диаметром 0,18 мм плотностью не менее 70%. Провода поставляют длиной не менее 50, 20 и 5 м в количестве 30, 60 и 10% соответственно от длины партии. Сопротивление изоляции при 20°С не менее 1000×10^6 Ом·м, после 48 ч пребывания при относительной влажности 98% при 35±3°С не менее 10×10^6 Ом·м, а после 24 ч воздействия температуры 120°С не менее $0{,}5 \times 10^6$ Ом·км. Провода испытывают переменным напряжением 1000 В в течение 1 мин.

В проводах ПТФ и ПТФЭ (табл. 24.45) токопроводящая жила одножильная изготовляется из медно-никелевого сплава МН 2,4 и из сплава медь – титан, а двухжильный провод ПТФДЭ – из пары сплавов медь – никель и медь – титан, обматывается лентами Ф-4 и стеклоиитями, покрывается кремнийорганическим лаком. Жилу проводов ПТФЭ оплетают медной лужеиой проволокой диаметром 0,18 мм плотностью не менее 70%.

Провод ПТФДЭ состоит из двух параллельно уложенных проводов ПТФ, оплетенных медными луженными проволоками диаметром 0,18 мм плотностью не менее 70%. Сопротивление изоляции при 20°С не менее $0{,}5 \times 10^6$ Ом·км, а после 48 ч пребывания при относительной влажности 98% при 35±3°С не менее $0{,}002 \times 10^6$ Ом·км, после 24 ч воздействия температуры 250±5°С ие менее $0{,}5 \times 10^6$ Ом·км, а после 3 ч воздействия температуры 350±5°С не менее

Таблица 24.46. **Число возвратно-поступательных ходов при испытании проводов ПТН, ПТНО, ПТНО-900, ПТНЭ**

Марка	*D*, мм	Нагрузка на иглу, Н, диаметром		Число возвратно-поступательных движений иглы	
		0,6 мм	0,4 мм	среднее	минимальное
ПТН	0,20 и 0,30	2,45	1,96	50	20
	0,50 и 0,70				
ПТНО	0,20 и 0,30	1,47	0,98	8	6
	0,50 и 0,70	1,76	1,37	8	6
	1,20	1,96	1,57	20	10
ПТНО-900	0,20 и 0,30	0,98	0,78	8	6
	0,50 и 0,70	1,47	0,98	8	6
	1,20	1,96	1,57	20	10
ПТНЭ	1,20	2,94	2,35	60	30

Таблица 24.47. **Данные о минимальной и максимальной массе отрезка проводов на катушке**

Марка	*d*, мм	Масса отрезка на катушке, кг	
		минимальная	максимальная
ПТН	0,20 и 0,30	0,20	5
	0,50 и 0,70	0,70	10
	1,20	0,50	20
ПТНО	0,20	0,06	5
	0,30	0,12	5
	0,5; 0,7; 1,2	0,20	10
ПТНО-900	0,20	0,08	5
	0,30	0,15	5
	0,50 и 0,70	0,35	10
	1,20	0,80	20
ПТНЭ	0,20 и 0,30	0,20	10
	0,50 и 0,70	0,70	15
	1,2	1,50	20

$0{,}001 \times 10^6$ Ом · км. Провода испытывают переменным напряжением 1000 В в течение 1 мин.

Провода ПТНО (табл. 24.45) изготовляют из сплавов хромель, копель и алюмель, а ПТНО-900 – из сплавов хромель и алюмель. Токопроводящие жилы ПТН, ПТНО и ПТНЭ изготовляют из пары хромель – копель и хромель – алюмель с двухслойной обмоткой стеклянной нитью, а проводов ПТНО-900 – с трехслойной комбинированной обмоткой, состоящей из двух слоев кварцевой нити и одного слоя стеклянной нити повышенной нагревостойкости, и пропитывают жаростойким органосиликатным составом Т-11 или электроизоляционной эмалью марки КО-12а. Параллельно уложенные жилы ПТН и ПТНЭ обматывают стекловолокном повышениой нагревостойкости, пропитанным составом Т-11, лаком КО-916 или эмалью КО-12а и лаком КО-928, проводов ПТНО, ПТН и ПТНЭ – лаком КО-916 или лаком КО-928.

Провода ПТНЭ оплетают никелевой проволокой диаметром 0,12 мм плотностью не менее 85%. Пробивное напряжение проводов ПТНО, ПТН и ПТНЭ – 500 В, а ПТНО-900 – 700 В. Изоляция проводов ПТНО и ПТНО-900 должна быть эластичной при навивании на стержень диаметром, равным $10D$, и при изгибании образцов ПТН и ПТНЭ на 180° большей стороной вокруг стержня диаметром, равным 60 мм. Изоляция проводов должна быть механически прочной. При испытании на скребковом приборе среднее число возвратно-поступательных ходов иглы из трех испытаний в различных местах и минимальное в отдельных точках должны соответствовать табл. 24.46. Данные о минимальной и максимальной массе проводов приведены в табл. 24.47.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ПЯТЫЙ

ОБМОТОЧНЫЕ ПРОВОДА С ЭМАЛЕВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

25.1. НОМЕНКЛАТУРА

Обмоточные провода с эмалевой изоляцией предназначены для обмоток электрических машин, аппаратов, а также измерительных, регулирующих и прочих приборов и др.

Их изготовляют алюминиевыми, медными и никелированными медными. Никелированная медная проволока применяется для изготовления нагревостойких проводов с целью повышения стойкости к окислению. Для изоляции обмоточных проводов с эмалевой изоляцией применяют электроизоля-

ционные лаки, представляющие собой раствор высокомолекулярных пленкообразующих соединений в органических летучих жидкостях. При нагревании лакового покрытия на проволоке молекулярная масса пленкообразующих соединений возрастает, а растворитель испаряется, в результате чего на проводе образуется твердая эмалевая пленка. Ее гибкость обеспечивается наличием в пленке жидкостей, которые не испаряются при нагреве и выполняют роль пластификаторов.

Около 95% всех проводов с эмалевой изоляцией выпускают с применением синтетических лаков, образующих высокопрочные эмалевые покрытия. Самым распространенным лаком при изготовлении проводов является лак винифлекс (ВЛ-931), представляющий собой раствор поливинилформальэтилаевой и резольной фенолформальдегидной смол в смеси этилцеллозольва и технического хлорбензола (растворитель РВЛ). Лаковое покрытие винифлекс не плавится и не размягчается при нагреве, сохраняя гибкость и эластичность. Кроме того, применяют лак металвин (ВЛ-941), представляющий собой раствор поливинилформалевой и фенолформальдегидной смол с добавкой стабилизатора – триэтаноламина в смеси метапаракрезола и сольвент-нафты. Лаковое покрытие металвин по электроизоляционным и механическим параметрам не отличается от покрытия винифлекс, но превосходит его по стойкости к воздействию органических растворителей и воды.

Более нагревостойкие эмалевые покрытия образуют лаки на основе полиэфирных смол, представляющих собой продукты поликонденсации двухосновных кислот и многоатомных спиртов. Сырьем для получения лака ПЭ-943 служат тарефталевая кислота, этиленгликоль и глицерин. Основа лака ПЭ-939 получается при взаимодействии глицерина и расплавленной полиэфирной смолы (лавсана). С целью улучшения стойкости проводов с полиэфирной изоляцией к тепловым ударам и повышения нагревостойкости используются модифицированные полиэфирные лаки. Достигается это введением в состав лака изоцианурата в стабилизированной форме. Провода с изоляцией этими лаками по нагревостойкости соответствуют классу F (155 °С) или H (180 °С). Максимальная нагревостойкость изоляции проводов обеспечивается при применении полиимидных соединений. Наибольший интерес представляют полипиромеллитимиды, получаемые в результате поликонденсации диангидрида пиромеллитовой кислоты и диаминов. Они имеют высокую температуру плавления и нерастворимы в обычных растворителях. Полиимидный полимер не растворяется и не плавится. Лак ПАК-1 представляет собой раствор полипиромеллитамидокислоты в диметилформамиде. Полиэфиримидные лаки имеют более высокую нагревостойкость (155–180 °С) по сравнению с полиэфирными (130 °С), не уступают им по технологическим параметрам и растворяются в крезоле в смеси с сольвентом каменноугольным или ксинолом. Лак ПЭ-955 представляет собой продукт на основе полиэфира, получаемого из диметилтерефталата, этиленгликоля, глицерина, тримеллитового ангидрида и диаминофенилметана в смеси крезола и сольвента.

Полиуретановый лак УЛ-1 представляет собой продукт взаимодействия диизоцианатов с соединениями, содержащими гидроксильные группы, и применяется для проводов, облуживающихся без предварительной зачистки изоляции.

Около 5% проводов выпускаются с изоляцией лаками на основе высыхающих натуральных масел (тунговое и льняное), синтетической смолы ксиленольного копала и резината кальция, получаемого из канифоли. Растворителем лака на масляной основе является керосин. Лаковые покрытия имеют высокие электроизоляционные параметры, но невысокие механическую прочность и стойкость к растворителям.

Двухслойная изоляция проводов с эмалевой изоляцией представляет собой два различных лака, нанесенных на провод последовательно. На провода, предназначаемые для склеивания при нагревании, поверх основной изоляции на основе поливинилацеталевого или полиэфирного лака наносится клеящий слой из поливинилацетатного лака. Этот лак при температуре 120–150 °С размягчается, а при понижении температуры переходит в твердое состояние. Лучшие по нагревостойкости параметры достигаются при использовании раствора поливинилбутирама в спирте или этилцеллозольве (лак ПБ-1). Для защиты провода от механических повреждений применяются покрытия на основе полиамидов (лак КЛ-1) – раствор поликапролактама в трикрезоле.

Полиэфирная смола ТС-1 получается в результате переэтерификации смолы лавсан в присутствии глицерина с добавлением окиси свинца или окиси магния. Расплавленная смола наносится на провод и подвергается термообработке. Полученные провода по своим параметрам идентичны проводам с

Таблица 25.1. **Номенклатура обмоточных проводов с эмалевой изоляцией**

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
ПНЭТимид	359118 0200	Медный никелированный с полиимидной изоляцией круглый	ТУ 16.505.489-78
ПНЭТП	359128 1000	То же прямоугольный	ТУ 16.505.784-75
ПЭВ-1	359113 1300	Медный с высокопрочной (винифлекс) изоляцией	ГОСТ 7262-78
ПЭВ-2	359113 1400	То же с утолщенной изоляцией	То же
ПЭВА	359133 0200	То же, что и ПЭВ-1, алюминиевый	ГОСТ 14966-78
ПЭВАт	359133 0300	То же неотожженный	То же
ПЭВД	359113 0400	То же, что и ПЭВ-1, с дополнительным термопластичным (поливинилацетатным) слоем	ТУ 16.505.320-78
ПЭВДБ	3591130200	То же с дополнительным (поливинилбутиральным) слоем	То же
ПЭВЛ	359114 0300	Медный с полиуретановой утоненной изоляцией лудящийся	ТУ 16.505.446-77
ПЭВНК-1	359163 1100	Никелевый с высокопрочной (винифлекс) изоляцией	ТУ 16.505.849-75
ПЭВНК-2	359163 1200	То же с утолщенной изоляцией	То же
ПЭВП	359123 2000	Медный прямоугольный с поливинилацеталевой изоляцией	ТУ 16.505.080-75
ПЭВТЛ-1	359114 0100	То же, что и ПЭВЛ, но с нормальной толщиной изоляции	ТУ 16.505.446-77
ПЭВТЛ-2	359114 0200	То же, но с утолщенной изоляцией	То же
ПЭВТЛД	359114 0800	То же, что и ПЭВТЛ-1, с дополнительным термопластичным (клеящим) покрытием	ТУ 16.705.160-80
ПЭВТЛК	359114 0600	То же с дополнительным упрочняющим (полиамидным) покрытием	ТУ 16.505.480-73
ПЭВТЛК-1	359114 0500	То же с уменьшенной толщиной изоляции	То же
ПЭВТЛН-1	359114 0400	То же, что и ПЭВТЛ-1, немагнитный	ТУ 16.505.446-77
ПЭВТЛН-2	359114 0500	То же с утолщенной изоляцией	То же
ПЭЛ	359111 0100	Медный с изоляцией лаком на масляной основе	ГОСТ 2773-78
ПЭМП	359123 1000	Медный с высокопрочной (метальвиновой) изоляцией для транспонированных проводов	ТУ 16.505.855-75
ПЭМФ	359113 1600	Медный с изоляцией на поливинилформалевой основе фреоностойкий	ТУ 16.505.583-77
ПЭС-1	359113 0900	С высокопрочной (поливинилформалевой) изоляцией	ТУ 16.505.763-81
ПЭС-2	359113 1000	То же с утолщенной изоляцией	То же
ПЭСА	359133 0400	Алюминиевый с высокопрочной (поливинилформалевой) изоляцией	ТУ 16.505.886-76
ПЭСВ-1	359113 0600	Медный с высокопрочной (поливинилформалевой) утоненной изоляцией (для ВАЗа)	ТУ 16.505.796-75
ПЭСВ-2	359113 0700	То же с изоляцией нормальной толщины	То же
ПЭСВ-3	359113 0800	То же с утолщенной изоляцией	» »
ПЭСВ-4	359113 1800	То же с толстой изоляцией	ТУ 16.505.796-75
ПЭТ-200	359118 0600	Медный с полиамидной изоляцией с ТИ 200	ТУ 16.505.937-76
ПЭТ-155	359117 0100	Медный с полиэфиримидной изоляцией с ТИ 155	ГОСТ 21428-75
ПЭТВ-1	359115 0100	Медный с полиэфирной (ПЭ-943 и ПЭ-939) изоляцией	ТУ 16.705.110-79
ПЭТВ-2	359115 0400	То же с утолщенной изоляцией	ОСТ 16.0.505-001-80
ПЭТВ-2-ТС	359115 0500	То же с полиэфирной изоляцией на основе полиэфирных смол	ОСТ 16.0.505.001-80
ПЭТВ-БЖ	359115 0900	То же, что и ПЭТВ-2, немагнитный	ТУ 16.505.718-75
ПЭТВр	359115 0200	То же, что и ПЭТВ-1, для реле	ТУ 16.705.110-79
ПЭТВЦ	359115 0600	То же, что и ПЭТВ-2, с цветной изоляцией	ОСТ 16.0.505.001-80
ПЭТВА	359135 0100	То же, что и ПЭТВ-1, алюминиевый	ТУ 16.505.427-72
ПЭТВМ	359115 0800	Медный с полиэфирной изоляцией для механизированной намотки	ТУ 16.505.370-78
ПЭТВП	359125 1000	Медный прямоугольный с полиэфирной изоляцией	ГОСТ 17708-83 Е
ПЭТимид	359118 0100	Медный круглый с полиимидной изоляцией	ТУ 16.505.489-78
ПЭТП-155	359127 1000	Медный прямоугольный с полиэфиримидной изоляцией с ТИ 155	ТУ 16.505.547-73
ПЭТП-200	359128 2000	То же с полиамидной изоляцией с ТИ 200	ТУ 16.505.936-76
ПЭФ-155	359117 0400	Круглый с высокопрочной изоляцией на полиэфирдианураттимидной основе с ТИ 155	ТУ 16.505.673-77

Примечание. ТИ — температурный индекс.

Таблица 25.2. **Сортамент обмоточных проводов с эмалевой изоляцией**

а) Круглые провода

Марка	Диаметр проволоки *d*, мм
ПНЭТимид	0,03 – 2,50
ПЭВ-1	0,02 – 2,50
ПЭВ-2	0,05 – 2,50
ПЭВА	0,50 – 2,50
ПЭВАт	0,08 – 0,80
ПЭВД, ПЭВДБ	0,10 – 0,63
ПЭВНК-1, ПЭВНК-2	0,03 – 0,30
ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2	0,02 – 1,60
ПЭВЛ	0,05 – 0,20
ПЭВТЛД	0,025 – 0,125
ПЭВТЛК	0,060 – 0,355
ПЭВТЛК-1	0,04 – 0,09
ПЭВТЛН-1	0,02 – 0,25
ПЭЛ	0,02 – 2,44
ПЭМФ	0,25 – 0,95
ПЭС-1, ПЭС-2	0,063 – 2,50
ПЭСА	1,0 – 2,50
ПЭСВ-1	0,071 – 0,315
ПЭСВ-2	0,315 – 1,25
ПЭСВ-3	1,18 и 1,25
ПЭСВ-4	1,18
ПЭТ-155	0,06 – 2,50
ПЭТ-200	0,50 – 2,50
ПЭТВ-1	0,05 – 1,56
ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	0,06 – 2,50
ПЭТВА	0,14 – 2,50
ПЭТВ-БЖ	0,05 – 0,20
ПЭТВМ	0,25 – 1,40
ПЭТВр	0,02 – 0,20
ПЭТимид	0,03 – 2,0
ПЭФ-155	0,063 – 1,8

б) Прямоугольные провода

Марка	Размеры сторон, мм
ПНЭТП	(0,5 – 1,9) × (2,12 – 4,0)
ПЭВП	(0,5 – 2,8) × (2,12 – 6,0)
ПЭМП	(1,5 – 3,55) × (3,75 – 11,2)
ПЭТВП	(0,8 – 3,55) × (2,0 – 12,5)
ПЭТП-155	(0,8 – 2,0) × (2,0 – 5,6)
ПЭТП-200	(0,8 – 2,0) × (2,0 – 5,6)

изоляцией на основе полиэфирных лаков типа ПЭ-943 или ПЭ-939.

Перечень марок обмоточных проводов с эмалевой изоляцией приведен в табл. 25.1, а сортамент – в табл. 25.2.

25.2. АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОДА

Алюминиевые провода с эмалевой изоляцией (табл. 25.3) изготовляют из алюминиевой проволоки, провод ПЭВАт – из алюминиевой неотожженной проволоки по ГОСТ 6132-79. Минимальное относительное удлинение провода ПЭВА 8 – 18%, ПЭСА 12 – 15%, ПЭТВА 10 – 18%, а провода ПЭВАт не нормируют. Алюминиевые провода изготовляют с изоляцией из поливинилацетале-

Таблица 25.3. **Максимальный внешний диаметр алюминиевых проводов ПЭТВА, ПЭСА, ПЭВА, ПЭВАт**

d, мм	*D*, мм	*d*, мм	*D*, мм
0,08	0,105	0,690*	0,75
0,09	0,115	0,710	0,77
0,10	0,125	0,750	0,82
0,112	0,137	0,770*	0,84
0,125	0,150	0,800	0,87
0,140	0,165	0,830*	0,90
(0,150)	0,18	0,850	0,92
0,160	0,19	0,900	0,97
(0,170)	0,20	0,930*	1,00
0,180	0,210	0,950	1,02
(0,190)	0,22	1,000	1,09
0,200	0,23	1,060	1,15
(0,210)	0,24	1,08*	1,17
0,224	0,264	1,120	1,21
(0,236)	0,280	1,180	1,27
0,250	0,29	1,20	–
(0,265)	0,310	1,250	1,34
0,280	0,320	1,32	1,41
(0,300)	0,340	1,40	1,49
0,315	0,355	1,45*	1,54
(0,335)	0,380	1,50	1,59
0,355	0,395	1,56*	1,65
(0,380)	0,430	1,60	1,70
0,400	0,450	1,70	1,80
(0,425)	0,480	1,80	1,91
0,450	0,500	1,90	2,01
(0,475)	0,530	2,00	2,11
0,500	0,550	2,12	2,23
(0,530)	0,590	2,24	2,35
0,560	0,610	2,36	2,47
(0,600)	0,660	2,44*	2,55; 2,57**
0,630	0,690	2,50	2,61
(0,670)	0,73		

* В новых разработках не применять.
** 2,57 для ПЭСА.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

вого лака винифлекс или металвин (ПЭВА, ПЭВАт), поливинилформалевого лака (ПЭСА) и полиэфирного лака (ПЭТВА). Изоляция проводов диаметром до 0,355 мм ПЭВА, ПЭВАт и ПЭСА в состоянии поставки и после пребывания в термостате при 130 ± ± 5 °С и провода ПЭТВА при 180 ± 5 °С выдерживает без растрескивания эмали растяжение до разрыва, а ПЭТВА – растяжение до относительного удлинения на 8%, диаметром 0,38 мм и выше – навивание провода на стержень. Отношение диаметра стержня к диаметру провода при испытании на растрескивание изоляции соответствует табл. 25.4. Число микродефектов эмалевой изоляции проводов ПЭВА и ПЭВАт диаметром 0,08 – 0,14 мм на длине 15 ± 1,5 м не превышает 10, а от 0,14 до 0,355 мм – 7, провода ПЭТВА диаметром 0,14 мм – 15, а 0,15 – 0,355 мм – 10. Изоляция проводов устойчива к истиранию и выдерживает испытание на скреб-

Таблица 25.4. **Условия испытания на эластичность проводов ПЭСА, ПЭВА и ПЭТВА**

Марка провода	Состояние провода	Отношение диаметра стержня к диаметру провода в диапазоне диаметра проволоки, мм				
		0,355–0,53	0,56–0,69	0,71–1,25	1,32–1,7	свыше 1,7–2,5
ПЭВА и ПЭСА	а) В исходном состоянии после 24 ч пребывания при 130 ± ±5 °С	2	2	3	4	6; 7*
	б) При испытании на тепловой удар 30 мин при 130 ± 5 °С	2	2	3	4	6; 7*
ПЭТВА	а) В исходном состоянии и после 24 ч пребывания при 180 ± 5 °С	3	4	5	6	8
	б) При испытании на тепловой удар при 200 ± 5 °С	8	9	10	12	15

* 7 для ПЭСА.

Таблица 25.5. **Механическая нагрузка, Н, при испытании проводов с эмалевой изоляцией на стойкость к истиранию**

D, мм	Класс А	Класс Б
0,25–0,27	1,57	1,96
0,29–0,315	1,67	2,15
0,335–0,355	1,86	2,35
0,38	2,06	2,64
0,41–0,44	2,25	2,84
0,47–0,49	2,52	3,23
0,51–0,55	2,65	3,43
0,57–0,62	2,94	3,72
0,64–0,69	3,24	3,92
0,72–0,74	3,53	4,40
0,77	3,72	4,7
0,8–0,83	3,82	4,9
0,86	3,92	5,1
0,9–0,93	4,22	5,3
0,96	4,41	5,49
1,0–1,04	4,51	5,69
1,08	4,71	5,86
1,12–1,16	4,91	6,08
1,20	5,08	6,28
1,25–1,3	5,29	6,56
1,35	5,48	6,75
1,4–1,45	5,68	7,06
1,5–1,56	5,98	7,35
1,62–1,68	6,18	7,65
1,74	6,46	7,94
1,81–2,5	6,76	8,32

ковом приборе. Среднее число возвратно-поступательных ходов стальной иглы диаметром 0,4 мм из четырех испытаний в различных местах не менее 20, а минимальное – не менее 12. Механическая нагрузка на иглу соответствует классу нагревостойкости А (табл. 25.5) (проводов ПЭСА – 1/2 А, а после воздействия толуола 1/3 А). Пробивное напряжение проводов ПЭВА, ПЭВАт, ПЭСА и ПЭТВА не менее указанного в табл. 25.6.

Таблица 25.6. **Пробивное напряжение, В, алюминиевых обмоточных проводов ПЭВА, ПЭВАт, ПЭСА и ПЭТВА**

D, мм	Число скруток на длине 125 м	ПЭВА, ПЭВАт, ПЭСА	ПЭТВА
0,05–0,112	40	500	–
0,125–0,14	33	500	500
0,16–0,20	33	600	500
0,224–0,25	33	800	800
0,28–0,355	23	800	800
0,38–0,40	16	800	1500
0,45–0,53	16	1200	1500
0,56–0,71	12	1500	1800
0,75–0,83	8	1500	1800
0,85–1,06	8	1800	2000
1,12–1,32	6	1800	2000
1,4–1,5	6	2000	2500
1,56–1,9	4	2000	2500
2,0–2,12	4	2000	2500
2,24–2,5	3	2000	2500

25.3. МЕДНЫЕ ПРОВОДА

Медные провода с эмалевой изоляцией (табл. 25.7–25.13) изготовляют из круглой медной проволоки по ГОСТ 2112–79 и прямоугольной проволоки по ГОСТ 434–78. Провода ПНЭТимид и ПНЭТП изготовляют из никелированной медной проволоки. Провода ПЭТВЛ-1, ПЭТВЛ-2, ПЭВЛ, ПЭВТЛК, ПЭВТЛК-1, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2 и ПЭВТЛД подвергают пайке без зачистки изоляции (лакового слоя, расплавленного во время нагревания, являющегося флюсом, предохраняющим медную проволоку от окисления). Температура и

Таблица 25.7. **Максимальный внешний диаметр, мм, обмоточных проводов ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭС-2, ПЭТ-155, ПЭТимид, ПНЭТимид и ПЭФ-155**

d, мм	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭС-2	ПЭТ-155	ПЭТимид, ПНЭТимид	ПЭФ-155
0,02	0,035	–	–	–	–	–
0,025	0,040	–	–	–	–	–
(0,03)	0,045	–	–	–	0,038	–
0,032	0,045	–	–	–	0,040	–
(0,035)*	–	–	–	–	0,045*	–
0,040	0,055	–	–	–	0,050	–
(0,045)*	–	–	–	–	0,057*	–
0,050	0,070	0,080	–	–	0,062	–
(0,060)	0,085	0,090	–	0,090	(0,075)	–
0,063	0,085	0,090	0,085	0,090	0,078	0,078
0,071	0,095	0,1	0,095	0,100	0,088	0,086
0,080	0,105	0,11	0,105	0,11	0,098	–
0,090	0,115	0,12	0,116	0,12	0,110	–
0,100	0,125	0,13	0,128	0,13	0,121	–
0,112	0,135	0,14	0,140	0,140	0,134	–
(0,120)	0,145	0,15	–	0,150	0,144	–
0,125	0,150	0,155	0,154	0,155	0,149	–
(0,130)	0,155	0,160	–	0,160	0,150	–
0,140	0,165	0,170	0,170	0,170	0,166	–
(0,150)	0,180	0,190	–	0,19	0,177	–
0,160	0,190	0,200	0,198	0,20	0,187	–
(0,170)	0,20	0,21	0,200	0,21	0,199	–
0,180	0,210	0,220	0,220	0,22	0,209	–
(0,190)	0,220	0,230	0,230	0,23	0,220	–
0,200	0,230	0,240	0,240	0,24	0,230	–
(0,210)	0,240	0,250	–	0,26	0,242	–
0,224	0,260	0,270	0,264	0,27	0,256	–
(0,236)	0,275	0,285	–	0,285	0,270	–
0,250	0,290	0,300	0,300	0,3	0,284	–
(0,265)	0,305	0,315	–	0,315	0,300	–
0,280	0,320	0,330	0,330	0,330	0,315	0,33
(0,300)	0,340	0,350	–	0,350	0,337	–
0,315	0,355	0,365	0,364	0,365	0,352	0,370
(0,335)	0,375	0,385	–	0,385	0,375	0,390
0,355	0,395	0,415	0,414	0,405	0,395	0,410
(0,380)	0,420	0,440	–	0,440	0,422	–
0,40	0,440	0,460	0,460	0,460	0,442	0,460
(0,425)	0,465	0,485	–	0,490	0,470	–
0,450	0,400	0,510	0,510	0,520	0,495	0,510
(0,475)	0,525	0,545	–	0,545	0,523	–
0,500	0,550	0,570	0,568	0,57	0,540	0,56
(0,530)	0,580	0,600	–	0,60	0,581	0,6
0,560	0,610	0,630	0,630	0,63	0,611	0,63
(0,600)	0,65	0,67	–	0,67	0,654	–
0,630	0,680	0,700	0,700	0,71	0,684	0,700
(0,670)	0,720	0,75	–	0,75	0,727	0,750
0,690*	0,74	0,77	–	0,77	0,747	0,77*
0,710	0,76	0,79	0,790	0,79	0,767	0,79
0,750	0,81	0,84	0,830	0,83	0,809	0,83
0,77*	0,83	0,86	–	0,85	0,831*	–
0,80	0,86	0,89	0,880	0,89	0,861	0,88
0,83*	0,89	0,92	–	0,92	0,893*	–
0,85	0,91	0,94	0,930	0,94	0,913	0,93
0,90	0,96	0,99	0,990	0,99	0,965	0,99
0,93*	0,99	1,02	–	1,020	0,997*	–
0,95	1,01	1,04	1,040	1,040	1,017	1,040
1,000	1,07	1,10	1,090	1,090	1,068	1,090
1,06	1,13	1,16	1,150	1,160	1,13	1,150
1,08*	1,16	1,18	–	1,180	1,152*	–
1,12	1,19	1,22	1,210	1,22	1,192	1,210
1,18	1,26	1,28	1,270	1,28	1,254	1,270
1,25	1,33	1,35	1,350	1,35	1,325	1,350
1,32	1,4	1,42	1,420	1,42	1,397	1,420
1,400	1,48	1,51	1,50	1,51	1,479	1,500
1,45*	1,53	1,56	–	1,56	1,531*	–
1,500	1,58	1,61	1,60	1,61	1,581	1,60
1,56*	1,64	1,67	–	1,67	1,643*	–

Продолжение табл. 25.7

d, мм	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭС-2	ПЭТ-155	ПЭТимид, ПНЭТимид	ПЭФ-155
1,600	1,68	1,71	1,710	1,71	1,683	1,71
1,700	1,78	1,81	1,810	1,81	1,785	1,810
1,80	1,89	1,92	1,910	1,92	1,888	1,910
1,90	1,99	2,020	2,010	2,02	1,990	–
2,00	2,09	2,12	2,120	2,12	2,092	–
2,12	2,21	2,24	2,240	2,24	2,22	–
2,24	2,34	2,37	2,36	2,37	2,340	–
2,36	2,46	2,49	2,480	2,49	2,460	–
2,44*	2,54	2,57	–	2,57	2,54*	–
2,50	2,6	2,63	2,630	2,63	2,600	–

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

Таблица 25.8. **Максимальный внешний диаметр, мм, обмоточных проводов ПЭМФ, ПЭСВ-1, ПЭСВ-2, ПЭСВ-3 и ПЭСВ-4**

d, мм	ПЭМФ	ПЭСВ-1	ПЭСВ-2	ПЭСВ-3	ПЭСВ-4
0,071	–	0,086	–	–	–
0,10	–	0,115	–	–	–
(0,13)	–	0,15	–	–	–
(0,15)	–	0,175	–	–	–
(0,17)	–	0,195	–	–	–
0,224	–	0,251	–	–	–
0,25	0,295	–	–	–	–
0,28	0,325	–	–	–	–
0,315	0,36	0,35	0,37	–	–
0,355	0,405	–	–	–	–
0,40	0,45	–	0,45	–	–
0,45	0,50	–	0,51	–	–
0,50	0,56	–	0,565	–	–
0,56	0,62	–	0,625	–	–
(0,60)	–	–	0,67	–	–
0,63	0,69	–	–	–	–
(0,67)	–	–	0,74	–	–
0,69*	–	–	0,76	–	–
0,71	0,78	–	–	–	–
0,75	0,83	–	–	–	–
0,80	0,88	–	0,875	–	–
0,85	0,93	–	–	–	–
0,90	0,98	–	–	–	–
0,95	1,03	–	1,03	–	–
1,18	–	–	1,265	1,29	1,34
1,25	–	–	1,325	1,36	–

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

время облуживания проводов (за исключением никелированных) приведены в таблице.

Марка	Диапазон диаметров, мм	Температура, °С	Время, с, не более
ПЭВТЛ-1	Свыше 0,315	375 ± 5	10*d*
ПЭВТЛ-2	Свыше 0,315	375 ± 5	15*d*
ПЭВТЛК,	До 0,315		3
ПЭВТЛК-1	Свыше 0,315	375 ± 5	15*d*
ПЭВЛ,	До 0,315	375 ± 5	3
ПЭВТЛ-1,			
ПЭВТЛ-2,			
ПЭВТЛН-1,			
ПЭВТЛН-2			
ПЭВТЛД	До 0,018	170	2
	Свыше 0,018		3

Изоляция проводов ПЭВТЛД склеивается при 170 °С. Время и показатели прочности проводов ПЭВТЛД после склеивания приведены в таблице.

D, мм	Время склеивания, мин	Усилие раскручивания, Н	Растягивающая нагрузка, Н
0,025	5	0,03	–
0,03 – 0,32	5	0,05	–
0,04	5	0,09	–
0,05	5	0,14	–
0,12 – 0,125	30	–	0,12

Относительное удлинение проводов в зависимости от диаметра приведено в табл. 25.14, проводов ПЭВЧ-1 и ПЭВЧ-2 не нормируется. Изоляция проводов выдерживает без растрескивания и отслаивания эмали испытания в условиях, указаниых в табл. 25.15, а провод ПЭТП-155 выдерживает в исходном состоянии изгиб по меньшей стороне на стержне диаметром 4*a*, но не

Таблица 25.9. **Максимальный внешний диаметр, мм, медных обмоточных проводов ПЭТВр, ПЭТВ-БЖ, ПЭС-1, ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2ТС, ПЭТВЦ, ПЭЛ, ПЭВЛ, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2, ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭТ-200, ПЭТВМ, ПЭВД, ПЭВДБ**

d, мм	ПЭТВ-БЖ, ПЭТВр	ПЭС-1	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2ТС, ПЭТВЦ	ПЭЛ, ПЭВЛ, ПЭВТЛН-1	ПЭВТЛ-1	ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2	ПЭТ-200	ПЭТВМ	ПЭВД, ПЭВДБ	ПЭТВ-1
0,02	0,035	0,035	–	0,026	0,026	0,028	–	–	–	–
0,025	0,040	0,040	–	0,031	0,031	0,034	–	–	–	–
(0,03)	0,045* (ПЭТВр)	0,045	–	0,038	0,038	0,041	–	–	–	–
(0,032)	0,048 (ПЭТВр)	0,045	–	0,040	0,040	0,043	–	–	–	–
(0,035)*	0,050* (ПЭТВр)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,040	0,055	0,053	–	0,050	0,050	0,054	–	–	–	–
(0,045*)	0,06*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,05	0,065	0,07	–	0,065	0,066	0,068	–	–	–	0,062
(0,06)	0,085	0,085	0,084	0,075	0,077	0,082	–	–	–	0,075
0,063	0,085 (ПЭТВр) 0,088 (ПЭТВ-БЖ)	0,078	0,084	0,076	0,078	0,085	–	–	–	0,078
0,071	0,095	0,088	0,094	0,086	0,088	0,095	–	–	–	0,088
0,08	0,105	0,098	0,104	0,095	0,098	0,105	–	–	–	0,096
0,09	0,115	0,110	0,116	0,105	0,110	0,117	–	–	–	0,106
0,10	0,125	0,120	0,128	0,120	0,125	0,130	–	–	0,14	0,120
(0,11)*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,128*
0,112	0,143 (ПЭТВр) 0,135 (ПЭТВ-БЖ)	0,134	0,14	0,132	0,137	0,142	–	–	0,152	0,134
(0,12)	0,145	–	0,15	0,140	0,145	0,150	–	–	0,16	0,140
0,125	0,150	0,148	0,154	0,145	0,150	0,155	–	–	0,165	0,145
(0,13)	0,155	–	0,16	0,150	0,155	0,160	–	–	0,17	0,150
0,14	0,165	0,164	0,17	0,160	0,165	0,170	–	–	0,18	0,16
(0,15)	0,18	–	0,19	0,170	0,18	0,190	–	–	0,20	0,170
0,16	0,19	0,186	0,198	0,180	0,19	0,200	–	–	0,21	0,185
(0,17)	0,20	0,198	0,21	0,19	0,20	0,210	–	–	0,22	0,195
0,18	0,21	0,208	0,22	0,20	0,21	0,220	–	–	0,23	0,205
(0,19)	0,22	0,22	0,23	0,21	0,22	0,230	–	–	0,24	0,215
0,20	0,23	0,23	0,24	0,225	0,23	0,240	–	–	0,25	0,225
(0,21)	0,24	–	0,25	0,235	0,24	0,250	–	–	0,26	0,235
0,224	–	0,256	0,264	0,250	0,265	0,275	–	–	0,282	0,255
(0,236)	–	–	0,286	0,261	0,276	0,286	–	–	0,294	0,266
0,25	0,29	0,284	0,30	0,275	0,29	0,300	–	0,31	0,31	0,280
(0,265)	–	–	0,314	–	0,305	0,315	–	0,325	0,325	0,300
0,28	–	0,314	0,33	–	0,320	0,330	–	0,340	0,340	0,315
(0,30)	–	–	0,350	–	0,340	0,350	–	0,360	0,360	0,335
0,315	–	0,352	0,364	–	0,355	0,365	–	0,375	0,375	0,350
(0,335)	–	–	0,384	–	0,375	0,385	–	0,395	0,395	0,375
0,355	–	0,394	0,414	–	0,395	0,415	–	0,425	0,415	0,395
(0,38)	0,43	–	0,44	0,42	0,420	0,440	0,44	0,450	0,450	0,420
0,40	–	0,440	0,46	–	0,440	0,460	–	0,470	0,470	0,440
(0,425)	–	–	0,484	–	0,465	0,485	–	0,495	0,495	0,465
0,45	–	0,490	0,510	–	0,490	0,510	–	0,520	0,530	0,495
(0,475)	–	–	0,534	–	0,515	0,535	–	0,545	0,555	0,520
0,50	–	0,548	0,560	–	0,545	0,565	0,57	0,58	0,585	0,545
(0,53)	0,59	–	0,600	0,58	0,580	0,600	–	0,610	–	–
0,56	–	0,610	0,630	–	0,610	0,630	0,63	0,640	0,645	0,610
(0,60)	–	–	0,670	–	0,650	0,670	–	0,680	0,695	0,650
0,63	–	0,680	0,700	–	0,680	0,705	0,71	0,720	0,725	0,680
(0,67)	0,73	–	0,750	0,72	0,720	0,750	–	0,760	–	0,720
0,69*	0,75	–	0,770	0,74	0,740	0,770	–	0,780*	–	0,740*
0,71	–	0,760	0,790	–	0,760	0,790	0,79	0,800	–	0,765
0,75	–	0,800	0,830	–	0,810	0,840	0,83	0,840	–	0,805
(0,77)*	0,84	–	0,850	0,83	0,830	0,860	–	0,860*	–	0,830*
0,80	0,87	0,860	0,880	0,86	0,860	0,890	0,89	0,890	–	0,860
0,83*	0,90	0,890	0,910	0,89	0,890	0,920	–	0,920*	–	0,890*
0,85	–	0,910	0,930	–	0,910	0,940	0,94	0,940	–	0,910

Продолжение табл. 25.9

d, мм	ПЭТВ-БЖ, ПЭТВр	ПЭС-1	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2ТС, ПЭТВЦ	ПЭЛ, ПЭВЛ, ПЭВТЛН-1	ПЭВТЛ-1	ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2	ПЭТ-200	ПЭТВМ	ПЭВД, ПЭВДБ	ПЭТВ-1
0,90	0,97	0,960	0,990	0,96	0,960	0,990	0,99	0,990	—	0,960
0,93*	1,00	—	1,020*	0,99	0,990	1,020	—	1,020*	—	0,990*
0,95	—	1,010	1,040	—	1,010	1,040	1,04	1,040	—	1,010
1,00	1,09	1,060	1,090	1,07	1,080	1,110	1,09	1,110	—	1,065
1,06	—	1,130	1,150	—	1,140	1,170	1,16	1,170	—	1,130
1,08*	1,17	—	1,170*	1,16	1,160	1,190	—	1,19*	—	1,150*
1,12	1,21	1,19	1,210	1,20	1,200	1,230	1,22	1,230	—	1,190
1,18	—	1,25	1,270	—	1,260	1,290	1,28	1,230	—	1,250
1,25	1,34	1,32	1,350	1,33	1,330	1,360	1,35	1,360	—	1,320
1,32	—	1,39	1,420	—	1,400	1,430	1,42	1,43	—	1,390
1,40	1,49	1,47	1,500	1,48	1,480	1,510	1,51	—	—	1,475
1,45*	1,54	—	1,550*	1,53	1,530	1,560	—	—	—	1,530*
1,50	1,59	1,58	1,600	1,58	1,580	1,610	1,61	—	—	1,580
1,56*	1,65	—	1,670*	1,64	1,640	1,670	—	—	—	1,640*
1,60	—	1,68	1,710	—	1,680	1,710	1,71	—	—	1,680
1,70	—	1,78	1,810	—	—	—	—	—	—	—
1,80	—	1,88	1,910	—	—	—	1,92	—	—	—
1,90	—	1,99	2,010	—	—	—	2,02	—	—	—
2,00	—	2,090	2,120	—	—	—	2,12	—	—	—
2,12	—	2,210	2,240	—	—	—	2,24	—	—	—
2,24	—	2,330	2,360	—	—	—	2,37	—	—	—
2,36	—	2,450	2,480	—	—	—	2,49	—	—	—
(2,44)*	2,55	2,540	2,560*	2,54	—	—	—	—	—	—
2,50	—	2,600	2,630	—	—	—	2,63	—	—	—

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

Таблица 25.10. **Максимальный внешний диаметр, мм, медных обмоточных проводов с эмалевой изоляцией**

d, мм	ПЭВНК-1	ПЭВНК-2	ПЭВТЛД	ПЭВТЛК	ПЭВТЛК-1
0,014	—	—	0,018	—	—
0,016	—	—	0,020	—	—
0,018	—	—	0,023	—	—
0,02	—	—	0,027	—	—
0,025	—	—	0,035	—	—
0,03*	0,05	0,06	0,042	—	—
0,032	—	—	0,044	—	—
0,035*	—	—	—	—	—
0,04	—	—	0,055	—	0,06
0,042	0,062	0,077	—	—	—
0,045*	0,065	0,08	—	—	—
0,05	0,075	0,085	0,069	—	0,075
(0,06)	—	—	—	0,11	0,087
0,063	—	—	0,078	0,11	0,090
0,07	0,10	0,11	—	—	—
0,071	—	—	0,088	0,12	0,10
0,08	0,11	0,12	0,098	0,13	0,11
0,09	—	—	0,110	0,14	0,12
0,10	0,13	0,14	—	0,16	—
0,112	—	—	—	0,170	—
0,12*	—	—	0,156	0,180	—

Продолжение табл. 25.10

d, мм	ПЭВНК-1	ПЭВНК-2	ПЭВТЛД	ПЭВТЛК	ПЭВТЛК-1
0,125*	—	—	0,168	0,185	—
(0,13)	—	—	—	0,19	—
0,14	—	—	—	0,20	—
(0,15)	—	—	—	0,22	—
0,16	—	—	—	0,23	—
(0,17)	—	—	—	0,24	—
0,18	—	—	—	0,25	—
(0,19)	—	—	—	0,26	—
0,20	0,25	0,26	—	0,27	—
(0,21)	—	—	—	0,28	—
0,224	—	—	—	0,30	—
(0,236)	—	—	—	0,325	—
0,25	—	—	—	0,34	—
(0,265)	—	—	—	0,355	—
(0,30)	0,355	0,36	—	0,390	—
0,315	—	—	—	0,405	—
(0,335)	—	—	—	0,43	—
0,355	—	—	—	0,47	—

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обосованных случаях.

Таблица 25.11. **Максимальные внешние размеры прямоугольных медных проводов ПЭМП**

Продолжение табл. 25.11

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
1,5 × 4,5*	1,65 × 4,71
1,5 × 5,0*	1,65 × 5,25
1,5 × 5,6*	1,65 × 5,81
1,5 × 6,3*	1,65 × 6,51
1,5 × 7,1*	1,65 × 7,31
1,5 × 8,0*	1,65 × 8,21
1,6 × 4,5	1,75 × 4,71
1,6 × 4,75*	1,75 × 4,96
1,6 × 5,0	1,75 × 5,21
1,6 × 5,3*	1,75 × 5,51
1,6 × 5,6	1,75 × 5,81
1,6 × 6,0*	1,75 × 6,21
1,6 × 6,3	1,75 × 6,51
1,6 × 6,7*	1,75 × 6,91
1,6 × 7,1	1,75 × 7,31
1,6 × 7,5*	1,75 × 7,71
1,6 × 8,0	1,75 × 8,21
1,6 × 8,5*	1,75 × 8,71
1,6 × 9,0	1,75 × 9,21
1,6 × 9,5*	1,75 × 9,71
1,7 × 4,5	1,85 × 4,71
1,7 × 5,0*	1,85 × 5,21
1,7 × 5,6*	1,85 × 5,81
1,8 × 4,5	1,95 × 4,71
1,8 × 4,75*	1,95 × 4,96
1,8 × 5,0	1,95 × 5,21
1,8 × 5,3*	1,95 × 5,51
1,8 × 5,6	1,95 × 5,81
1,8 × 6,0*	1,95 × 6,21
1,8 × 6,3	1,95 × 6,51
1,8 × 6,7*	1,95 × 6.91
1,8 × 7,1	1,95 × 7,31
1,8 × 7,5*	1,95 × 7,71
1,8 × 8,0	1,95 × 8,21
1,8 × 8,5*	1,95 × 8,71
1,8 × 9,0	1,95 × 9,21
1,8 × 9,5*	1,95 × 9,71
1,8 × 10,0	1,95 × 10,21
1,9 × 4,5*	2,05 × 4,71
1,9 × 5,0*	2,05 × 5,21
1,9 × 6,3*	2,05 × 6,51
1,9 × 7,1*	2,05 × 7,31
1,9 × 8,0*	2,05 × 8,21
1,9 × 9,0*	2,05 × 9,21
1,9 × 9,5*	2,05 × 9,71
1,9 × 10*	2,05 × 10,21
2,0 × 4,5	2,15 × 4,71
2,0 × 4,75*	2,15 × 4,96
2,0 × 5,0	2,15 × 5,21
2,0 × 5,3*	2,15 × 5,51
2,0 × 5,6	2,15 × 5,81
2,0 × 6,0*	2,15 × 6,21
2,0 × 6,3	2,15 × 6,51
2,0 × 6,7*	2,15 × 6,91
2,0 × 7,1	2,15 × 7,31
2,0 × 7,5*	2,15 × 7,71
2,0 × 8,0	2,15 × 8,21
2,0 × 8,5*	2,15 × 8,71
2,0 × 9,0	2,15 × 9,21
2,0 × 9,5*	2,15 × 9,71
2,0 × 10,0	2,15 × 10,21
2,0 × 10,6*	2,15 × 10,81
2,0 × 11,2	2,15 × 11,41
2,12 × 4,0*	2,3 × 4,16
2,12 × 4,5*	2,3 × 4,71
2,12 × 5,0*	2,3 × 5,1
2,12 × 5,6*	2,3 × 5,81
2,12 × 6,3*	2,3 × 6,51

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
2,12 × 7,1*	2,3 × 7,31
2,12 × 8,0*	2,3 × 8,21
2,12 × 9,0*	2,3 × 9,21
2,12 × 10,0*	2,3 × 10,21
2,12 × 11,2*	2,3 × 11,41
2,24 × 3,75*	2,42 × 3,93
2,24 × 4,0	2,42 × 4,18
2,24 × 4,5	2,42 × 4,71
2,24 × 4,75*	2,42 × 4,96
2,24 × 5,0	2,42 × 5,21
2,24 × 5,3*	2,42 × 5,51
2,24 × 5,6	2,42 × 5,81
2,24 × 6,0*	2,42 × 6,21
2,24 × 6,3	2,42 × 6,51
2,24 × 6,7*	2,42 × 6,91
2,24 × 7,1	2,42 × 7,31
2,24 × 7,5*	2,42 × 7,71
2,24 × 8,0	2,42 × 8,21
2,24 × 8,5*	2,42 × 8,71
2,24 × 9,0	2,42 × 9,21
2,24 × 9,5*	2,42 × 9,71
2,24 × 10,0	2,42 × 10,21
2,24 × 10,6*	2,42 × 10,81
2,36 × 4,5*	2,54 × 4,71
2,36 × 5,0*	2,54 × 5,21
2,36 × 5,6*	2,54 × 5,31
2,36 × 6,3	2,54 × 6,51
2,36 × 7,1*	2,54 × 7,31
2,36 × 8,0*	2,54 × 8,21
2,36 × 9,9*	2,54 × 9,21
2,36 × 10,0*	2,54 × 10,21
2,5 × 4,5	2,68 × 4,71
2,5 × 4,75*	2,68 × 4,96
2,5 × 5,0	2,68 × 5,21
2,5 × 5,3*	2,68 × 5,51
2,5 × 5,6	2,68 × 5,81
2,5 × 6,0*	2,68 × 6,21
2,5 × 6,3	2,68 × 6,51
2,5 × 6,7*	2,68 × 6,91
2,5 × 7,1	2,68 × 7,31
2,5 × 7,5*	2,68 × 7,71
2,5 × 8,0	2,68 × 8,21
2,5 × 8,5*	2,68 × 8,71
2,5 × 9,0	2,68 × 9,21
2,5 × 9,5*	2,68 × 9,71
2,5 × 10,0	2,68 × 10,21
2,65 × 4,5*	2,83 × 4,71
2,65 × 5,0*	2,83 × 5,21
2,65 × 5,6*	2,83 × 5,81
2,65 × 6,3*	2,83 × 6,51
2,65 × 7,1*	2,83 × 7,31
2,65 × 8,0*	2,83 × 8,21
2,8 × 4,25	2,98 × 4,71
2,8 × 4,5*	2,98 × 4,96
2,8 × 5,0	2,98 × 5,21
2,8 × 5,3*	2,98 × 5,51
2,8 × 5,6	2,98 × 5,81
2,8 × 6,0*	2,98 × 6,21
2,8 × 6,3	2,98 × 6,51
2,8 × 6,7*	2,98 × 6,91
2,8 × 7,5*	2,98 × 7,71
2,8 × 8,0	2,98 × 8,21
2,8 × 8,5*	2,98 × 8,71
3,0 × 4,5*	3,18 × 4,71
3,0 × 5,0*	3,18 × 5,21
3,0 × 5,6*	3,18 × 5,81
3,0 × 6,3*	3,18 × 6,51

Продолжение табл. 25.11

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
3,0 × 7,1*	3,18 × 7,31
3,0 × 8,0*	3,18 × 8,21
3,15 × 4,75*	3,33 × 4,96
3,15 × 5,0	3,33 × 5,21
3,15 × 5,3*	3,33 × 5,51
3,15 × 5,6	3,33 × 5,81
3,15 × 6,0*	3,33 × 6,21
3,15 × 6,3	3,33 × 6,51
3,15 × 6,7*	3,33 × 6,91
3,15 × 7,1	3,33 × 7,31
3,15 × 7,5*	3,33 × 7,71
3,35 × 5,0*	3,53 × 5,21

Продолжение табл. 25.11

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
3,35 × 5,6*	3,53 × 5,81
3,35 × 6,3*	3,53 × 6,51
3,35 × 7,1*	3,53 × 7,31
3,55 × 5,0	3,73 × 5,21
3,55 × 5,3*	3,73 × 5,51
3,55 × 5,6*	3,73 × 5,81
3,55 × 6,0*	3,73 × 6,21
3,55 × 6,3	3,73 × 6,51
3,55 × 6,7	3,73 × 6,91

* В новых разработках не применять.

Таблица 25.12. **Максимальные внешние размеры, мм, прямоугольных медных проводов ПНЭТП, ПЭВП, ПЭТП-155 и ПЭТП-200**

d, мм	ПНЭТП	ПЭВП	ПЭТП-155	ПЭТП-200
0,5 × 2,8	0,64 × 2,94*	0,63 × 2,93*	–	–
0,8 × 2,0	–	–	0,94 × 2,16	0,94 × 2,16
0,8 × 2,12	–	0,93 × 2,25	–	–
0,8 × 2,24	–	–	–	0,94 × 2,40
0,8 × 2,5	–	–	–	0,94 × 2,66
0,8 × 2,8	–	–	–	0,94 × 2,96
0,8 × 3,15	–	–	–	0,94 × 3,31
0,8 × 3,55	0,94 × 3,71	0,93 × 3,70	0,94 × 3,71	0,94 × 3,71
0,8 × 4,5	–	0,93 × 4,65	0,94 × 4,66	–
0,9 × 2,0	–	–	1,05 × 2,16	1,05 × 2,16
0,9 × 2,12	1,04 × 2,26	1,03 × 2,25	1,05 × 2,28	–
0,9 × 2,24	–	–	–	1,05 × 2,40
0,9 × 2,5	–	–	–	1,05 × 2,66
0,9 × 2,8	1,04 × 2,94	1,03 × 2,93	1,05 × 2,96	1,05 × 2,96
0,9 × 3,15	–	–	–	1,05 × 3,31
0,9 × 3,55	–	–	–	1,05 × 3,71
0,9 × 3,75	–	–	1,05 × 3,91	–
1,0 × 2,0	–	–	–	1,15 × 2,16
1,0 × 2,24	–	–	–	1,15 × 2,40
1,0 × 2,5	–	–	–	1,15 × 2,66
1,0 × 2,8	–	–	–	1,15 × 2,96
1,0 × 3,0	1,14 × 3,16	–	–	–
1,0 × 3,15	–	–	–	1,15 × 3,31
1,0 × 3,55	1,14 × 3,71	–	–	1,15 × 3,71
1,0 × 3,75	1,14 × 3,91	1,13 × 3,9	1,15 × 3,91	–
1,0 × 4,0	–	1,13 × 4,15	1,15 × 4,16	1,15 × 4,16
1,0 × 4,5	–	–	–	1,15 × 4,46
1,06 × 3,55	–	–	1,21 × 3,71	–
1,06 × 5,0	–	1,20 × 5,16	–	–
1,12 × 2,0	–	–	–	1,27 × 2,16
1,12 × 2,24	–	–	–	1,27 × 2,40
1,12 × 2,5	1,26 × 2,64	–	–	1,27 × 2,66
1,12 × 2,8	–	–	–	1,27 × 2,96
1,12 × 3,0	–	–	–	1,27 × 3,16*
1,12 × 3,15	1,26 × 3,31	1,26 × 3,31	1,27 × 3,31	1,27 × 3,31
1,12 × 3,55	–	–	–	1,27 × 3,71
1,12 × 3,75	–	1,26 × 3,91	1,27 × 3,91	–
1,12 × 4,0	1,26 × 4,16*	–	1,27 × 4,16	1,27 × 4,16
1,12 × 4,25	–	1,26 × 4,41	–	–
1,12 × 4,5	–	–	–	1,27 × 4,66
1,12 × 6,0	–	1,26 × 6,16	–	–
1,18 × 2,0	–	–	1,34 × 2,16	1,34 × 2,16*
1,18 × 2,24	–	–	–	1,34 × 2,40*
1,18 × 2,5	1,32 × 2,64	–	–	1,34 × 2,66*
1,18 × 2,8	–	–	–	1,34 × 2,96*

Продолжение табл. 25.12

d, мм	ПНЭТП	ПЭВП	ПЭТП-155	ПЭТП-200
1,18 × 3,15	1,32 × 3,31	–	–	1,34 × 3,31*
1,18 × 3,55	1,32 × 3,71	–	1,34 × 3,71	1,34 × 3,71*
1,18 × 4,0	1,32 × 4,16*	–	1,34 × 4,16	1,34 × 4,16*
1,18 × 4,5	–	1,32 × 4,66	–	1,34 × 4,66*
1,25 × 2,0	–	–	1,41 × 2,17	1,41 × 2,17
1,25 × 2,12	–	1,39 × 2,26	1,41 × 2,29	–
1,25 × 2,24	–	–	–	1,41 × 2,41
1,25 × 2,5	1,39 × 2,64	–	–	1,41 × 2,67
1,25 × 2,65	1,39 × 2,79	–	–	–
1,25 × 2,8	–	–	–	1,41 × 2,97
1,25 × 3,15	1,39 × 3,31	–	1,41 × 3,32	1,41 × 3,32
1,25 × 3,55	–	–	1,41 × 3,72	1,41 × 3,72
1,25 × 4,0	1,39 × 4,16	–	–	1,41 × 4,17
1,25 × 4,5	–	1,39 × 4,66	1,41 × 4,67	1,41 × 4,67
1,25 × 4,75	–	–	1,41 × 4,92	–
1,25 × 5,0	–	–	1,41 × 5,20	–
1,25 × 6,0	–	1,39 × 6,16	–	–
1,32 × 2,0	–	–	1,48 × 2,17	1,48 × 2,17*
1,32 × 2,5	1,46 × 2,64	1,46 × 2,64	1,48 × 2,67	1,48 × 2,67*
1,32 × 2,8	1,46 × 2,94	–	–	1,48 × 2,97*
1,32 × 3,15	1,46 × 3,31	–	1,48 × 3,32	1,48 × 3,32*
1,32 × 3,55	1,46 × 3,71	–	1,48 × 3,72	1,48 × 3,72*
1,32 × 4,0	1,46 × 4,16	–	–	1,48 × 4,17*
1,32 × 4,5	–	–	1,48 × 4,67	1,48 × 4,67*
1,32 × 5,0	–	1,46 × 5,16	–	–
1,32 × 5,6	–	–	1,48 × 5,8	–
1,4 × 2,0	–	–	–	1,56 × 2,17
1,4 × 2,24	–	–	1,56 × 2,41	1,56 × 2,41
1,4 × 2,5	–	–	–	1,56 × 2,67
1,4 × 2,8	–	–	–	1,56 × 2,97
1,4 × 3,15	–	–	–	1,56 × 3,32
1,4 × 3,55	1,55 × 3,72	1,54 × 3,72	1,56 × 3,72	1,56 × 3,72
1,4 × 3,75	1,55 × 3,92	–	–	–
1,4 × 4,0	1,55 × 4,17	–	–	1,56 × 4,17
1,4 × 4,5	–	–	1,56 × 4,67	1,56 × 4,67
1,4 × 4,75	–	–	1,56 × 4,92	–
1,4 × 5,0	–	–	1,56 × 5,20	1,56 × 5,20
1,5 × 2,8	1,65 × 2,95	1,65 × 2,95	1,66 × 2,97	1,66 × 2,97*
1,5 × 3,15	–	–	–	1,66 × 3,32*
1,5 × 3,55	–	–	–	1,66 × 3,72*
1,5 × 4,0	–	–	1,66 × 4,17	1,66 × 4,17*
1,5 × 4,5	–	–	–	1,66 × 4,67*
1,5 × 5,0	–	–	–	1,66 × 5,20*
1,5 × 5,6	–	–	–	1,66 × 5,80*
1,6 × 2,24	–	–	–	1,76 × 2,41
1,6 × 2,5	–	–	–	1,76 × 2,67
1,6 × 2,8	–	–	–	1,76 × 2,97
1,6 × 3,0	–	–	–	1,76 × 3,17*
1,6 × 3,15	–	–	–	1,76 × 3,32
1,6 × 3,35	–	–	–	1,76 × 3,52*
1,6 × 3,55	–	–	1,76 × 3,72	1,76 × 3,72
1,6 × 3,75	–	1,75 × 3,92	1,76 × 3,92	–
1,6 × 4,0	–	–	–	1,76 × 4,17
1,6 × 4,5	–	1,75 × 4,67	–	1,76 × 4,67
1,6 × 5,0	–	–	–	1,76 × 5,20
1,6 × 5,6	–	–	–	1,76 × 5,80
1,7 × 2,5	–	–	–	1,86 × 2,67*
1,7 × 2,80	–	–	–	1,86 × 2,97
1,7 × 3,15	–	–	–	1,86 × 3,32*
1,7 × 3,55	–	–	–	1,86 × 3,72*
1,7 × 4,0	–	–	–	1,86 × 4,17*
1,7 × 4,5	–	–	1,86 × 4,67	1,86 × 4,67*
1,7 × 5,0	–	–	–	1,86 × 5,2*
1,7 × 5,6	–	–	–	1,86 × 5,8*
1,8 × 2,5	–	–	–	1,96 × 2,67
1,8 × 2,8	1,95 × 2,95	–	–	1,96 × 2,97
1,8 × 3,15	–	–	–	1,96 × 3,32
1,8 × 3,55	–	–	1,96 × 3,72	1,96 × 3,72

Продолжение табл. 25.12

d, мм	ПНЭТП	ПЭВП	ПЭТП-155	ПЭТП-200
1,8 × 3,75	–	1,95 × 3,92	1,96 × 3,92	–
1,8 × 4,0	–	–	1,96 × 4,17	1,96 × 4,17
1,8 × 4,5	–	1,95 × 4,67	1,96 × 4,67	1,96 × 4,67
1,8 × 5,0	–	–	–	1,96 × 5,20
1,8 × 5,6	–	–	–	1,96 × 5,80
1,9 × 2,80	–	–	–	2,06 × 2,97*
1,9 × 3,15	–	–	–	2,06 × 3,32*
1,9 × 3,55	–	–	–	2,06 × 3,72*
1,9 × 4,0	2,05 × 4,17*	–	–	2,06 × 4,17*
1,9 × 4,5	–	2,05 × 4,67	2,06 × 4,67	2,06 × 4,67*
1,9 × 5,0	–		2,06 × 5,20	2,06 × 5,20*
1,9 × 5,6	–	–	–	2,06 × 5,80
2,0 × 3,15	–	–	–	2,16 × 3,32
2,0 × 3,55	–	–	–	2,16 × 3,72
2,0 × 4,0	–	–	2,16 × 4,17	2,16 × 4,17
2,0 × 4,5	–	–	2,16 × 4,67	2,16 × 4,67
2,0 × 5,0	–	–	–	2,16 × 5,20
2,0 × 5,6	–	–	2,16 × 5,8	2,16 × 5,80
2,5 × 5,0	–	2,65 × 5,17	–	–
2,8 × 5,0	–	2,95 × 5,17	–	–

* В новых разработках не применять.

Таблица 25.13. **Максимальные внешние размеры прямоугольных медных проводов ПЭТВП**

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
0,8 × 2,0	0,94 × 2,16	0,9 × 2,36	1,05 × 2,52*	1,00 × 2,36	1,15 × 2,52*
0,8 × 2,12	0,94 × 2,28*	0,9 × 2,50	1,05 × 2,66	1,00 × 2,50	1,15 × 2,66
0,8 × 2,24	0,94 × 2,40	0,9 × 2,65	1,05 × 2,81*	1,00 × 2,65	1,15 × 2,81*
0,8 × 2,36	0,94 × 2,52*	0,9 × 2,80	1,05 × 2,96	1,0 × 2,80	1,15 × 2,96
0,8 × 2,50	0,94 × 2,66	0,9 × 3,0	1,05 × 3,16*	1,0 × 3,00	1,15 × 3,16*
0,8 × 2,65	0,94 × 2,81*	0,9 × 3,15	1,05 × 3,31	1,0 × 3,15	1,15 × 3,31
0,8 × 2,80	0,94 × 2,96	0,9 × 3,35	1,05 × 3,51*	1,0 × 3,35	1,15 × 3,51*
0,8 × 3,0	0,94 × 3,16*	0,9 × 3,55	1,05 × 3,71	1,0 × 3,55	1,15 × 3,71
0,8 × 3,15	0,94 × 3,31	0,9 × 3,75	1,05 × 3,91*	1,0 × 3,75	1,15 × 3,91*
0,8 × 3,35	0,94 × 3,51*	0,9 × 4,0	1,05 × 4,16	1,0 × 4,00	1,15 × 4,16
0,8 × 3,55	0,94 × 3,71	0,9 × 4,25	1,05 × 4,41*	1,0 × 4,25	1,15 × 4,41*
0,8 × 3,75	0,94 × 3,91*	0,9 × 4,5	1,05 × 4,66	1,0 × 4,50	1,15 × 4,66
0,8 × 4,0	0,94 × 4,16	0,9 × 4,75	1,05 × 4,94*	1,0 × 4,75	1,15 × 4,94*
0,8 × 4,25	0,94 × 4,41*	0,9 × 5,0	1,05 × 5,19	1,0 × 5,00	1,15 × 5,19
0,8 × 4,50	0,94 × 4,66	0,9 × 5,3	1,05 × 5,49*	1,0 × 5,30	1,15 × 5,49*
0,8 × 4,75	0,94 × 4,94*	0,9 × 5,6	1,05 × 5,79	1,0 × 5,60	1,15 × 5,79
0,8 × 5,0	0,94 × 5,19	0,9 × 6,0	1,05 × 6,19*	1,0 × 6,00	1,15 × 6,19*
0,8 × 5,3	0,94 × 5,49*	0,9 × 6,3	1,05 × 6,49	1,0 × 6,30	1,15 × 6,49
0,8 × 5,6	0,94 × 5,79	0,9 × 6,7	1,05 × 6,89*	1,0 × 6,70	1,15 × 6,89*
0,8 × 6,0	0,94 × 6,19*	0,9 × 7,10	1,09 × 7,29	1,0 × 7,10	1,15 × 7,29
0,8 × 6,3	0,94 × 6,49	0,95 × 2,0	1,10 × 2,16*	1,0 × 7,50	1,15 × 7,69*
0,85 × 2,0	1,0 × 2,16*	0,95 × 2,24	1,10 × 2,40*	1,0 × 8,0	1,15 × 8,19*
0,85 × 2,24	1,0 × 2,4*	0,95 × 2,50	1,10 × 2,66*	1,06 × 2,0	1,21 × 2,16*
0,85 × 2,5	1,0 × 2,66*	0,95 × 2,80	1,10 × 2,96	1,06 × 2,24	1,21 × 2,40
0,85 × 2,8	1,0 × 2,96*	0,95 × 3,15	1,10 × 3,31*	1,06 × 2,5	1,21 × 2,66*
0,85 × 3,15	1,0 × 3,31*	0,95 × 3,55	1,10 × 3,71*	1,06 × 2,8	1,21 × 2,86
0,85 × 3,55	1,0 × 3,71*	0,95 × 4,0	1,10 × 4,16*	1,06 × 3,15	1,21 × 3,31*
0,85 × 4,0	1,0 × 4,16*	0,95 × 4,5	1,10 × 4,66*	1,06 × 3,55	1,21 × 3,71*
0,85 × 4,5	1,0 × 4,66	0,95 × 5,0	1,10 × 5,19*	1,06 × 4,0	1,21 × 4,16*
0,85 × 5,0	1,0 × 5,19*	0,95 × 5,6	1,10 × 5,79*	1,06 × 4,5	1,21 × 4,66*
0,85 × 5,6	1,0 × 5,79*	0,95 × 6,3	1,10 × 6,49*	1,06 × 5,0	1,21 × 5,19*
0,85 × 6,3	1,0 × 6,49*	0,95 × 7,1	1,10 × 7,29*	1,06 × 5,6	1,21 × 5,79*
0,9 × 2,0	1,05 × 2,16	1,00 × 2,00	1,15 × 2,16	1,06 × 6,3	1,21 × 6,49*
0,9 × 2,12	1,05 × 2,28*	1,00 × 2,12	1,15 × 2,28*	1,06 × 7,1	1,21 × 7,29*
0,9 × 2,24	1,05 × 2,40	1,00 × 2,24	1,15 × 2,40	1,06 × 8,0	1,21 × 8,19

Продолжение табл. 25.13

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
1,12 × 2,0	1,27 × 2,16	1,25 × 10,0	1,41 × 10,2	1,60 × 3,15	1,76 × 3,32
1,12 × 2,12	1,27 × 2,28*	1,32 × 2,0	1,48 × 2,17*	1,60 × 3,35	1,76 × 3,52*
1,12 × 2,24	1,27 × 2,40	1,32 × 2,24	1,48 × 2,41*	1,60 × 3,55	1,76 × 3,72
1,12 × 2,36	1,27 × 2,52*	1,32 × 2,50	1,48 × 2,67*	1,60 × 3,75	1,76 × 3,92*
1,12 × 2,50	1,27 × 2,66	1,32 × 2,8	1,48 × 2,97*	1,60 × 4,00	1,76 × 4,17
1,12 × 2,65	1,27 × 2,81*	1,32 × 3,15	1,48 × 3,32*	1,60 × 4,25	1,76 × 4,42*
1,12 × 2,80	1,27 × 2,96	1,32 × 3,55	1,48 × 3,72*	1,60 × 4,50	1,76 × 4,67
1,12 × 3,00	1,27 × 3,16*	1,32 × 4,0	1,48 × 4,17*	1,60 × 4,75	1,76 × 4,95*
1,12 × 3,15	1,27 × 3,31*	1,32 × 4,50	1,48 × 4,67*	1,60 × 5,00	1,76 × 5,20
1,12 × 3,35	1,27 × 3,51*	1,32 × 5,0	1,48 × 5,20*	1,60 × 5,3	1,76 × 5,50*
1,12 × 3,55	1,27 × 3,71	1,32 × 5,6	1,48 × 5,80*	1,60 × 5,60	1,76 × 5,80
1,12 × 3,75	1,27 × 3,91*	1,32 × 6,3	1,48 × 6,50*	1,60 × 6,00	1,76 × 6,2*
1,12 × 4,00	1,27 × 4,16	1,32 × 7,10	1,48 × 7,30*	1,60 × 6,30	1,76 × 6,50
1,12 × 4,25	1,27 × 4,41*	1,32 × 8,0	1,48 × 8,20*	1,60 × 6,70	1,76 × 6,90*
1,12 × 4,50	1,27 × 4,66	1,32 × 9,0	1,48 × 9,20*	1,60 × 7,10	1,76 × 7,30
1,12 × 4,75	1,27 × 4,94*	1,32 × 10,0	1,48 × 10,20*	1,60 × 7,50	1,76 × 7,70*
1,12 × 5,0	1,27 × 5,19	1,40 × 2,0	1,56 × 2,17	1,60 × 8,0	1,76 × 8,20
1,12 × 5,3	1,27 × 5,49*	1,40 × 2,12	1,56 × 2,29*	1,60 × 8,5	1,76 × 8,70*
1,12 × 5,60	1,27 × 5,79	1,40 × 2,24	1,56 × 2,41	1,60 × 9,0	1,76 × 9,20
1,12 × 6,0	1,27 × 6,19*	1,40 × 2,36	1,56 × 2,53*	1,60 × 9,5	1,76 × 9,70*
1,12 × 6,30	1,27 × 6,49	1,40 × 2,50	1,56 × 2,67	1,60 × 10,0	1,76 × 10,20
1,12 × 6,7	1,27 × 6,89*	1,40 × 2,65	1,56 × 2,82*	1,60 × 10,6	1,76 × 10,80*
1,12 × 7,10	1,27 × 7,29	1,40 × 2,80	1,56 × 2,97	1,60 × 11,20	1,76 × 11,40
1,12 × 7,5	1,27 × 7,69*	1,40 × 3,0	1,56 × 3,17*	1,60 × 11,80	1,76 × 12,0*
1,12 × 8,0	1,27 × 8,19	1,40 × 3,15	1,56 × 3,32	1,60 × 12,5	1,76 × 12,70
1,12 × 8,5	1,27 × 8,69	1,40 × 3,35	1,56 × 3,52*	1,70 × 2,5	1,86 × 2,67*
1,12 × 9,00	1,27 × 9,0	1,40 × 3,55	1,56 × 3,72	1,70 × 2,8	1,86 × 2,97*
1,18 × 2,0	1,34 × 2,16*	1,40 × 3,75	1,56 × 3,92*	1,70 × 3,15	1,86 × 3,32*
1,18 × 2,24	1,34 × 2,40*	1,40 × 4,0	1,56 × 4,17	1,70 × 3,55	1,86 × 3,72*
1,18 × 2,5	1,34 × 2,66*	1,40 × 4,25	1,56 × 4,42*	1,70 × 4,0	1,86 × 4,17*
1,18 × 2,8	1,34 × 2,96*	1,40 × 4,50	1,56 × 4,67	1,70 × 4,5	1,86 × 4,67*
1,18 × 3,15	1,34 × 3,31*	1,40 × 4,75	1,56 × 4,95*	1,70 × 5,0	1,86 × 5,20*
1,18 × 3,55	1,34 × 3,71*	1,40 × 5,0	1,56 × 5,20	1,70 × 5,6	1,86 × 5,80*
1,18 × 4,0	1,34 × 4,16*	1,40 × 5,30	1,56 × 5,50*	1,70 × 6,3	1,86 × 6,50*
1,18 × 4,5	1,34 × 4,66*	1,40 × 5,60	1,56 × 5,80	1,70 × 7,1	1,86 × 7,30*
1,18 × 5,0	1,34 × 5,19*	1,40 × 6,0	1,56 × 6,20*	1,70 × 8,0	1,86 × 8,20*
1,18 × 5,6	1,34 × 5,79*	1,40 × 6,30	1,56 × 6,50	1,70 × 9,0	1,86 × 9,20*
1,18 × 6,3	1,34 × 6,49*	1,40 × 6,70	1,56 × 6,90*	1,70 × 10,0	1,86 × 10,20*
1,18 × 7,10	1,34 × 7,29*	1,40 × 7,10	1,56 × 7,30	1,70 × 11,2	1,86 × 11,40*
1,18 × 8,0	1,34 × 8,19*	1,40 × 7,5	1,56 × 7,70*	1,70 × 12,5	1,86 × 12,70*
1,18 × 9,0	1,34 × 9,19*	1,40 × 8,0	1,56 × 8,20	1,80 × 2,50	1,96 × 2,67
1,25 × 2,0	1,41 × 2,17	1,40 × 8,5	1,56 × 8,70*	1,80 × 2,65	1,96 × 2,82*
1,25 × 2,12	1,41 × 2,29*	1,40 × 9,0	1,56 × 9,20	1,80 × 2,80	1,96 × 2,97
1,25 × 2,24	1,41 × 2,41	1,40 × 9,5	1,56 × 9,70*	1,80 × 3,0	1,96 × 3,17*
1,25 × 2,36	1,41 × 2,53*	1,40 × 10,0	1,56 × 10,20	1,80 × 3,15	1,96 × 3,32
1,25 × 2,50	1,41 × 2,67	1,40 × 10,6	1,56 × 10,80*	1,80 × 3,35	1,96 × 3,52*
1,25 × 2,65	1,41 × 2,82*	1,40 × 11,20	1,56 × 11,40	1,80 × 3,55	1,96 × 3,72
1,25 × 2,8	1,41 × 2,97	1,50 × 2,24	1,66 × 2,41*	1,80 × 3,75	1,96 × 3,92*
1,25 × 3,0	1,41 × 3,17*	1,50 × 2,5	1,66 × 2,67*	1,80 × 4,0	1,96 × 4,17
1,25 × 3,15	1,41 × 3,32	1,50 × 2,80	1,66 × 2,97*	1,80 × 4,25	1,96 × 4,42*
1,25 × 3,35	1,41 × 3,52*	1,50 × 2,85	—	1,80 × 4,50	1,96 × 4,67
1,25 × 3,55	1,41 × 3,72	1,50 × 3,15	1,66 × 3,32*	1,80 × 4,75	1,96 × 4,95*
1,25 × 3,75	1,41 × 3,92	1,50 × 3,55	1,66 × 3,72*	1,80 × 5,0	1,96 × 5,20
1,25 × 4,0	1,41 × 4,17	1,50 × 4,0	1,66 × 4,17*	1,80 × 5,30	1,96 × 5,50*
1,25 × 4,25	1,41 × 4,42*	1,50 × 4,5	1,66 × 4,67*	1,80 × 5,60	1,96 × 5,80
1,25 × 4,5	1,41 × 4,67	1,50 × 5,0	1,66 × 5,20*	1,80 × 6,00	1,96 × 6,20*
1,25 × 4,75	1,41 × 4,95*	1,50 × 5,6	1,66 × 5,80*	1,80 × 6,30	1,96 × 6,50
1,25 × 5,0	1,41 × 5,20	1,50 × 6,3	1,66 × 6,50*	1,80 × 6,70	1,96 × 6,90*
1,25 × 5,3	1,41 × 5,50*	1,50 × 7,1	1,66 × 7,30*	1,80 × 7,10	1,96 × 7,30
1,25 × 5,6	1,41 × 5,80	1,50 × 8,0	1,66 × 8,20*	1,80 × 7,50	1,96 × 7,70*
1,25 × 6,0	1,41 × 6,20*	1,50 × 9,0	1,66 × 9,20*	1,80 × 8,00	1,96 × 8,20
1,25 × 6,30	1,41 × 6,50	1,50 × 10,0	1,66 × 10,20*	1,80 × 8,5	1,96 × 8,70*
1,25 × 6,70	1,41 × 6,90*	1,50 × 11,2	1,66 × 11,40*	1,80 × 9,0	1,96 × 9,20
1,25 × 7,10	1,41 × 7,30	1,60 × 2,24	1,76 × 2,41	1,80 × 9,5	1,96 × 9,70*
1,25 × 7,5	1,41 × 7,70*	1,60 × 2,36	1,76 × 2,53*	1,80 × 10,0	1,96 × 10,20
1,25 × 8,00	1,41 × 8,20	1,60 × 2,50	1,76 × 2,67	1,80 × 10,6	1,96 × 10,80*
1,25 × 8,5	1,41 × 8,70*	1,60 × 2,65	1,76 × 2,82*	1,80 × 11,2	1,96 × 11,40
1,25 × 9,00	1,41 × 9,20	1,60 × 2,80	1,76 × 2,97	1,80 × 11,8	1,96 × 12,00*
1,25 × 9,50	1,41 × 9,70	1,60 × 3,0	1,76 × 3,17*	1,80 × 12,50	1,96 × 12,70

Продолжение табл. 25.13

Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм	Размер проволоки, мм	Размер провода, мм
1,90 × 2,80	2,06 × 2,97*	2,24 × 3,35	2,42 × 3,53*	2,65 × 4,0	2,83 × 4,18*
1,90 × 3,15	2,06 × 3,32*	2,24 × 3,55	2,42 × 3,73	2,65 × 4,50	2,83 × 4,68*
1,90 × 3,55	2,06 × 3,72*	2,24 × 3,75	2,42 × 3,93*	2,65 × 5,0	2,83 × 5,21*
1,90 × 4,0	2,06 × 4,17*	2,24 × 4,00	2,42 × 4,18	2,65 × 5,60	2,83 × 5,81*
1,90 × 4,50	2,06 × 4,67*	2,24 × 4,25	2,42 × 4,43*	2,65 × 6,30	2,83 × 6,51*
1,90 × 5,0	2,06 × 5,20*	2,24 × 4,50	2,42 × 4,78	2,65 × 7,10	2,83 × 7,31*
1,90 × 5,60	2,06 × 5,80*	2,24 × 4,75	2,42 × 4,96*	2,65 × 8,0	2,83 × 8,21*
1,90 × 6,30	2,06 × 6,50*	2,24 × 5,0	2,42 × 5,21	2,65 × 9,0	2,83 × 9,21*
1,90 × 7,10	2,06 × 7,30*	2,24 × 5,3	2,42 × 5,51*	2,80 × 4,0	2,98 × 4,18
1,90 × 8,0	2,06 × 8,20*	2,24 × 5,6	2,42 × 5,81	2,80 × 4,25	2,98 × 4,43*
1,90 × 9,0	2,06 × 9,20*	2,24 × 6,0	2,42 × 6,21*	2,80 × 4,50	2,98 × 4,68
1,90 × 10,0	2,06 × 10,20*	2,24 × 6,30	2,42 × 6,51	2,80 × 4,75	2,98 × 4,90*
1,90 × 11,2	2,06 × 11,40*	2,24 × 6,70	2,42 × 6,91*	2,80 × 5,0	2,98 × 5,21
1,90 × 12,5	2,06 × 12,70*	2,24 × 7,10	2,42 × 7,31	2,80 × 5,30	2,98 × 5,51*
2,00 × 3,15	2,16 × 3,32	2,24 × 7,5	2,42 × 7,71*	2,80 × 5,60	2,98 × 5,81
2,00 × 3,35	2,16 × 3,52*	2,24 × 8,0	2,42 × 8,21	2,80 × 6,00	2,98 × 6,21*
2,00 × 3,55	2,16 × 3,72	2,24 × 8,5	2,42 × 8,71*	2,80 × 6,30	2,98 × 6,51
2,00 × 3,75	2,16 × 3,92*	2,24 × 9,0	2,42 × 9,21	2,80 × 6,70	2,98 × 6,91*
2,00 × 4,0	2,16 × 4,17	2,24 × 9,5	2,42 × 9,71*	2,80 × 7,10	2,98 × 7,31
2,00 × 4,25	2,16 × 4,42*	2,24 × 10,0	2,42 × 10,21	2,80 × 7,5	2,98 × 7,71*
2,00 × 4,50	2,16 × 4,67	2,24 × 10,6	2,42 × 10,81*	2,80 × 8,0	2,98 × 8,21
2,00 × 4,75	2,16 × 4,95*	2,24 × 11,2	2,42 × 11,41	2,80 × 8,5	2,98 × 8,71*
2,00 × 5,0	2,16 × 5,20	2,36 × 3,55	2,54 × 3,73*	2,80 × 9,0	2,98 × 9,21
2,00 × 5,30	2,16 × 5,50*	2,36 × 4,0	2,54 × 4,18*	3,00 × 4,5	3,18 × 4,68*
2,00 × 5,60	2,16 × 5,80	2,36 × 4,5	2,54 × 4,68*	3,00 × 5,0	3,18 × 5,21*
2,00 × 6,0	2,16 × 6,20*	2,36 × 5,0	2,54 × 5,21*	3,00 × 5,6	3,18 × 5,81*
2,00 × 6,30	2,16 × 6,50	2,36 × 5,6	2,54 × 5,81*	3,00 × 6,30	3,18 × 6,51*
2,00 × 6,70	2,16 × 6,90*	2,36 × 6,3	2,54 × 6,51*	3,00 × 7,10	3,18 × 7,31*
2,00 × 7,10	2,16 × 7,30	2,36 × 7,1	2,54 × 7,31*	3,00 × 8,0	3,18 × 8,21*
2,00 × 7,50	2,16 × 7,70*	2,36 × 8,0	2,54 × 8,21*	3,15 × 4,50	3,33 × 4,68
2,00 × 8,0	2,16 × 8,20	2,36 × 9,0	2,54 × 9,21*	3,15 × 4,75	3,33 × 4,96*
2,00 × 8,5	2,16 × 8,70*	2,36 × 10,0	2,54 × 10,21*	3,15 × 5,0	3,33 × 5,21
2,00 × 9,0	2,16 × 9,20	2,50 × 3,55	2,68 × 3,73	3,15 × 5,30	3,33 × 5,51*
2,00 × 9,5	2,16 × 9,70*	2,50 × 3,75	2,68 × 3,93*	3,15 × 5,60	3,33 × 5,81
2,00 × 10,0	2,16 × 10,20	2,50 × 4,00	2,68 × 4,18	3,15 × 6,0	3,33 × 6,21*
2,00 × 10,60	2,16 × 10,80*	2,50 × 4,25	2,68 × 4,43*	3,15 × 6,30	3,33 × 6,51
2,00 × 11,20	2,16 × 11,40	2,50 × 4,50	2,68 × 4,68	3,15 × 6,70	3,33 × 6,91*
2,00 × 11,80	2,16 × 12,00*	2,50 × 4,75	2,68 × 4,96*	3,15 × 7,10	3,33 × 7,31
2,00 × 12,50	2,16 × 12,70	2,50 × 5,0	2,68 × 5,21	3,15 × 7,50	3,33 × 7,71*
2,12 × 3,15	2,30 × 3,33*	2,50 × 5,3	2,68 × 5,51*	3,15 × 8,0	3,33 × 8,21
2,12 × 3,55	2,30 × 3,73*	2,50 × 5,6	2,68 × 5,81	3,35 × 5,0	3,53 × 5,21*
2,12 × 4,0	2,30 × 4,18*	2,50 × 6,0	2,68 × 6,21*	3,35 × 5,60	3,53 × 5,81*
2,12 × 4,50	2,30 × 4,68*	2,50 × 6,3	2,68 × 6,51*	3,35 × 6,30	3,53 × 6,51*
2,12 × 5,00	2,30 × 5,21	2,50 × 6,7	2,68 × 6,91*	3,35 × 7,10	3,53 × 7,31*
2,12 × 5,60	2,30 × 5,81*	2,50 × 7,1	2,68 × 7,31	3,55 × 5,0	3,73 × 5,21
2,12 × 6,30	2,30 × 6,51	2,50 × 7,5	2,68 × 7,71*	3,55 × 5,30	3,73 × 5,51*
2,12 × 7,10	2,30 × 7,31*	2,50 × 8,0	2,68 × 8,21	3,55 × 5,60	3,73 × 5,81
2,12 × 8,0	2,30 × 8,21*	2,50 × 8,50	2,68 × 8,71*	3,55 × 6,0	3,73 × 6,21*
2,12 × 9,0	2,30 × 9,21*	2,50 × 9,0	2,68 × 9,21	3,55 × 6,30	3,73 × 6,51
2,12 × 10,0	2,30 × 10,21*	2,50 × 9,50	2,68 × 9,71*	3,55 × 6,70	3,73 × 6,91*
2,12 × 11,2	2,30 × 11,41*	2,50 × 10,0	2,68 × 10,21	3,55 × 7,10	3,73 × 7,31
2,24 × 3,15	2,42 × 3,33				

* В новых разработках не применять.

менее 4 мм, а после выдержки при 200 ± 5 °С в течение 1 ч – 6*а*, в течение 24 ч – 8*а*, после 1 ч выдержки при 240 °С – 8*а*, провод ПЭТП-200 в исходном состоянии – 6*а*, а после 1 ч выдержки при 220 ± 5 °С – 7*а*, провод ПЭМП в исходном состоянии и после 1 ч выдержки при 130 ± 5 °С – не менее 7*а* для диаметра провода 1,5 – 2 мм и 9*а* для 2,1 – 3,55 мм. Провод ПЭТВП выдерживает в исходном состоянии изгиб на стержне диаметром 4*а* для диаметра провода до 2 мм, 5*а* – для 2,1 мм и выше,

Таблица 25.14. **Минимальное относительное удлинение, %, обмоточных проводов с эмалевой изолицией**

D, мм	ПЭТВ-1, ПЭТВр	ПЭВ-1, ПЭВ-2	ПЭТВ-2, ПЭТ-155, ПЭТВ2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭС-1, ПЭС-2	ПЭСВ-1, ПЭСВ-2, ПЭСВ-3, ПЭСВ-4	ПНЭТимид, ПЭТимид	ПЭФ-155	ПЭТВМ, ПЭТ-200	ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2	ПЭВЛ, ПЭВТЛН-1 ПЭВТЛН-2	ПЭВД, ПЭВДБ	ПЭМФ	ПЭВТЛК, ПЭВТЛК-1	ПЭВТЛД
0,02	4	3	–	–	–	–	–	–	3	5	–	–	–	–
0,025	6	3	–	–	–	–	–	–	3	7	–	–	–	–
0,03	8	4	–	–	–	8	–	–	3	8	–	–	–	–
0,032	8	4	–	–	–	8	–	–	3	9	–	–	–	–
0,04	8	4	–	–	–	8	–	–	3	9	–	–	3	–
0,05	8	8	–	–	–	8	–	–	3	9	–	–	5	–
0,056	8	8	–	–	–	8	–	–	3	10	–	–	7	–
0,056 – 0,1	10	11	12	10	15	12	15	–	6	10	11	–	7	–
0,10 – 0,20	12	12	15	15	18	15	–	–	8	12	12	–	10	10
0,20 – 0,25	18	15	18	18	20	18	–	–	10	18	15	20 – 32	12	–
0,25 – 0,28	18	15	18	18	20	18	19 – 32	22	10	18	15	20 – 32	12	–
0,28 – 0,355	18	15	18	18	20	18	23 – 36	23	10	18	15	20 – 32	12	–
0,355 – 0,4	18	15	18	18	25	18	24 – 36	24	10	18	15	20 – 32	12	–
0,4 – 0,44	18	15	18	18	25	18	25 – 37	25	10	18	15	20 – 32	–	–
0,44 – 0,50	20	18	18	20	25	20	25 – 37	25	–	–	15	28 – 41	–	–
0,5 – 0,56	20	18	20	20	25	20	26 – 38	26	15	–	18	28 – 41	–	–
0,56 – 0,59	20	25	20	25	25	20	26 – 38	27	15	–	18	28 – 41	–	–
0,59 – 0,63	25	25	20	25	25	25	26 – 38	27	15	–	25	28 – 41	–	–
0,63 – 0,69	25	25	25	25	25	25	27 – 40	28	15	–	25	28 – 41	–	–
0,69 – 0,85	25	25	25	25	25	25	28 – 45	28	18	–	–	30 – 43	–	–
0,85 – 0,95	25	25	25	25	25	25	29 – 46	29	18	–	–	30 – 43	–	–
0,95 – 1,12	25	25	25	25	25	25	30	30	18	–	–	–	–	–
1,12 – 1,25	25	25	25	25	25	25	31	31	18	–	–	–	–	–
1,25 – 1,4	25	25	25	25	25	25	32	32	18	–	–	–	–	–
1,4 – 1,5	25	25	25	25	–	25	32	–	18	–	–	–	–	–
1,5 – 1,6	28	25	28	26	–	25	32	–	18	–	–	–	–	–
1,6 – 1,9	28	25	28	26	–	25	32	–	–	–	–	–	–	–
1,9 – 2,5	28	25	28	26	–	25	32	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. Значения для проводов ПЭВП, ПЭТВП, ПЭМП, ПЭТП-200, ПЭТП-155 – не менее 30, ПНЭТП – не менее 26%.

Таблица 25.15. **Условии испытании на эластичность медных проводов с эмалевой изоляцией**

Марка	Состояние провода	D, мм					
		до 0,355	0,38 – 0,53	0,55 – 0,69	0,72 – 0,96	1,0 – 1,25	1,3 – 1,68	1,74 – 2,5
		Растяжение	Диаметр стержня для навивания, мм					
ПНЭТимид	Исходное	0,03 ÷ 0,09 – 8%; 0,1 ÷ 0,355 – 15%	1D	1D	2D	2D	3D	4D
	После 24 ч пребывания при 300 ± 5 °С		3D	3D	4D	4D	6D	8D
	После 30 мин пребывания при 300 ± 5 °С		1D	1D	2D	2D	4D	5D
ПЭТимид	Исходное	0,03 ÷ 0,09 – 5% 0,1 ÷ 0,355 – 15%	1D	1D	2D	2D	3D	4D
	После 24 ч пребывания при 250 ± 5 °С		3D	3D	4D	4D	6D	8D
	После 30 мин пребывания при 250 ± 5 °С	–	1D	1D	2D	2D	3D	5D
ПЭВ-1	Исходное После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С и охлаждения до 20 °С После 1 ч пребывания при 125 ± 5 °С	До разрыва	2D	2D	3D	3D	4D	6D
ПЭВ-2	Исходное После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С После 1 ч пребывания при 125 ± 5 °С	То же	1D	1D	2D	2D	3D	5D
ПЭВД, ПЭВБД	Исходное После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С	» »	1D	1D	–	–	–	–
ПЭВЛ, ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2	Исходное	» »	2D	2D	2D	2D	3D	–
	После 24 ч пребывания при 140 ± 5 °С		2D	2D	2D	2D	3D	–
	После 1 ч пребывания при 140 ± 5 °С		3D	3D	7D	7D	8D	–
ПЭВТЛД	Исходное	» »	–	–	–	–	–	–
ПЭВТЛК, ПЭВТЛК-1	Исходное После 24 ч пребывания при 140 ± 5 °С	» »	–	–	–	–	–	–
ПЭЛ	Исходное После 24 ч пребывания при 100 ± 5 °С	» »	2D	2D	2D	3D	3D	4D
ПЭСВ-1, ПЭСВ-2, ПЭСВ-3, ПЭСВ-4	Исходное	До 0,224 мм – 25% или до разрыва	1D	1D	1D	1D	1D	–
	После 30 мин пребывания при 180 ± 5 °С		–	–	–	–	–	–
ПЭМФ	Исходное После 24 ч пребывания при 130 ± 5 °С	До разрыва	1D	1D	1D	–	–	–

Продолжение табл. 25.15

Марка	Состояние провода	D, мм					
		до 0,355	0,38–0,53	0,55–0,69	0,72–0,96	1,0–1,25	1,3–1,68	1,74–2,5
		Растяженне	Диаметр стержня для навивания, мм					
ПЭТ-155	Исходное	На 12–18%	1D	1D	3D	3D	4D	5D
	После 24 ч пребывания при 180 ± 5 °С	На 8%	4D	4D	7D	7D	10D	14D
	После 30 мин пребывания при 200 ± 5 °	–	6D	6D	8D	8D	9D	10D
ПЭТ-200	Исходное	До разрыва	1D	1D	1D	1D	1D (до 1,6 мм)	2D
	После 30 мин пребываиия при 220–250 °С	–	2D	2D	2D	2D	2D (свыше 1,6 мм)	3D
ПЭВТМ	Исходное	До разрыва	1D	1D	1D	1D	1D	–
	После 1 ч пребывания при 180 ± 5 °С	–	4D	5D	5D	6D	6D	–
ПЭТВЦ, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС	Исходное	На 12% или до разрыва	1D	1D	2D	2D	3D	4D
	После 24 ч пребывания при 180 ± 5 °С		4D	4D	7D	7D	10D	14D
	После 1 ч пребываиия при 200 °С		8D	9D	10D	10D	11D	12D
ПЭТВ-БЖ	Исходное	На 5% или до разрыва	–	–	–	–	–	–
	После 24 ч пребывания при 180 ± 5 °С							
ПЭТВр, ПЭТВ-1	Исходное	До разрыва	1D	1D	2D	2D	3D	–
	После 24 ч пребывания при 180 ± 5 °С	0,02 ÷ 0,25–3%; 0,03 ÷ 0,045–5%; 0,05 ÷ 0,355–7%	4D	4D	7D	7D	10D	–
	После 1 ч пребывания при 180 ± 5 °С в навитом состояиии	–	8D	9D	10D	10D	11D	–
ПЭФ-155	Исходное	До разрыва	1D	1D	1D	1D	1D	1D
	После 6 ч пребывания при 175 ± 5 °С		3D	3D	3D	4D	4D	–
	После 1 ч пребывания при 175 ± 5 °С		3D	3D	4D	5D	5D	–
ПЭС-1, ПЭС-2	Исходное	0,063–0,20 мм–15%; 0,02–0,355–20%	1D	1D	2D	2D	3D	3D
	После 24 ч пребывания при 150 ± 5 °С		1D	1D	2D	2D	3D	3D
	После 1 ч пребывания при 150 ± 5 °С		2D	2D	3D	3D	4D	4D
ПЭВЛ	Исходиое	До разрыва	–	–	–	–	–	–
	После 24 ч пребываиия при 125 ± 5 °С		–	–	–	–	–	–
ПЭВНК-1, ПЭВНК-2	Исходное	То же	–	–	–	–	–	–
	После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С		–	–	–	–	–	–

Примечаиие. Провод ПЭСВ до 0,355 мм испытывают навиванием на стержень диаметром 3D.

Таблица 25.16. **Условия испытании на эластичность проводов ПНЭТП**

Состояние провода	Диаметр стержня, мм, для изгиба провода				
	по широкой стороне при *a*, мм			по узкой стороне при *b*, мм	
	до 1,0	1,16–1,50	1,60–1,81	до 2,8	2,83–4
Исходное	4	4	5	4	5
После 24 ч пребывания при 300 ± 5 °С	5	6	7	6	8
После 1 ч пребывания в изогнутом состоянии при 300 ± 5 °С	4	4	5	4	5

Таблица 25.17. **Условия испытания на эластичность проводов ПЭВП**

Состояние провода	Диаметр стержня, мм, для изгиба провода при *a*, мм			
	0,5–1,25	1,38–1,5	1,6–1,9	2,5–2,8
Исходное	4	3*a*	4*a*	8*a*
После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С	4	3*a*	4*a*	8*a*
После 1 ч пребывания при 125 ± 5 °С в изогнутом состоянии по большей стороне	4	3*a*	4*a*	8*a*
Исходное	4	4	6	6
После 24 ч пребывания при 125 ± 5 °С в изогнутом состоянии по большей стороне	4	4	6	8
При испытаиии на тепловой удар в течение 1 ч при 125 ± 5 °С в изогнутом состоянии по большей стороне	4	4	6	6
После 168 ч выдержки при 125 ± 5 °С в изогнутом состоянии по большей стороне	7	7	7	10

Таблица 25.18. **Условии испытании на стойкость проводов с эмалевой изоляцией при истираиии изолиции стальной иглой диаметром 0,4 мм на скребковом приборе**

Марка	Число возвратно-поступательных движений иглы	
	минимальное	среднее, не менее
Исходное состояние провода		
ПЭВТЛК-1, ПЭВТЛК-2	50	60
ПЭТ-200, ПЭФ-155, ПЭТП-200	30	60
ПЭВП	30	50
ПЭС-1, ПЭС-2, ПЭМФ	25	50
ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭТ-155	20	50
ПНЭТимид, ПЭТимид, ПЭМП, ПЭТП-155, ПЭВД, ПЭВДБ, ПЭТВП, ПЭМП	30	40
ПЭСВ-2, ПЭСВ-3, ПЭСВ-4	25	40
ПНЭТП	20	40
ПЭТВ-1, ПЭТВр, ПЭТВМ, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	16	40
ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2	12	30
ПЭТМ (0,58 и 0,67 мм)	15	30

Продолжение табл. 25.18

Марка	Число возвратно-поступательных движений иглы	
	минимальное	среднее, не менее
После воздействия толуола		
ПЭТ-200, ПЭФ-155, ПЭТП-200	30	60
ПЭВП	30	50
ПЭС-1, ПЭС-2, ПЭМФ	25	50
ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭТ-155	20	50
ПЭТП-155, ПЭТВП, ПНЭТимнд, ПЭТимид	30	40
ПНЭТП	20	40
ПЭТВ-1, ПЭТВр, ПЭТВМ, ПЭТВ-2, ПЭТВЦ, ПЭТВ-2-ТС	16	40
ПЭВТЛК, ПЭВТЛК-1	20	30
ПЭТМ (0,53–0,67 мм)	15	30
ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2	12	30

Таблица 25.19. **Нагрузка на иглу при испытании обмоточных проводов по табл. 25.18 (ГОСТ 1430.10-69)**

Марка	Исходное состояние		После воздействия толуола	
	Класс			
	А	Б	А	Б
По ГОСТ 14340.10-69				
ПЭТВр	А	—	А	—
ПЭТВ-1	А	—	А	—
ПЭТВМ	—	Б	—	Б
ПЭТВ-2	—	Б	—	Б
ПЭТВ-2-ТС	А	—	А	—
ПЭТВЦ	—	Б	—	Б
ПЭВТЛК	—	Б	—	Б
ПЭВТЛК-1	—	Б	—	Б
ПЭС-1	А	—	1/3А	—
ПЭС-2	—	Б	—	1/3Б

Продолжение табл. 25.19

Марка	Исходное состояние		После воздействия толуола	
	Класс			
	А	Б	А	Б
ПНЭТимид	1/2А	—	1/3А	—
ПЭТимид	1/2А	—	1/3А	—
ПЭФ-155	—	Б	—	1/3Б
ПЭМФ	—	Б	—	1/3Б
ПЭВ-1	А	—	1/3А	—
ПЭВ-2	—	Б	—	1/3Б
ПЭТ-155	А	—	1/2А	—
ПЭТ-200	—	Б	—	1/2Б
ПЭВД	А	—	—	—
ПЭВДБ	А	—	—	—
ПЭВТЛ-1	А	—	1/3А	—
ПЭВТЛ-2	—	Б	—	1/3Б

Таблица 25.20. **Нагрузка на иглу при испытании прямоугольных проводов по табл. 25.18 (ГОСТ 1430.10-69)**

a, мм	Нагрузка, Н							
	Исходное состояние провода			После воздействия толуола				
	ПЭТП-155, ПЭТП-200	ПНЭТП, ПЭВП, ПЭТВП	ПЭМП	ПЭТП-155	ПНЭТП	ПЭВП	ПЭТП-200	ПЭТВП, ПЭМП*
0,25	6,85	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	6,35	—	—	6,35	2,14	—	4,20
0,8 – 1,18	6,85	6,85	—	4,6	14	2,30	3,42	4,6
1,25 – 2,0	7,80	7,80	—	5,18	7,8	2,58	4,40	5,18
2,5 – 2,8	—	9,80	—	—	—	2,84	—	5,85
1,5 – 2,26	—	9,80	7,80	—	—	—	—	5,85
2,36 – 3,55	—	9,8	9,8	—	—	—	—	5,85

* После 168 ч пребывания в трансформаторном масле при 150 ± 5 °С не должно быть трещин и вздутий изоляции.

Таблица 25.21. **Максимальное число микродефектов на длине 15 ± 1,5 м проводов ПЭТ-155, ПЭВТЛД, ПЭМФ, ПЭТВр, ПЭВТМ, ПНЭТимид, ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ, ПЭТимид, ПЭСВ-1, ПЭСВ-2, ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭВД, ПЭВДБ, ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭТВ-БЖ, ПЭС-1, ПЭС-2, ПЭВНК-1, ПЭВНК-2, ПЭВЛ, ПЭФ-155, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2**

Марка	Диаметр провода, мм																
	0,02	0,025	0,030	0,04	0,05	0,06	0,071	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,125	0,13	0,14	0,15 – 0,355	Свыше 0,355
ПЭТ-155	—	—	—	—	—	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	—
ПЭВТЛД	—	15	15	15	10	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—
ПЭМФ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
ПЭТВр, ПЭТВ-1	10	10	10	10	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	—
ПЭТВМ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3
ПНЭТимид, ПЭТимид	—	—	10	10	10	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	—
ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	—	—	—	—	—	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	—
ПЭВ-1	10	10	10	10	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	—
ПЭВ-2	—	—	—	—	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	—
ПЭВД, ПЭВДБ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	5	5	5	5	5	—
ПЭВТЛ-1	15	15	15	15	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	—

Продолжение табл. 25.21

Марка	Диаметр провода, мм																
	0,02	0,025	0,030	0,04	0,05	0,06	0,071	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,125	0,13	0,14	0,15–0,355	Свыше 0,355
ПЭВТЛ-2	10	10	10	10	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–
ПЭС-1	–	–	–	–	–	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	–
ПЭС-2	–	–	–	–	–	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–
ПЭСВ-1, ПЭСВ-2	–	–	–	–	–	–	5	–	–	3	3	3	–	3	3	3	–
ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–
ПЭТВ-БЖ	–	–	–	–	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	–
ПЭФ-155	–	–	–	–	–	5	5	3	3	3	3	3	–	3	3	3	–
ПЭВЛ	–	–	–	–	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	–
ПЭВНК-1	–	–	20	20	20	–	20	20	–	20	–	–	–	–	–	20	–
ПЭВНК-2	–	–	10	10	10	–	10	10	–	10	–	–	–	–	–	10	–

Таблица 25.22. Пробивное напряжение, В, проводов ПЭТВМ, ПЭМФ, ПЭТ-200, ПЭТ-255, ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2, ПЭТВ-БЖ, ПЭФ-155, ПЭВЛ

d, мм	Число скруток на 125 м	ПЭТ-200	ПЭТ-155	ПЭТВМ	ПЭМФ	ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛН-1	ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2	ПЭТВ-БЖ	ПЭФ-155	ПЭВЛ
0,02*	–	–	–	–	–	100	150	–	–	–
0,025*	–	–	–	–	–	100	200	–	–	–
0,03*	–	–	–	–	–	100	200	–	–	–
0,032–0,035*	–	–	–	–	–	100	200	–	–	–
0,040–0,045*	–	–	–	–	–	120	250	–	–	–
0,05	40	–	–	–	–	300	700	350	–	500
0,06–0,07	40	–	700	–	–	400	950	350	400	500
0,071	40	–	800	–	–	450	950	450	500	500
0,08	40	–	800	–	–	450	950	450	–	600
0,09	40	–	900	–	–	–	1200	450	–	
0,10	40	–	900	–	–	500	1200	500	–	600
0,11	40	–	1000	–	–	600	1300	500	–	700
0,125	33	–	1000	–	–	600	1300	500	–	700
0,13–0,14	33	–	1000	–	–	650	1500	500	–	800
0,15–0,16	33	–	1100	–	–	650	1500	600	–	800
0,17–0,20	33	–	1200	–	–	700	1700	600	–	800
0,21–0,23	33	1600	1600	–	1800	900	2200	–	–	800
0,25	33	1600	1600	–	1800	900	2200	–	–	800
0,27	23	1600	1600	2700	1800	900	2200	–	2200	–
0,28–0,29	23	1600	1600	2700	1800	900	2200	–	2200	–
0,315	23	1600	1600	2700	1800	900	2200	–	2200	–
0,33–0,355	23	1600	1600	2700	1800	900	2400	–	2400	–
0,38–0,40	16	1600	1600	3100	1800	900	2400	–	2400	–
0,41	16	1600	2000	3100	1800	1000	2800	–	2800	–
0,44–0,50	16	2800	2000	3100	1800	1000	2800	–	2800	–
0,50–0,56	12	3100	2200	3600	2400	1100	3100	–	3100	–
0,56–0,71	12	3100	2200	4100	2400	1100	3100	–	3100	–
0,71–0,75	12	3500	2400	4100	3000	1100	3500	–	3700	–
0,75–0,85	8	3500	2400	4300	3000	1100	3500	–	3700	–
0,85–0,95	8	3700	2600	4300	3000	1300	3700	–	3700	–
0,95–1,04	8	3800	2600	4400	–	1300	3800	–	4000	–
1,08–1,12	6	3800	2600	4400	–	1300	3800	–	4000	–
1,16–1,20	6	3900	2800	4600	–	1300	3900	–	4000	–
1,25–1,30	6	3900	2800	4600	–	1300	3900	–	4000	–
1,32	6	3900	2800	4600	–	1300	3900	–	4000	–
1,40–1,60	6	4000	3000	4600	–	1500	3900	–	4000	–
1,70–1,90	4	4300	3200	–	–	–	–	–	4000	–
2,0–2,5	3	4400	3300	–	–	–	–	–	4000	–

* Провода для испытаний наматываются на металлический цилиндр.

Таблица 25.23. **Пробивное напряжение проводов ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-Ц, ПЭВТЛД, ПЭВТЛК-1, ПЭТВр, ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭВДБ, ПЭВТЛК, ПЭЛ, ПЭТВ-2-ТС, ПЭВД**

d, мм	Число скруток на 125 м	Пробивное напряжение, В								
		ПЭТВ-2, ПЭТВЦ, ПЭТВ-2-ТС	ПЭТВр	ПЭТВ-1 / ПЭЛ	ПЭВТЛК-1	ПЭВТЛД	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭВДБ, ПЭВД	ПЭВТЛК
0,02*	–	–	100	– / 200	–	60	100	–	–	–
0,025*	–	–	100	– / 200	–	80	100	–	–	–
0,03 – 0,035*	–	–	250	– / 300	–	100	150	–	–	–
0,04*	–	–	250	–	900	130	150	–	–	–
0,045*	–	–	250	250	–	–	–	–	–	–
0,05	40	–	250	250	1150	350	350	700	–	–
0,06	40	800	350	350	1350	–	400	800	–	1800
0,063 – 0,071	40	950	450	450	1350 (1600)**	–	500	800	–	1800
0,071 – 0,10	40	1200	550	550	1700 (1900)**	–	600	950	–	2000
0,10 – 0,115	40	1300	600	600	–	–	600	1300	–	2100
0,125 – 0,14	33	1300	700	700	–	900	700	1500	–	2950
0,14 – 0,16	33	1500	–	800	–	–	800	1500	–	2950
0,16 – 0,20	33	1700	–	800	–	–	900	1700	–	2950
0,20 – 0,25	33	1200	–	800	–	–	1000	2000	2000	2950
0,25 – 0,315	23	2200	–	900	–	–	1000	2200	2200	3000
0,315 – 0,40	16	2400	–	1000	–	–	1500	2400	2400	3000
0,40 – 0,5	16	2500	–	1000	–	–	1000	1400	–	–
0,530	16	3100	–	1000	–	–	–	–	–	–
0,50 – 0,71	12	3100	–	1200	–	–	1200	1500	–	–
0,71 – 0,85	12	3500	–	1200	–	–	1300	1600	–	–
0,85 – 0,95	8	3700	–	1200 / 1300	–	–	1400	1800	–	–
0,95 – 1,12	8	3800	–	1300	–	–	1400	1800	–	–
1,12 – 1,32	8	3900	–	1300	–	–	1500	1900	–	–
1,4	6	4000	–	–	–	–	–	–	–	–
1,32 – 1,6	6	4000	–	1800 / 1400	–	–	1600	2000	–	–
1,40 – 1,50	6	4000	–	– / 1400	–	–	–	2000	–	–
1,56 – 1,90	4	4000	–	– / 1400	–	–	1600	2100	–	–
1,95 – 2,10	4	4300	–	– / 1500	–	–	1700	2300	–	–
2,26 – 2,50	3	4400	–	– / 1600	–	–	1700	2300	–	–

* Провода для испытаний наматываются на металлический цилиндр.
** Для 0,071; 0,08 и 0,09 мм.

после 1 ч выдержки при 200 ± 5 °С – $8a$ для диаметра до 2 мм и $10a$ – свыше 2 мм; после 24 ч выдержки при 200 ± 5 °С – $8a$ для 0,8 – 1,18 мм, $10a$ для 1,25 – 2 мм и $12a$ – свыше 2,1 мм. Провод ПНЭТП на изгиб испытывают по широкой и узкой стороне, эластичность должна соответствовать табл. 25.16. Изоляция ПЭВП эластична в исходном состоянии после изгиба на стержне по большей стороне и соответствует табл. 25.17. Условия испытания проводов на механическую прочность приведены в табл. 25.18, а нагрузка на иглу и класс при испытании на скребковом приборе – в табл. 25.5, 25.19 и 25.20. Максимальное число микродефектов в изоляции проводов дано в табл. 25.21. Минимальное пробивное напряжение проводов приведено в табл. 25.22 – 25.25. Минимальное пробивное напряжение проводов ПЭСВ-3 – не менее 7200, ПЭСВ-4 – 9200, а ПЭВЧ-1 и ПЭВЧ-2 – не менее 20 В. Провода ПЭТВР, ПЭТВ-1, ПЭТВМ, ПЭТВ-2,

Таблица 25.24. **Пробивное напряжение проводов ПЭС-1, ПЭС-2, ПНЭТимид, ПЭТимид, ПЭВНК-1, ПЭВНК-2**

d, мм	Число скруток на 125 м	Пробивное напряжение, В				
		ПЭС-1	ПЭС-2	ПНЭТимид, ПЭТимид	ПЭВНК-1	ПЭВНК-2
0,030 – 0,032 *	–	–	–	100	150	150
0,032 – 0,04 *	–	–	–	150	–	–
0,04 – 0,05 *	–	–	–	350	250	250
0,05 – 0,063	40	–	–	400	–	–
0,063 – 0,08	40	600	800	500	250	300
0,08 – 0,10	40	700 (для 0,09 мм)	900 (для 0,09 мм)	600	350	400
0,10 – 0,125	33	700	900	700	–	–
0,125 – 0,16	33	800 (для 0,14 мм)	1000 (для 0,14 мм)	800	–	–
0,16 – 0,20	33	800	1000	900	350	400
0,20 – 0,25	33	1000	1350	1000	–	–
0,25 – 0,315	23	1000	1350	1200	350	400
0,315 – 0,4	23	1000	1350	1400	–	–
0,40 – 0,50	16	1300	1650	1600	–	–
0,50 – 0,71	12	1550	1950	1800	–	–
0,71 – 0,85	8	1550	1950	1900	–	–
0,85 – 0,95	8	1800	2300	2000	–	–
0,95 – 1,12	6	1800	2300	2100	–	–
1,12 – 1,32	6	1800	2300	2200	–	–
1,32 – 1,6	4	2200	2700	2300	–	–
1,6 – 1,9	4	2200	2700	2400	–	–
1,9 – 2,5	3	2200	2700	2500	–	–

* Провода для испытаний наматываются на металлический цилиндр.

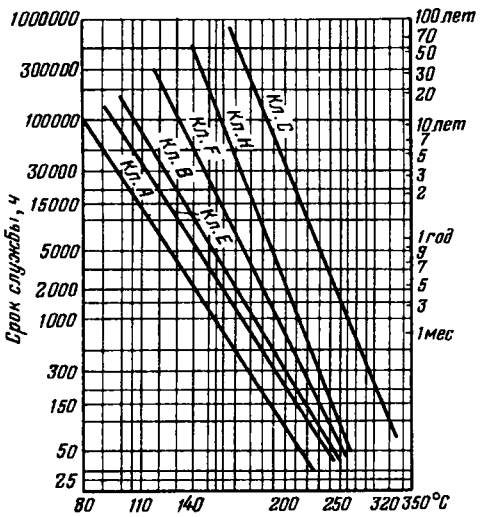


Рис. 25.1. Типовая зависимость среднего срока службы различных эмалированных проводов от температуры по методике МЭК

Таблица 25.25. **Пробивное напряжение проводов ПНЭТП, ПЭВП, ПЭМП, ПЭТП-155, ПЭТП-200, ПЭТВП**

Марка	*a*, мм	Пробивное напряжение, В
ПЭТВП, ПЭТП-155	До 0,5	200
ПЭТП-200	0,8 – 1,18	350
	1,25 – 2,0	400
	2,10 – 3,55	450
ПНЭТП	0,5 – 1,9	400
ПЭВП	0,5	200
	0,8 – 1,0	250
	1,06 – 1,4	300
	1,5 – 2,8	350
ПЭМП	Все размеры	300

ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ, ПЭФ-155, ПЭМФ и ПЭТ-155 должны быть отожженными, степень упругости проводов в зависимости от диаметра соответствует табл. 25.26. Масса обмоточных проводов соответствует табл. 25.27 и 25.28, а электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20 °С – табл. 25.29 и 25.30, проводов ПЭВЧ-1 и ПЭВЧ-2 на длине 1 м равно 85,8 – 112 Ом. Срок службы проводов различной нагревостойкости приведен на рис. 25.1.

Таблица 25.26. **Степень упругости проводов с эмалевой изоляцией**

d, мм	Диаметр стержня, мм	Натяжение, Н	Максимальный угол отдачи, град, не более						
			ПЭТВ-1	ПЭТВр	ПЭТВМ	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭФ-155	ПЭМФ	ПЭТ-155
0,05	3	0,1	72	87	–	–	–	–	–
0,06	3	0,1	68	82	–	85	–	–	82
0,063	3	0,1	67	80	–	82	–	–	82
0,071	3	0,1	65	77	–	77	–	–	77
0,08	5	0,25	70	80	–	80	–	–	80
0,09	5	0,25	67	77	–	77	–	–	77
0,10	5	0,25	64	73	–	73	–	–	73
0,112	7	0,5	64	73	–	73	–	–	70
0,120	7	0,5	63	72	–	73	–	–	70
0,125	7	0,5	62	70	–	73	–	–	67
0,130	7	0,5	61	69	–	70	–	–	67
0,140	7	0,5; 1**	60	67	–	67	–	–	67
0,150	10	1,0; 0,5*	59	70	–	67	–	–	67
0,160	10/10,5*	1,0	59	67	–	67	–	–	67
0,170	10/10,5*	1,0	58	66	–	67	–	–	65
0,180	10/10,5*	1,0	57	65	–	65	–	–	65
0,190	10/10,5*	1,0	56	64	–	65	–	–	62
0,200	10/10,5*	1,0	54	62	–	52	–	–	62
0,210	12,5/10,5*	2,0; 1,0*	52	–	–	62	–	–	59
0,224	12,5	2,0	51	–	–	59	–	–	59
0,236	12,5	2,0	50	–	–	59	–	–	56
0,250	12,5	2,0	49	–	56	56	–	53	56
0,265	12,5	2,0	48	–	53	56	–	–	53
0,280	12,5	2,0	47	–	53	53	53	48	53
0,30	19/12,5*	4,0; 2,0*	47	–	55	53	–	–	55
0,315	19,0	4,0	50	–	55	55	55	50	53
0,335	19,0	4,0	49	–	49	55	53	–	53
0,355	19,0	4,0	48	–	49	53	53	49	53
0,380	19,0	4,0	47	–	47	53	–	–	50
0,400	19,0	4,0	45	–	45	50	50	45	50
0,425	25/19*	8,0; 4,0*	45	–	45	50	–	–	48
0,450	25	8,0; 4,0*	44	–	45	48	48	45	48
0,475	25	8,0; 4,0*	43	–	45	48	–	–	47
0,500	25	8,0; 4,0*	43	–	45	47	47	45	47
0,530	25	8,0; 4,0*	42	–	43	47	46	–	44
0,560	25	8,0; 4,0*	41	–	40	44	44	43	44
0,600; 0,620	37,5/25*	12; 8,0*	44	–	42	44	–	42	50
0,630	37,5/25*	12,0	46	–	42	50	50	48	50
0,670	37,5/25*	12,0	45	–	48	50	49	–	47
0,690	37,5/25*	12; 15*	44	–	47	50	48	47	47
0,710	37,5/25*	12; 15*	44	–	46	47	47	46	47
0,750	37,5/25*	12; 15	43	–	43	45	45	43	45
0,770	37,5/25*	12; 15	42	–	43	45	–	–	43
0,800	37,5/25*	12; 15	41	–	42	43	43	42	43
0,830	50/37,5*	15; 12**	47	–	49	43	–	–	49
0,850	50	15,0	47	–	48	49	49	48	49
0,900	50	15,0	45	–	45	48	48	45	48
0,930	50	15,0	44	–	45	48	–	–	46
0,950	50	15,0	44	–	45	46	46	45	46
1,0	50	15,0	42	–	44	45	45	–	45
1,06	50	15,0	41	–	42	43	43	–	43
1,08	50	15,0	40	–	42	43	–	–	41
1,08 – 1,12	50	15,0	39	–	40	41	41	–	41
1,12 – 1,16	50	15,0	37	–	38	41	–	–	–
1,16 – 1,2	50	15,0	32	–	36	41	39	–	39
1,18	50	15,0	32	–	–	39	–	–	–
1,25	50	15,0	32	–	35	37	37	–	37
1,32	50	15,0	32	–	35	36	36	–	36
1,40	50	15,0	32	–	33	34	34	–	34
1,45	50	15,0	31	–	–	34	–	–	32
1,50	50	15,0	30	–	–	32	32	–	32
1,56	50	15,0	29	–	–	32	–	–	30
1,60	50	15,0	28	–	–	30	30	–	30

* Для ПЭТВМ.
** Для ПЭТ-155.

Таблица 25.27. **Масса, кг/км, обмоточных проводов ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ, ПНЭТимид, ПЭТимид, ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2**

d, мм	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭТВ-1	ПНЭТимид	ПЭТимид	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛН-1	ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2
0,02	–	–	–	–	0,003	–	0,0031	0,0032
0,025	–	–	–	–	0,005	–	0,0048	0,0050
0,030	–	–	0,0067	0,0066	–	–	0,0068	0,0072
0,032	–	–	0,0076	0,0075	0,007	–	0,0077	0,0079
0,035	–	–	0,0091	0,0090	–	–	–	–
0,04	–	–	0,0119	0,0118	0,012	–	0,0120	0,0124
0,045	–	–	0,0151	0,0150	–	–	–	–
0,05	–	0,0182	0,0186	0,0185	0,019	0,019	0,0188	0,0192
0,06	0,03	0,0264	0,0268	0,0267	0,023	0,028	0,0275	0,0283
0,063	0,033	0,0290	0,0295	0,0294	0,028	0,029	0,0299	0,0306
0,071	0,0398	0,0366	0,0375	0,0373	0,038	0,039	0,0376	0,0384
0,08	0,0509	0,0464	0,0477	0,0474	0,049	0,050	0,0478	0,0488
0,09	0,0634	0,0584	0,0594	0,0591	0,062	0,063	0,0599	0,0610
0,10	0,0774	0,0730	0,0745	0,0741	0,075	0,076	0,0743	0,0755
0,11	–	0,0878	–	–	–	–	0,0893	0,0906
0,112	0,0956	0,0910	0,0924	0,0919	0,093	0,094	0,0917	0,0930
0,12	0,1042	0,1037	0,1061	0,1056	0,107	0,108	0,1053	0,1068
0,125	0,1089	0,1129	0,1146	0,1142	0,116	0,117	0,1144	0,1158
0,130	0,1178	0,1220	0,1240	0,1235	0,127	0,131	0,1237	0,1253
0,140	0,1470	0,1413	0,1433	0,1427	0,144	0,145	0,1431	0,1448
0,150	0,1688	0,1616	0,1659	0,1653	0,165	0,166	0,1653	0,1678
0,160	0,1945	0,1839	0,1881	0,1874	0,188	0,189	0,1878	0,1905
0,170	0,2196	0,2072	0,2117	0,2110	0,212	0,213	0,2113	0,2141
0,180	0,2437	0,2315	0,2368	0,2361	0,236	0,237	0,2358	0,2388
0,190	0,2703	0,2578	0,2630	0,2622	0,263	0,264	0,2623	0,2654
0,200	0,2985	0,2872	0,2908	0,2900	0,290	0,292	0,2898	0,2931
0,210	0,3279	0,3166	0,3199	0,3190	0,319	0,322	0,3193	0,3228
0,224	0,3752	0,3592	0,3666	0,3656	0,364	0,366	0,3642	0,3693
0,226	–	–	–	–	–	–	–	–
0,236	0,4165	0,3986	0,4070	0,4060	0,404	0,406	0,4045	0,4099
0,25	0,4664	0,4462	0,4549	0,4539	0,452	0,454	0,4522	0,4580
0,265	0,5240	0,5008	0,5104	0,5093	0,508	0,510	0,4745	0,4804
0,280	0,5807	0,5644	0,5672	0,5661	0,565	0,568	0,5646	0,5708
0,30	0,6666	0,6465	0,6514	0,6499	0,649	0,652	0,6483	0,6501
0,310	–	–	–	–	–	–	0,6909	0,6979
0,315	0,7075	0,7114	0,7152	0,7136	0,690	0,693	0,7117	0,7185
0,33	–	–	–	–	–	–	0,7811	0,7886
0,335	0,7999	0,8036	0,8091	0,8073	0,780	0,784	0,8052	0,8138
0,355	0,8961	0,9008	0,9064	0,9045	0,876	0,884	0,9026	0,9138
0,380	1,0268	1,0332	1,0314	1,0293	1,004	1,013	1,0342	1,0470
0,40	1,1733	1,1444	1,1460	1,1438	1,14	1,15	1,1384	1,1514
0,41	–	–	–	–	–	–	1,1960	1,2097
0,425	1,3245	1,2859	1,2942	1,2918	1,29	1,30	1,2869	1,3011
0,440	–	–	–	–	–	–	1,3778	1,3925
0,45	1,4879	1,4469	1,4456	1,4432	1,44	1,45	1,4389	1,4532
0,47	–	–	–	–	–	–	1,5697	1,5852
0,475	1,6578	1,6088	1,6109	1,6083	1,60	1,65	1,6050	1,6207
0,49	–	–	–	–	–	–	1,7109	1,7271
0,50	1,8271	1,7808	1,7930	1,7904	1,78	1,79	1,7909	1,8073
0,51	–	–	–	–	–	–	1,8633	1,8803
0,53	2,0529	2,0032	2,0162	2,0097	2,0	2,01	2,0049	2,0226
0,55	–	–	–	–	–	–	2,1565	2,1748
0,56	2,2802	2,2355	2,2426	2,2397	2,24	2,25	2,2376	2,2558
0,57	–	–	–	–	–	–	2,3182	2,3371
0,59	–	–	–	–	–	–	2,4798	2,4993
0,60	2,6176	2,5587	2,5727	2,5677	2,57	2,58	2,5639	2,5837
0,62	–	–	–	–	–	–	2,7322	2,7527
0,63	2,8723	2,8210	2,8309	2,8275	2,83	2,85	2,8302	2,8508
0,64	–	–	–	–	–	–	2,9208	2,9420
0,67	3,2486	3,1842	3,1987	3,1950	3,20	3,22	3,1936	3,2157
0,69	3,4454	3,3757	3,3906	3,3868	3,40	3,42	3,3854	3,4082
0,71	3,6500	3,5921	3,5869	3,5830	3,58	3,61	3,5670	3,5899
0,72	–	–	–	–	–	–	3,6682	3,6918
0,74	–	–	–	–	–	–	3,8900	3,9220
0,75	4,0646	3,9960	3,9984	3,9933	4,0	4,03	3,9988	4,0282
0,77	4,2843	4,2180	4,2145	4,2092	4,22	4,25	4,2128	4,2460
0,80	4,6337	4,2609	4,5462	4,5407	4,55	4,57	4,5455	4,5800
0,83	4,9877	4,8939	4,8905	4,8848	4,89	4,91	4,8883	4,9240
0,85	5,2194	5,1258	5,1259	5,1202	5,13	5,15	5,1198	5,1559

Продолжение табл. 25.27

d, мм	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭТВ-1	ПНЭТимид	ПЭТимид	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭВТЛ-1, ПЭВТЛН-1	ПЭВТЛ-2, ПЭВТЛН-2
0,86	–	–	–	–	–	–	5,2410	5,2780
0,90	5,8400	5,6408	5,7427	5,7365	5,75	5,78	5,7447	5,7840
0,93	6,2358	6,1237	6,1288	6,1224	6,14	6,17	6,1275	6,1680
0,95	6,4954	6,3957	6,3923	6,3858	6,41	6,43	6,3850	6,4260
0,96	–	–	–	–	–	–	6,5202	6,5620
1,00	7,1857	7,0810	7,1250	7,1181	7,12	7,14	7,1060	7,1500
1,04	–	–	–	–	–	–	7,6810	7,7260
1,06	8,0856	7,9680	7,9933	7,9860	7,99	8,02	7,9720	8,0176
1,08	8,3936	8,2710	8,2978	8,2903	8,29	8,33	8,2760	8,3230
1,12	9,0116	8,8850	8,9179	8,9102	8,92	8,94	8,9010	8,9490
1,16	–	–	–	–	–	–	9,5830	9,6210
1,18	9,9879	9,8620	9,8879	9,8798	9,89	9,91	9,9488	9,9876
1,20	–	–	–	–	–	–	10,2890	10,3290
1,25	11,1904	11,0510	11,0958	11,0788	11,08	11,10	11,0970	11,1380
1,30	–	–	–	–	–	–	12,0050	12,0470
1,32	12,4613	12,2590	12,3576	12,3397	12,32	12,41	12,3440	12,3870
1,35	–	–	–	–	–	–	12,9120	12,9560
1,4	14,0306	13,8680	13,8931	13,8738	13,89	13,92	13,9200	13,9650
1,45	–	14,8740	14,8954	14,8754	14,91	14,91	14,9280	14,9750
1,5	16,0787	15,8800	15,9325	15,9118	15,90	15,94	15,9350	15,9840
1,56	17,3907	17,1870	17,2233	17,2017	17,2	17,2	17,2400	17,2950
1,6	18,2664	17,9920	18,1086	18,0868	18,1	18,1	18,1397	18,1933
1,62	–	–	–	–	–	–	–	–
1,68	–	–	–	–	–	–	–	–
1,70	20,5936	–	20,4244	20,4015	20,4	20,4	–	–
1,74	–	–	–	–	–	–	–	–
1,8	23,1026	–	22,8870	22,8623	22,9	22,9	–	–
1,81	–	–	–	–	–	–	–	–
1,88	–	–	–	–	–	–	–	–
1,90	25,7112	–	25,5213	25,4958	25,5	25,5	–	–
1,95	–	–	–	–	–	–	–	–
2,0	28,4593	–	28,2662	28,2388	28,2	28,2	–	–
2,02	–	–	–	–	–	–	–	–
2,10	–	–	–	–	–	–	–	–
2,12	31,9414	–	31,7640	31,7367	31,7	31,8	–	–
2,24	35,6765	–	35,4617	35,4312	35,4	35,4	–	–
2,26	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36	39,5632	–	39,3277	39,2961	39,3	39,3	–	–
2,44	–	–	42,0392	42,0055	42,0	42,0	–	–
2,5	44,3517	–	44,1321	44,0967	44,1	44,1	–	–

Таблица 25.28. **Масса, кг/км, обмоточных проводов ПЭТВР, ПЭВТЛК, ПЭВТЛК-1 и ПЭВП**

Продолжение табл. 25.28

d, мм	ПЭТВр	ПЭВТЛК	ПЭВТЛК-1	ПЭВП
0,02	0,0033	–	–	–
0,025	0,0049	–	–	–
0,03	0,0063	–	–	–
0,032	0,0080	–	–	–
0,035	0,0093	–	–	–
0,04	0,0119	–	0,0129	–
0,045	0,0151	–	–	–
0,05	0,0188	–	0,0196	0,019
0,060	0,0272	0,0299	0,0287	0,026
0,063	0,0323	0,0330	0,0312	0,0292
0,071	0,0407	0,0408	0,0388	0,0370
0,08	0,0475	0,0508	0,0493	0,0470
0,09	0,0596	0,0632	0,0616	0,059
0,10	0,0737	0,0790	–	0,073
0,11	–	–	–	0,088
0,112	0,0997	0,0979	–	0,0915
0,120	0,1046	0,1202	–	0,1050
0,125	0,1204	–	–	0,1128
0,130	0,1229	0,1295	–	0,1220
0,140	0,1423	0,1493	–	0,1410
0,150	0,1643	0,1725	–	0,1530
0,160	0,1868	0,1924	–	0,1850
0,170	0,2102	0,2193	–	0,2080
0,180	0,2346	0,2442	–	0,2230
0,190	0,2611	0,2710	–	0,2590
0,200	0,2885	0,2990	–	0,2880
0,210	–	0,3288	–	0,3170
0,224	–	0,3741	–	0,3595
0,236	–	0,4205	–	0,3994
0,25	–	0,4637	–	0,4470
0,265	–	0,5266	–	–
0,280	–	0,5849	–	–
0,30	–	0,6679	–	–
0,31	–	0,7106	–	–
0,315	–	0,7337	–	–
0,33	–	0,8019	–	–
0,335	–	0,8264	–	–
0,355	–	1,1780	–	–

Таблица 25.29. **Электрическое сопротивление на длине 1 м, Ом, жилы обмоточных проводов ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВМ, ПЭТВЦ, ПЭТВр**

d, мм	ПЭВ-1, ПЭВ-2	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭТВМ	ПЭТВ-1, ПЭТВр
0,020	–	–	–	67,901
0,025	–	–	–	41,588
0,030	–	–	–	28,061
0,032	21,445	–	–	24,444
0,035	–	–	–	20,28
0,040	13,726	–	–	15,235
0,045	–	–	–	9,548
0,05	8,7818	–	–	–
0,06	6,1005	6,760	–	6,7595
0,063	5,5331	6,100	–	6,1986
0,071	4,3563	4,749	–	4,8924
0,08	3,4316	3,704	–	3,7041
0,09	2,7113	2,901	–	2,9015
0,10	2,1962	2,334	–	2,3341
0,112	1,7508	1,848	–	1,8485
0,12	1,5252	1,604	–	1,6042
0,125	1,4254	1,476	–	1,6043
0,130	1,2994	1,362	–	1,3640
0,140	1,1205	1,170	–	1,1701
0,150	0,9760	1,016	–	1,0162
0,160	0,85788	0,8910	–	0,8904
0,170	0,75986	0,7875	–	0,7874
0,180	0,67783	0,7010	–	0,7010
0,190	0,60831	0,6280	–	0,6280
0,200	0,54905	0,5659	–	0,5659
0,210	0,49796	0,5226	–	0,5125
0,224	0,43772	0,4579	–	0,4579
0,226	0,39428	0,4116	–	–
0,25	0,35139	0,3659	0,3659	0,3659
0,265	0,31271	0,3249	–	0,3249
0,280	0,28013	0,2904	0,2907	0,2904
0,300	0,24400	0,2524	–	0,2558
0,310	–	0,2392	–	–
0,315	0,22132	0,2315	0,2289	0,2392
0,330	–	0,2105	–	–
0,335	0,19568	0,2041	–	0,2041
0,350	–	0,1867	–	–
0,355	0,17434	0,1813	0,1797	0,1867
0,380	0,15208	0,1579	–	0,1578
0,400	0,13726	0,1422	0,1419	0,1422
0,410	–	0,1373	–	–
0,425	0,12158	0,1275	–	0,1257
0,440	–	0,1188	–	–
0,450	0,10845	0,1134	0,1118	0,1134
0,470	–	0,1038	–	–
0,475	0,097329	0,1016	–	0,1109
0,490	–	0,09532	0,09037	0,0914
0,500	0,087848	0,09146	–	–
0,510	–	0,08785	–	0,0812
0,530	0,078177	0,08122	–	–
0,560	0,070032	0,07260	0,07215	0,0726
0,600	0,061000	0,06309	–	0,0625
0,630	0,055328	0,05713	0,05687	0,0571
0,670	0,048919	0,05042	–	0,0504
0,690	0,046125	–	–	0,0475
0,710	0,043566	0,04547	0,04481	0,0455
0,750	0,039044	0,04065	0,04022	0,0407

Продолжение табл. 25.29

d, мм	ПЭВ-1, ПЭВ-2	ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭТВЦ	ПЭТВМ	ПЭТВ-1, ПЭТВр
0,770	0,037038	0,03853	–	0,0385
0,80	0,034316	0,03564	0,03530	0,0356
0,830	0,031877	0,03306	–	0,0331
0,850	0,030398	0,03150	0,03131	0,0315
0,900	0,027113	0,02804	0,02789	0,0280
0,930	0,025390	0,02623	–	0,0262
0,950	0,024335	0,02512	0,02506	0,0251
1,0	0,021962	0,02287	0,02259	0,0229
1,06	0,019546	0,02030	–	0,0203
1,08	0,018823	0,01955	–	0,0195
1,12	0,017508	0,01815	–	0,0182
1,18	0,015773	0,01632	–	0,0163
1,25	0,014056	0,01452	–	0,0145
1,32	0,012605	0,01300	–	0,0129
1,4	0,011205	0,01153	–	0,0115
1,45	0,010445	0,01074	–	0,0107
1,5	0,0097607	0,010003	–	0,0100
1,56	0,0090230	0,00926	–	0,0093
1,6	0,0085788	0,008797	–	0,0088
1,7	0,0075994	0,007781	–	–
1,8	0,0067783	0,006981	–	–
1,9	0,0060837	0,006214	–	–
2,0	0,0054905	0,005602	–	–
2,12	0,0048865	0,00498	–	–
2,24	0,0043772	0,004456	–	–
2,36	0,0042999	0,004011	–	–
2,44	0,003689	0,003750	–	–
2,50	0,003513	0,003571	–	–

Таблица 25.30. **Электрическое сопротивление на длине 1 м, Ом, жилы обмоточных проводов**

d, мм	ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2	*d*, мм	ПЭВТЛН-1, ПЭВТЛН-2
0,02	60,62	0,112	1,83
0,025	41,10	0,120	1,65
0,030	29,80	0,125	1,46
0,032	24,20	0,130	1,35
0,040	15,75	0,140	1,20
0,050	9,80	0,150	1,04
0,060	6,70	0,160	0,88
0,063	6,06	0,170	0,77
0,071	4,71	0,180	0,715
0,080	3,67	0,190	0,62
0,090	2,88	0,200	0,575
0,100	2,42		

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ШЕСТОЙ

ПРОВОДА ОБМОТОЧНЫЕ С ЭМАЛЕВО-ВОЛОКНИСТОЙ, ВОЛОКНИСТОЙ, ПЛАСТМАССОВОЙ И ПЛЕНОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

26.1. НОМЕНКЛАТУРА

Обмоточные провода с волокнистой, эмалево-волокнистой, пластмассовой и пленочной изоляцией предназначены для обмоток электрических машин, аппаратов, а также измерительных, регулировочных и прочих приборов и др. Перечень марок обмоточных проводов приведен в табл. 26.1, сортамент – в табл. 26.2.

Медные обмоточные провода изготовляют из круглой проволоки марки ММ по ГОСТ 2112-79, алюминиевые провода – из проволоки диаметром до 1,70 мм марки АТ и диаметром 1,80 и выше марки АМ по ГОСТ 6132-79, прямоугольные медные провода – из проволоки ПММ по ГОСТ 434-78, алюминиевые – из проволоки ПАМ по ГОСТ 10687-76.

Таблица 26.1. **Номенклатура обмоточных проводов с эмалево-волокнистой, волокнистой, пластмассовой и пленочной изоляцией**

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
		Провода с волокнистой изоляцией	
АПБ	359244 1000 (круглый) 359254 1300 (прямоугольный)	Алюминиевый, круглый или прямоугольный изолированный лентами кабельной или телефонной бумаги	ГОСТ 16512-80
ПБ	359214 1000 (круглый) 359224 1000 (прямоугольный)	То же, но медный	То же
ПБУ	359224 2100	Медный, прямоугольный, изолированный лентами высоковольтной уплотненной бумаги	» »
ПБП	359224 8000	Медный, прямоугольный, подразделенный, изолированный лентами кабельной бумаги	ТУ 16.505.661-74
ПБПУ	359224 9000	То же, но изолированный лентами уплотненной бумаги	То же
ПТБ	359126 1000	Медный прямоугольный, транспонированный, из прямоугольных эмалированных проволок, изолированный лентами кабельной бумаги	ТУ 16.505.367-77
ПТБУ	359126 4000	То же, но изолированный лентами уплотненной бумаги	То же
АПБД	359244 1100	Алюминиевый, круглый или прямоугольный, изолированный двумя слоями хлопчатобумажных нитей	ГОСТ 16513-79
ПБД	359214 1200	То же, но медный	То же
ПВОО	359225 2000	Медный, прямоугольный, гибкий, с изоляцией из одного слоя обмотки и оплетки хлопчатобумажными нитями	ТУ 16.505.516–73
ПВДО	359225 3000	То же, но с двумя слоями обмотки	То же
ПШД	359221 2000	Медный, прямоугольный, изолированный двумя слоями нитей натурального шелка	ТУ 16.505.357-78
ПЛД	3592110100	То же, но круглый, с изоляцией полиэфирными нитями	То же
		Провода с эмалево-волокнистой изоляцией	
ПЭШО	359119 0800	Медный, круглый, изолированный лаком, с обмоткой шелковыми нитями	ГОСТ 16507-80
ПЭЛО	359119 0200	То же, но с обмоткой полиэфирными нитями	То же
ПЭБО	359119 0900	То же, но с обмоткой хлопчатобумажными нитями	» »

Продолжение табл. 26.1

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
ПЭТВЛО	359119 0400	Медный, круглый, изолированный нагревостойким лаком и одним слоем обмотки полиэфирными нитями	ТУ 16.505.357-78
ПЭТВБД	359119 0900	То же, но с двумя слоями обмотки хлопчатобумажными нитями	То же
ПЭЛШКО	359119 0600	Медный, круглый, изолированный лаком нагревостойкости не ниже класса А и одним слоем обмотки капроновыми нитями	» »
ПЭЛШКД	359119 0700	То же, но с двумя слоями обмотки	» »
ПЭЛБД	359119 0800	То же, но с обмоткой хлопчатобумажными нитями	» »
ПЭВТЛЛО	359119 0500	Медный, круглый, лудящийся, изолированный полиуретановым лаком и обмоткой полиэфирными нитями	» »
ПЭПЛОТ	3591191300	То же термообработанный	ТУ 16.505.595-74
		Провода со стекловолокнистой и асбестовой изоляцией	
ПСД	359212 1000	Медный, круглый или прямоугольный, с двухслойной изоляцией из стеклонитей, с подклейкой и пропиткой нагревостойким лаком или компаундом	ГОСТ 7019-80
ПСД-Л	359212 2000	То же с поверхностным лаковым слоем	То же
ПСДТ	359212 3000	То же, что и марка ПСД, но с утоненной изоляцией	» »
ПСДТ-Л	359212 4000	То же с поверхностным лаковым покрытием	» »
ПСДК	359213 1000	То же, что и марка ПСД, но с подклейкой и пропиткой кремнийорганическим лаком	» »
ПСДК-Л	359213 2000	То же, что и марка ПСДК, но с уплотненной изоляцией	» »
ПСДКТ	359213 3000		» »
ПСДКТ-Л	359213 4000	То же с поверхностным лаковым слоем	» »
ПСДКТ-А	359223 5000	То же, что и марка ПСДКТ, прямоугольный, повышениой нагревостойкости	ТУ 16.505.321-73
ПСД-1	359222 3000	Медиый, прямоугольный, с двухслойной изоляцией из бесщелочного стекловолокна с подклейкой и пропиткой термореактивным лаком	ГОСТ 22301-77
ПСДП	359222 4000	То же полый	То же
ПНСД	359212 0600	То же, что и марка ПСД, круглый, но с никелированной жилой	ТУ 16.505.529-73
ПСОТ	359223 7000	Медный, прямоугольиый, с однослойной изоляцией стеклонитями с подклейкой и пропиткой кремнийорганическим лаком	ТУ 16.505.498-73
АПСД	359252 1000	То же, что и марка ПСД, но алюминиевый	ТУ 16.505.408-78
ПЭТВСД	359129 1100	Медный, круглый, изолированный слоем эмали, с двухслойной обмоткой стеклонитями, с подклейкой и пропиткой нагревостойким лаком	ТУ 16.505.353-77
ПЭТВСД	359129 1000	То же прямоугольный	ТУ 16.505.816-75
ПНЭТКСОТ	359118 0400	Медный никелированный, круглый, изолированный нагревостойким лаком с однослойной обмоткой стеклонитями с подклейкой и пропиткой кремнийорганическим лаком, лакированный	ТУ 16.505.491-73
ПОЖ	359212 0700 (круглый) 359222 6000 (прямоугольиый)	Медный никелированный, круглый или прямоугольный, с двухслойной обмоткой бесщелочиой стеклонитью	ТУ 16.505.399-77
ПОЖ-700	359212 0500 (круглый) 359222 7000	Из сплава 204 со слоем железо – никель, с двухслойной обмоткой кварцевой нитью и высокопрочной стеклонитью, с пропиткой органосиликатной композицией, жаростойкий	То же
ПДА	359216 1000	Медный, прямоугольный, с дельта-асбестовой изоляцией, с подклейкой и пропиткой нагревостойким лаком или компаундом	ТУ 16.705.163-80
		Провода высокочастотные	
ЛЭЛ	359153 0300	Медный, круглый, из проволок, изолированных лаком нагревостойкостью не ниже класса А	ГОСТ 16186-74
ЛЭШО	359159 0400	То же с обмоткой шелковой нитью	То же
ЛЭШД	359159 0600	То же, но с двухслойиой обмоткой	» »

Продолжение табл. 26.1

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
ЛЭЛО	3591590500	То же, но с однослойной обмоткой полиэфирными нитями	ГОСТ 16186-74
ЛЭЛД	3591590700	То же, но с двухслойной обмоткой	То же
ЛЭЛОР-Е	3591591000	То же, но с оплеткой полиэфирными нитями	ТУ 16.505.580-78
ЛЭП	3591540100	То же, что и марка ЛЭЛ, но лак на полиуретановой основе	ГОСТ 16186-74
ЛЭПКО	3591590800	То же с обмоткой капроновыми нитями	То же
ЛЭПШД	3591590100	То же, но с двухслойной обмоткой шелковыми нитями	ТУ 16.505.450.78
ЛЭТЛО	3591550700	Медный, круглый из проволок, изолированных полиэфирным лаком, в оплетке полиэфирными нитями, пропитанной полиэфирным лаком	ГОСТ 16186-74
ЛЭВ	3591530100	То же, что и марка ЛЭЛ, но лак на основе поливинилацеталевых смол	ТУ 16.505.254-76
ЛЭТ	3591550100	То же, но лак на полиэфирной основе	То же
ЛЭНП	3591571000	Медный, прямоугольный, из проволок, изолированных полиэфиримидным лаком	ГОСТ 16186-74
ПЭМВ	3591530200	Медный, прямоугольный, из эмалированных проволок	ТУ 16.505.698-75
ПЭМВО	3591590600	То же с оплеткой хлопчатобумажными нитями	То же
ПЭЛВОО	3591590200	То же, но с обмоткой и оплеткой хлопчатобумажными нитями	» »
ПВПЭБ	3591591300	То же, что и марка ПЭМВ, с обмоткой лентами кабельной бумаги	» »
		Провода с пластмассовой и пленочной изоляцией	
ППФ	3592180600	Медный, круглый, с изоляцией лентами фторопласта	ТУ 16.505.638-76
ППФИ-F	3592180800	То же с изоляцией лентами фторопласта и полиимидно-фторопластовой пленки	То же
ППФИ-К	3592180700	То же компаундированный	» »
ППЛБО	3592281000	Медный, прямоугольный, с изоляцией полиэфирными нитями	ТУ 16.505.456-73
ППВП	3592185000	Медный, круглый, с двухслойной изоляцией из ПЭ	ТУ 16.505.374-72
ППВМ	3592184000	То же, но с двухслойной изоляцией из ПЭ и полипропилена	То же
ПЭТВПДЛ-3	3591191100	Медный, круглый, изолированный нагревостойкой высокопрочной эмалью, тремя слоями ПЭТФ пленки и двумя слоями ПЭТФ нити	ТУ 16.505.494.73
ПЭТВПДЛ-4	3591191200	То же, но с четырьмя слоями ПЭТФ пленки	То же
ПЭВВП	3592170100	Медный, круглый, с изоляцией из эмали и ПВХ пластиката	ТУ 16.505.733-78
ПВДП-1	3592181000	То же, но с изоляцией из ПЭ	То же
ПВДП-2	3592182000	То же с утолщенной изоляцией	» »

Таблица 26.2. **Сортамент обмоточных проводов круглых и прямоугольных с волокнистой, эмалево-волокнистой, пленочной и пластмассовой изоляцией**

Марка	Диаметр, мм	Стороны $a \times b$, мм
АПБ	1,32 – 8,0	(1,8 – 5,0) × (4,0 – 18,0)
АПБД	1,32 – 3,0	(1,8 – 5,0) × (4,0 – 16,0)
АПСД	1,6 – 3,0	(1,9 – 5,6) × (3,35 – 14,0)
ЛЭЛ	0,0196 – 1,54	–
ЛЭП	0,0093 – 1,374	–
ЛЭПКО	0,0317 – 1,374	–
ЛЭПШД	0,98 и 1,96	–
ЛЭЛО, ЛЭШО ЛЭЛД, ЛЭШД	0,0196 – 4,25	–
ЛЭЛОР-Е	10,35 и 50	–
ПБ	1,18 – 5,20	(1,0 – 5,60) × (3,0 – 19,5)
ПБУ	–	(1,8 – 5,6) × (6,7 – 19,5)
ПБД	0,355 – 5,3	(0,9 – 5,6) × (2,12 – 15,0)

Продолжение табл. 26.2

Марка	Диаметр, мм	Стороны $a \times b$, мм
ПБП, ПБПУ	–	(1,4 – 4,25) × (7,5 – 19,5)
ПВОО, ПВДО	–	(3,3 – 8,0) × (5,1 – 12,5)
ППВМ	2,24; 2,51; 2,85; 3,05; 3,55; 4,11; 4,68; 5,1; 5,65; 6,0; 6,5; 7,8	–
ППВП	3,05; 4,68; 5,65	–
ППЛБО	–	(1,0 – 5,6) × (3,00 – 9,0)
ППФ, ППФИ-К, ППФИ-F	1,70 – 3,15	–
ПЭТВЛО, ПЭВТЛЛО	0,10 – 1,32	–
ПЛД	0,38 – 1,32	–
ПЭЛБД	0,93 – 2,12	–
ПЭВТБД	0,69; 0,71; 0,93; 2,12	–
ПШД	–	(0,80 – 1,32) × (2,80 – 4,5)
ПЭЛШКО	0,10 – 1,56	–
ПЭЛШКД	0,75 – 1,45	–
ПНСД	0,17	–
ПОЖ, ПОЖ-700	0,315 – 3,0	(0,9 – 3,55) × (2,12 – 10,6)
ПСД-1	–	(0,9 – 5,6) × (2,12 – 12,5)
ПСДП	–	(3,55 – 6,0) × (5,0 – 12,5)
ПВДП-1,2	0,63 – 6,25	–
ПЭВВП	0,85 – 5,3	–
ПСОТ	–	(1,38 – 2,5) × (1,9 – 4,5)
ПСД, ПСДК, ПСД-Л, ПСДК-Л	0,31 – 5,2	(0,9 – 5,6) × (2,12 – 12,5)
ПСДТ, ПСДТ-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-Л	0,31 – 2,10	(0,9 – 3,55) × (2,12 – 10,0)
ПСДКТ-А	–	(0,8 – 3,75) × (2,12 – 6,0)
ПЭПЛОТ	0,08 – 0,50	–
ПЭМВ, ПЭМВО	–	(3,8 – 6,9) × (4,4 – 12,5)
ПЭЛВОО	–	(3,8 – 5,9) × (4,4 – 6,0)
ПЭТВПДЛ-3, ПЭТВПДЛ-4	1,7 – 2,36	–
ПЭБО	0,38 – 2,12	–
ПЭЛО	0,20 – 1,32	–
ПЭШО	0,05 – 1,56	–
ЛЭВ, ЛЭТ	0,035 – 0,20	–
ПТБ, ПТБУ	–	(1,8 – 3,55) × (3,75 – 8,0)
ПЭТВСД	0,85 – 2,50	(0,9 – 3,55) × (2,8 – 10,0)
ПЭТКСОТ	0,355	–

26.2. ПРОВОДА С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Обмоточные алюминиевые и медные провода с волокнистой изоляцией (табл. 26.3 – 26.5) изготовляют путем обмотки проволоки одним или двумя слоями волокнистых материалов (натурального или синтетического шелка, хлопчатобумажной пряжи): провода АПБД и ПБД обматывают двумя слоями хлопчатобумажной пряжи, провод ПШД – двумя слоями натурального шелка, провод ПЛД – двумя слоями лавсанового волокна. Изоляция должна плотно прилегать к жиле без утолщений и оголенных мест. Направление намотки каждого слоя волокнистого материала противоположное. В местах заправки провода допускается утолщение на длине не более 100 мм, не превышающее двойного допуска на толщину. Шаг обмотки проводов с хлопчатобумажной изоляцией толщиной 0,38 – 0,95 мм не превышает 2,6 мм, 1,0 – 2,12 мм – 3,0 мм, 2,24 – 2,5 мм – 4,5 мм, 2,6 – 8 мм – 6,0 мм, с шелковой изоляцией толщиной до 0,335 мм не превышает 1,3 мм, 0,38 – 2,12 мм – 2,0 мм. Шаг обмотки прямоугольных проводов сечением до 0,8 мм^2 с шелковой изоляцией и до 15 мм^2 с хлопчатобумажной пряжей не более 4,5 мм, а свыше 15 мм^2 – не более 7,5 мм.

На проводах с волокнистой изоляцией на длине до 200 мм не допускается более пяти пропусков одной или нескольких нитей, а также не более пяти местных увеличений шага обмотки. Места пайки или сварки круглой проволоки должны быть обмотаны двойным слоем хлопчатобумажной пряжи, прямоугольных проводов – оголены или отмечены на длине 50 – 100 мм. Максимальная толщина изоляции $D - d$ круглых проводов ПЛД (рис. 26.1) с волокнистой изоляцией 0,38 – 0,95 мм не более 0,18 мм; 1,0 – 2,12 – не более 0,20; ПБД 0,355 – 0,95 – не более 0,22; АПБД и ПБД 1,0 – 2,12 – не более 0,27;

Таблица 26.3. **Максимальный диаметр D, мм, проводов АПБ, ПБ, АПБД, ПБД**

d, мм	АПБ и ПБ при толщине изоляции $D-d$, мм									АПБД, ПБД
	0,30	0,72	0,96	1,20	1,68	1,92	2,88	4,08	5,76	
0,355	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,58
0,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,63
0,45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,68
0,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,73
0,56	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,79
0,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,86
0,71	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,95
0,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,99
0,80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,04
0,85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,09
0,90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,14
0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,19
1,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,29
(1,06)*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	(1,35)*
1,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,41
1,18	1,55	2,02	2,26	2,55	–	–	–	–	–	1,47
1,25	1,62	2,09	2,33	2,62	–	–	–	–	–	1,54
1,32	1,69	2,16	2,40	2,69	–	–	–	–	–	1,61
1,40	1,77	2,24	2,48	2,77	–	–	–	–	–	1,69
1,50	1,87	2,34	2,58	2,87	–	–	–	–	–	1,80*
(1,56)*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	(1,85)
1,60	1,97	2,44	2,68	2,97	–	–	–	–	–	1,89
1,70	2,07	2,54	2,78	3,07	–	–	–	–	–	1,99
1,80	2,17	2,64	2,88	3,17	–	–	–	–	–	2,09
1,90	2,27	2,74	2,98	3,27	–	–	–	–	–	2,19
1,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,24
2,00	2,37	2,84	3,08	3,37	–	–	–	–	–	2,29
2,12	2,49	2,96	3,20	3,49	–	–	–	–	–	2,41
2,24	2,61	3,08	3,32	3,61	4,09	4,33	–	–	–	2,59
2,36	2,73	3,20	3,44	3,73	4,21	4,45	–	–	–	2,71
2,50	2,88	3,35	3,59	3,88	4,36*	4,60*	–	–	–	2,85
(2,61)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,96
2,65	3,03	3,50	3,74	4,03	4,51*	4,75*	–	–	–	3,01*
2,80	3,18	3,65	3,89	4,18	4,66*	4,90*	–	–	–	3,16*
3,00	3,38	3,85	4,09	4,38	4,86	5,10	–	–	–	3,36
3,15	3,53	4,00	4,24	4,53	5,01	5,25	–	–	–	3,51
3,35	3,73	4,20	4,44	4,73	5,21	5,45	–	–	–	3,71
3,55	3,94	4,41	4,65	4,94	5,42*	5,66*	–	–	–	3,92*
3,75	4,14	4,61	4,85	5,14	5,62*	5,86*	6,87*	8,12*	9,09*	4,12*
4,0	4,39	4,86	5,10	5,39	5,87	6,11	7,12	8,37	10,15	4,37
4,25	4,64	5,11	5,35	5,64	6,12	6,36	7,37	8,62	10,40	4,62
4,50	4,90	5,37	5,61	5,90	6,38*	6,62*	7,63*	8,88*	10,66*	4,88
4,75	5,15	5,62	5,85	6,15	6,63*	6,87*	7,88*	9,13*	10,91*	5,13
5,00	5,40	5,87	6,11	6,40	6,88	7,12	8,13	9,38	11,16	5,38
5,20	5,60	6,07	6,31	6,60	7,08	7,32	8,33	9,58	11,36	–
5,30	5,70	6,17	6,41	6,70	7,18	7,42	8,43	9,68	11,46	5,68
6,00	6,40	6,87	7,11	7,40	7,88	8,12	9,13	10,38	12,16	6,40
8,00	8,41	8,88	9,12	9,41	9,89	10,13	11,14	12,30	14,17	8,41

* Максимальные размеры ПБ и ПБД на 0,01 мм меньше указанных.

Примечание. Провода с размерами в скобках в новых разработках не применять для ПБД.

2,24 – 5,20 – не более 0,33, а **АПБД** свыше 6,0 – не более 0,35; **ПШД** – 0,20. Максимальная толщина $A-a$ или $B-b$ прямоугольных проводов **ПШД** от 0,8 до 1,12 мм по стороне a – не более 0,15 мм, 1,32 – не более 0,20, проводов **АПБД** и **ПБД** от 0,9 до 1,9 по стороне a – не более 0,27, от 2,0 до 3,75 – не более 0,33, а 4,0 и выше – не более 0,44 (рис. 26.2).

Провода с волокнистой изоляцией круглые испытывают путем навивания на стержень $5D$, но не менее 3,0 мм, а прямоуголь-

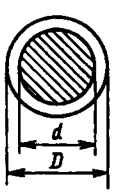


Рис. 26.1. Схема обмоточного провода круглого сечения

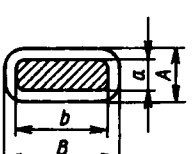


Рис. 26.2. Схема обмоточного провода прямоугольного сечения

Таблица 26.4. **Максимальный размер, *B*, прямоугольных проводов АПБД и ПБД**

b, мм	*B*, мм, при *a*, мм		
	0,9 – 1,9	2,0 – 3,75	4,0 – 5,6
2,12	2,42	–	–
2,24	2,54	–	–
2,36	2,66	2,72	–
2,50	2,80	2,86	–
2,65	2,95	3,01	–
2,80	3,11	3,17	–
3,0	3,31	3,37	–
3,15	3,47	3,53	–
3,35	3,67	3,73	–
3,55	3,87	3,93	–
3,75	4,07	4,13	–
4,0	4,32	4,38	–
4,25	4,57	4,63	4,74
4,50	4,82	4,88	4,99
4,75	5,07	5,13	5,24
5,0	5,32	5,38	5,49
5,3	5,62	5,68	5,79
5,6	5,92	5,98	6,09
6,0	6,32	6,38	6,40*
6,3	6,64*	6,70*	6,81*
6,7	7,04*	7,10*	7,21*
7,1	7,44*	7,50*	7,61*
7,5	7,84*	7,90*	8,01*
8,0	8,34*	8,40*	8,51*

Продолжение табл. 26.4

b, мм	*B*, мм, при *a*, мм		
	0,9 – 1,9	2,0 – 3,75	4,0 – 5,6
8,5	8,84*	8,90*	9,01*
9,0	9,34*	9,40*	9,51*
9,5	9,84*	9,90*	10,01*
10,0	10,34*	10,40*	10,51*
10,60	10,94*	11,0*	11,11*
11,20	11,54*	11,6*	11,71*
11,80	12,14*	12,20*	12,31*
12,50	12,87	12,93	13,04
13,20	13,57	13,63	13,74
14,0	14,37	14,43	14,54
15,0	15,37	15,43	15,54
16,0	16,37	16,43	16,54

* Приведен размер для ПБД, для АПБД на 0,01 мм больше.

ные – путем изгиба по большей стороне на стержень, равный 5*D*, но не менее 8 мм в трех местах с углом охвата 180°. После навивания или изгиба образцов на изоляции не должно быть оголенных мест или разрывов отдельных нитей.

Таблица 26.5. **Максимальный размер *B*, мм, прямоугольных проводов ПБ и ПШД**

b, мм	ПБ при толщине изоляции (*B* – *b*), мм								ПШД
	0,45	0,55	0,72	0,96	1,20	1,35	1,68	1,92	
2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	2,98
3,0	3,54	3,66	3,86	4,10	4,39	4,54	4,87	5,11	–
3,15	3,69	3,81	4,01	4,25	4,54	4,69	5,02	5,26	–
3,35	3,30	4,02	4,22	4,46	4,75	4,90	5,23	5,47	–
3,55	4,10	4,22	4,42	4,66	4,95	5,10	5,43	5,67	3,75
3,75	4,30	4,42	4,62	4,86	5,15	5,30	5,63	5,87	3,95
4,0	4,55	4,67	4,87	5,11	5,40	5,55	5,88	6,12	–
4,25	4,80	4,92	5,12	5,36	5,65	5,80	6,13	6,37	–
4,5	5,05	5,17	5,37	5,61	5,90	6,05	6,38	6,62	4,75
4,75	5,30	5,42	5,62	5,86	6,15	6,3	6,63	6,87	–
5,0	5,55	5,67	5,87	6,11	6,40	6,55	6,88	7,12	–
5,30	5,85	5,97	6,17	6,41	6,70	6,85	7,18	7,42	–
5,6	6,15	6,27	6,47	6,71	7,0	7,15	7,48	7,72	–
6,0	6,55	6,67	6,87	7,11	7,4	7,55	7,88	8,12	–
6,3	6,85	6,97	7,17	7,41	7,7	7,85	8,18	8,42	–
6,7	7,27	7,39	7,59	7,83	8,12	8,27	8,60	8,84	–
7,10	7,67	7,79	7,99	8,23	8,52	8,67	9,0	9,24	–
7,50	8,07	8,19	8,39	8,63	8,92	9,07	9,4	9,64	–
8,0	8,57	8,69	8,89	9,13	9,42	9,57	9,9	10,14	–
8,50	9,07	9,19	9,39	9,63	9,92	10,07	10,4	10,64	–
9,0	9,57	9,69	9,89	10,13	10,42	10,57	10,9	11,14	–
9,50	10,07	10,19	10,39	10,63	10,92	11,07	11,40	11,64	–
10,0	10,57	10,69	10,89	11,13	11,42	11,57	11,90	12,14	–
10,6	11,17	11,29	11,49	11,73	12,02	12,17	12,50	12,74	–
11,2	11,77	11,89	12,09	12,33	12,62	12,77	13,10	13,34	–
11,8	12,37	12,49	12,69	12,93	13,22	13,37	13,70	13,94	–
12,5	13,07	13,19	13,39	13,63	13,92	14,07	14,40	14,64	–
13,2	13,80	13,92	14,12	14,36	14,65	14,80	15,13	15,37	–
14,0	14,60	14,72	14,92	15,16	15,45	15,60	15,93	16,17	–
15,0	15,60	15,72	15,92	16,16	16,45	16,60	16,93	17,17	–
16,0	16,60	16,72	16,92	17,16	17,45	17,60	17,93	18,17	–
16,8*	17,42	17,54	17,74	17,98	18,27	18,42	18,75	18,99	–
18,0*	18,62	18,74	18,94	19,18	19,47	19,62	19,95	20,19	–
19,5*	20,12	20,24	20,44	20,68	20,97	21,12	21,45	21,69	–

* В новых разработках не применять.

Таблица 26.6. **Максимальный размер *B* прямоугольных проводов АПБ**

b, мм	*B*, мм, при (*B* − *b*), мм							
	0,45	0,55	0,72	0,96	1,20	1,35	1,68	1,92
4,00	4,55	4,67	4,87	5,11	5,40	5,55	5,88	6,12
4,25	4,80	4,92	5,12	5,36	5,65	5,80	6,13	6,37
4,50	5,05	5,17	5,37	5,61	5,90	6,05	6,38	6,62
4,75	5,30	5,42	5,62	5,86	6,15	6,30	6,63	6,87
5,00	5,55	5,67	5,87	6,11	6,40	6,55	6,88	7,12
5,30	5,85	5,97	6,17	6,41	6,70	6,85	7,18	7,42
5,60	6,15	6,27	6,47	6,71	7,00	7,15	7,48	7,72
6,00	6,55	6,67	6,87	7,11	7,40	7,55	7,88	8,12
6,30	6,88	7,00	7,20	7,44	7,73	7,88	8,21	8,45
6,70	7,28	7,40	7,60	7,84	8,13	8,28	8,61	8,85
7,10	7,68	7,80	8,00	8,24	8,53	8,68	9,01	9,25
7,50	8,08	8,20	8,40	8,64	8,93	9,08	9,41	9,65
8,00	8,58	8,70	8,90	9,14	9,43	9,58	9,91	10,15
8,5	9,08	9,20	9,40	9,64	9,93	10,08	10,41	10,65
9,0	9,58	9,70	9,90	10,14	10,43	10,58	10,91	11,15
9,50	10,08	10,20	10,40	10,64	10,93	11,08	11,41	11,65
10,0	10,58	10,70	10,90	11,14	11,43	11,58	11,91	12,15
10,60	11,18	11,30	11,50	11,74	12,03	12,18	12,51	12,75
11,20	11,78	11,90	12,10	12,34	12,63	12,78	13,11	13,35
11,80	12,38	12,50	12,70	12,94	13,23	13,38	13,71	13,95
12,50	13,10	13,22	13,42	13,66	13,95	14,10	14,43	14,67
13,20	13,80	13,92	14,12	14,36	14,65	14,80	15,13	15,37
14,0	14,60	14,72	14,92	15,16	15,45	15,60	15,93	16,17
15,0	15,60	15,72	15,92	16,16	16,45	16,60	16,93	17,17
16,0	16,62	16,74	16,94	17,18	17,47	17,62	17,95	18,19
17,0	17,62	17,74	17,94	18,18	18,47	18,62	18,95	19,19
18,0	18,62	18,74	18,94	19,18	19,47	19,62	19,95	20,19

26.3. ПРОВОДА С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Провода АПБ, ПБ (табл. 26.3, 26.5, 26.6) обматывают кабельной бумагой толщиной не более 0,12 мм или телефонной толщиной 0,05 мм, а ПБУ (табл. 26.7) – высоковольтной упрочненной кабельной бумагой, поверх которой накладывают ленту из неуплотненной или уплотненной кабельной бумаги толщиной не более 0,12 мм. Шаг намотки бумажными лентами изоляции проводов диаметром до 3,50 мм не более 20 мм, диаметром более 3,50 мм и прямоугольных проводов сечением до 50 мм^2 не более 30 мм, сечением свыше 50 мм^2 не более 35 мм. Изоляцию накладывают плотно, без складок. Нижнюю ленту телефонной, кабельной или высоковольтной уплотненной бумаги и верхнюю ленту кабельной или телефонной бумаги накладывают с перекрытием не менее 2 мм, а остальные – с зазором не более 2 мм. Направление намотки бумажными лентами меняют через каждые 8 лент. В изоляции, состоящей из 3 лент, не допускается совпадения лент, а при числе от 4 до 6 лент допускается совпадение не более одной ленты, при числе от 7 до 16 лент допускается не более двух совпадений, а при числе свыше 16 лент – не более трех совпадений. Толщина изоляции

Таблица 26.7. **Максимальный размер *B*, мм, прямоугольного провода ПБУ**

b, мм	*B* при толщине изоляции (*B* − *b*), мм						
	1,35	2,0	2,48	2,96	3,6	4,08	4,4
4,75	–	–	4,73	7,91	–	–	–
5,6	–	–	8,28	8,76	–	–	–
6,0	–	–	8,68	9,16	–	–	–
6,3	–	–	8,98	9,46	–	–	–
6,7	8,22	8,87	9,40	9,88	10,57	11,05	11,42
7,10	8,62	9,27	9,8	10,28	10,97	11,45	11,82
7,50	9,02	9,67	10,2	10,68	11,37	11,85	12,22
8,0	9,52	10,17	10,7	11,18	11,87	12,35	12,72
8,5	10,02	10,67	11,2	11,68	12,37	12,85	13,22
9,0	10,52	11,17	11,7	12,18	12,87	13,35	13,72
9,50	11,02	11,67	12,20	12,68	13,37	13,85	14,22
10,0	11,52	12,17	12,70	13,18	13,87	14,35	14,72
10,6	12,12	12,77	13,30	13,78	14,47	14,95	15,32
11,2	12,72	13,37	13,90	14,38	15,07	15,55	15,92
11,8	13,32	13,97	14,50	14,98	15,67	16,15	16,52
12,5	14,02	14,67	15,20	15,68	16,37	16,85	17,22
13,2	14,75	15,40	15,93	16,41	17,10	17,58	17,95
14,0	15,55	16,20	16,73	17,21	17,90	18,38	18,75
15,0	16,55	17,20	17,73	18,21	18,90	19,38	19,75
16,0	17,55	18,20	18,73	19,21	19,90	20,38	20,75
16,8*	18,37	19,02	19,55	20,03	20,72	21,2	21,57
18,0*	19,57	20,22	20,75	21,23	21,92	22,4	22,77
19,5*	21,07	21,72	22,25	22,73	23,42	23,9	24,27

* В новых разработках не применять.

круглых обмоточных проводов с бумажной изоляцией марок АПБ, ПБ, ПБУ 0,30; 0,72; 0,96; 1,20; 1,68; 1,92; 2,88; 4,08 и 5,76 мм, пря-

Таблица 26.8. **Максимальный размер, B, мм, проводов ПБП и ПБПУ**

b, мм	B при толщине изоляции ($B-b$), мм								
	0,96	1,20	1,36	1,44	1,68	1,92	2,00	2,48	2,96
Из двух элементарных проводников									
7,50	9,15	9,45	9,65	9,75	10,1	10,4	10,4	11,0	11,5
8,0	9,65	9,95	10,15	10,25	10,6	10,9	10,9	11,5	12,0
8,5	10,15	10,45	10,65	10,75	11,1	11,4	11,4	12,0	12,5
9,0	10,65	10,95	11,15	11,25	11,6	11,9	11,9	12,5	13,0
9,5	11,15	11,45	11,65	11,75	12,1	12,4	12,4	13,0	13,5
10,0	11,65	12,0	12,2	12,3	12,6	12,9	12,95	13,5	14,0
10,6	12,25	12,6	12,8	12,9	13,2	13,15	13,55	14,1	14,6
11,2	12,85	13,2	13,4	13,5	14,4	14,10	14,15	14,7	15,2
11,8	13,45	13,8	14,0	14,1	13,8	14,70	14,75	15,3	15,8
12,5	14,15	14,5	14,7	14,8	15,1	15,4	15,45	16,0	16,5
13,2	14,85	15,2	15,4	15,5	15,8	16,1	16,15	16,7	17,2
14,0	15,65	16,0	16,2	16,3	16,6	16,9	16,95	17,5	18,0
15,0	16,65	17,0	17,2	17,3	17,6	17,9	17,95	18,5	19,0
16,0	17,70	18,0	18,2	18,3	18,65	18,95	19,0	19,55	20,05
16,8	18,50	18,8	19,0	19,1	19,45	19,75	19,8	20,35	20,8
18,0	19,70	20,0	20,2	20,3	20,65	20,95	21,0	21,55	22,0
19,5	21,20	21,5	21,7	21,8	22,15	22,45	22,5	23,05	23,5
Из трех элементарных проводников									
10,0	–	–	11,55	11,65	11,9	12,15	12,2	12,7	13,2
10,6	–	–	13,15	13,25	13,5	13,75	13,8	14,3	14,8
11,2	–	–	13,75	13,85	14,1	14,35	14,4	14,9	15,4
11,8	–	–	14,35	14,45	14,7	14,95	15,0	15,5	16,7
12,5	–	–	15,05	15,15	15,4	15,68	15,7	16,2	–
13,2	–	–	15,75	15,85	16,1	16,35	16,4	16,9	17,4
14,0	–	–	16,55	16,65	16,9	17,15	17,2	17,7	18,2
15,0	–	–	17,55	17,65	17,9	18,15	18,2	18,7	19,2
16,0	–	–	18,55	18,65	18,95	19,20	19,2	19,75	20,25
16,8	–	–	19,35	19,45	19,75	20,0	20,0	20,55	21,05
18,0	–	–	20,55	20,65	20,95	21,2	21,2	21,75	22,25

моугольных 0,45; 0,55; 0,72; 0,96; 1,20; 1,35; 1,68 и 1,92 мм. Места пайки и сварки прямоугольных проводов с бумажной изоляцией обматывают бумагой, цвет которой отличается от цвета изоляции. Образцы проводов с бумажной изоляцией испытывают на эластичность изоляции путем навивания на стержень диаметром до 60 мм или изгибанием на стержне диаметром более 60 мм.

26.4. ПОДРАЗДЕЛЕННЫЕ И ТРАНСПОНИРОВАННЫЕ ПРОВОДА

Подразделенные обмоточные провода с бумажной изоляцией ПБП и ПБПУ (табл. 26.8 и рис. 26.3) предназначены для обмоток масляных трансформаторов и реакторов. Токопроводящие жилы подразделенных проводов состоят из отдельных (элемеитарных) проводников, изготовляемых из прямоугольной медной проволоки марки ПММ по ГОСТ 434-78, с размером по большей стороне от 7,50 до 19,5 мм и малой стороне от 1,4 до 4,25 мм, обмотаиных лентами кабельной бумаги толщиной ие более 0,12 мм

Таблица 26.9. **Диаметр цилиндров, мм, для испытания проводов ПБП и ПБПУ**

a, мм	Диаметр при числе элементарных проводников	
	2	3
До 2,5	400 500	570 600
Свыше 2,5	450 580	600 620

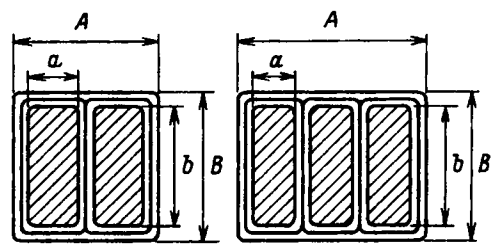


Рис. 26.3. Схема подразделенного обмоточного провода с бумажной изоляцией типов ПБП и ПБПУ

Таблица 26.10. **Число элементарных неизолированных проводников проводов ПТБ и ПТБУ**

a, мм	Число проводников при *b*, мм												
	3,75	4,50	4,75	5,0	5,30	5,60	6,0	6,30	6,70	7,10	7,50	8,0	8,50
1,8*	–	11–23	11–25	11–27	11–27	11–29	11–33	11–35	–	–	–	–	–
1,9**	–	11–19	–	11–25	–	11–27	–	11–33	–	–	–	–	–
2,0	–	11–21	11–23	11–23	11–25	11–27	11–29	11–29	11–31	11–33	11–33	–	–
2,12**	–	–	–	–	–	11–25	–	–	–	–	–	–	–
2,24	23	11–19	11–19	11–21	11–23	11–23	11–25	11–27	11–29	11–31	11–31	11–35	–
2,50	–	–	9–19	9–21	9–19	9–21	9–23	9–23	9–25	9–29	9–29	9–31	9–33
2,50**	–	–	21–23	23	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65**	–	–	–	–	–	9–19	–	–	–	9–25	–	–	–
2,80	–	–	–	9–17	9–17	9–19	9–21	9–21	9–23	9–23	9–25	9–27	9–29
3,0**	–	–	–	–	–	–	–	9–23	–	–	–	–	–
3,15	–		–	–	–	7–15	7–17	7–19	7–19	7–21	7–23	–	–
3,35**	–	–	–	–	–	29	–	7–23	–	–	–	–	–
3,55**	–	–	–	–	–	19	–	–	–	–	–	–	–

* Изготовлять в технически обоснованных случаях.
** В новых разработках не применять.

(провода ПБП) или высоковольтной уплотненной кабельной бумаги толщиной не более 0,08 мм (провода марки ПБПУ). Верхнюю бумажную ленту толщиной 0,12 мм накладывают с перекрытием не менее 2 мм, остальные ленты – с зазором не более 2,0 мм. Допускаются незначительные надрывы и сдиры верхней ленты изоляции. Номинальная удвоенная толщина изоляции элементарного проводника равна 0,48 мм с допускаемым отклонением $\pm 0{,}07$ мм. Два или три изолированных элементарных проводника укладывают пакетом и обматывают лентами кабельной бумаги общей толщиной для ПБП 0,96–1,92, для ПБПУ 1,36–2,96 мм. Ленты накладывают с зазором не более 3 мм, верхнюю ленту – с перекрытием не менее 2,0 мм. Направление обмотки бумажными лентами изменяют не менее чем через четыре ленты. Число совпадений лент при толщине изоляции до 1,92 мм не должно быть более одного, при толщине 2,0–2,48 мм – не более двух, а при толщине 2,96 мм – не более трех. Шаг обмотки бумажными лентами не должен превышать 30 мм, если произведение $2(na + b + 4)$ менее 30 мм (n – число элементарных проводников; a – размер неизолированного элементарного проводника по меньшей стороне, мм; b – то же по большей стороне, мм), при произведении 30–40 мм – 35 мм, при произведении, превышающем 40 мм, – 40 мм. Подразделенный провод выдерживает изгиб по стороне B на 180° на цилиндре диаметром, приведенным в табл. 26.9. Готовый провод выдерживает без пробоя изоляции переменное напряжение 36 В.

Транспонированные провода ПТБ и ПТБУ (табл. 26.10–26.12 и рис. 26.4) предназначены для изготовления обмоток масляных трансформаторов и реакторов. Токопроводящая жила транспонированных проводов состоит из нечетного числа прямоугольных эмалированных проводов марки ПЭМП (по ТУ 16.505.855-75), скрученных с укладкой в два вертикальных столбца. Отдельные эмалированные провода (элементарные проводники) при скрутке в провод укладывают с круговой перестановкой по прямоугольному контуру с постоянным шагом транспонирования от 40 до 200 мм. Между столбцами элементарных проводников прокладывают изоляцию из двух лент кабельной бумаги толщиной по 0,12 мм каждая. Транспонированный провод ПТБ обматывают кабельной бумагой в один или несколько слоев, провод ПТБУ – высоковольтной уплотненной кабельной бумагой шириной не более 36 мм, толщиной для изоляции ПТБ – 0,72; 0,96; 1,36; 1,92 мм и провода ПТБУ – 2,0; 2,48; 2,96; 3,6 мм. Бумажную изоляцию накладывают с зазором между лентами не более 3 мм, верхнюю ленту – с перекрытием не менее 3 мм. Направление намотки лент меняется не более чем через четыре ленты. При наложении изоляции толщиной до 1,92 мм допускается одно совпадение лент, при толщине 2,0; 2,48 мм допускается не более двух совпадений и при толщине более 2,96 мм – не более трех совпадений. Транспонированные провода ПТБ и ПТБУ испытывают переменным напряжением 100 В в течение 1 мин, прикладываемым между элементарными проводниками. Об-

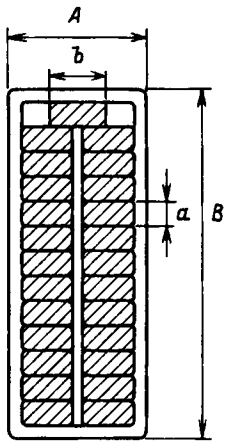


Рис. 26.4. Схема транспонированного провода с эмалево-бумажной изоляцией типов ПТБ и ПТБУ

Таблица 26.11. **Максимальный размер *A*, мм, провода ПТБ**

Размеры проводника, мм		*A* при толщине изоляции (*A* − *a*), мм			
a	*b*	0,72	0,96	1,36	1,92
1,80 – 2,24	3,75	10,20	10,50	10,90	11,40
	4,5	11,80	12,00	12,50	13,00
	4,75	12,20	12,60	13,00	13,60
	5,0	12,80	13,10	13,50	14,00
	5,3	13,40	13,70	14,10	14,60
	5,6	14,10	14,30	14,80	15,30
	6,0	14,90	15,10	15,60	16,10
	6,3	15,50	15,80	16,20	16,80
	6,7	16,30	16,60	17,00	17,60
	7,1	16,90	17,20	17,6	18,20
	7,5	18,00	18,20	18,70	19,20
	8,00	19,00	19,20	19,70	20,20
2,5 – 2,65	4,75	12,50	12,8	13,2	13,8
	5,0	13,0	13,3	13,8	14,3
	5,3	13,6	13,9	14,4	14,9
	5,6	14,20	14,5	15,2	15,5
	6,0	15,0	15,3	15,8	16,5
	6,3	15,7	16,0	16,4	17,0
	6,7	16,5	16,8	17,2	18,0
	7,1	17,3	17,6	18,0	18,6
	7,5	18,20	18,5	18,9	19,5
	8,0	19,20	19,5	19,9	20,5
	8,5	20,20	20,5	20,9	21,5
2,8	5,0	13,2	13,5	14,0	14,5
	5,6	14,4	14,7	15,2	15,7
	6,0	15,2	15,5	16,0	16,5
	6,3	15,80	16,10	16,60	17,10
	6,7	16,60	16,90	17,40	17,90
	7,1	17,4	17,70	18,20	18,70
	7,5	18,20	18,50	19,00	19,50
	8,0	19,20	19,50	20,00	20,50
	8,5	20,20	20,5	21,00	21,50

Продолжение табл. 26.11

Размеры проводника, мм		*A* при толщине изоляции (*A* − *a*), мм			
a	*b*	0,72	0,96	1,36	1,92
3,0 – 3,15	5,6	14,50	14,80	15,30	15,80
	6,0	15,30	15,60	16,10	16,60
	6,3	15,90	16,20	16,70	17,20
	6,7	16,70	17,00	17,50	18,0
	7,1	17,50	17,80	18,30	18,8
	7,5	18,30	18,60	19,10	19,6
3,35 – 3,55	5,5	14,60	14,90	15,40	15,90
	6,3	16,00	16,30	16,80	17,30

Таблица 26.12. **Максимальный размер *A*, мм, провода ПТБУ**

Размеры проводника, мм		*A* при толщине изоляции (*A* − *a*), мм			
a	*b*	2,0	2,48	2,96	3,6
1,80 – 2,24	3,75	11,50	12,10	12,50	13,20
	4,50	13,10	13,60	14,10	14,80
	4,75	13,50	14,00	14,60	15,30
	5,0	14,10	14,60	15,10	15,90
	5,3	14,70	15,20	15,70	16,50
	5,6	15,40	15,90	16,40	17,10
	6,0	16,20	16,70	17,20	17,90
	6,3	16,80	17,30	17,80	18,60
	6,7	17,60	18,10	18,60	19,40
	7,1	18,40	18,90	19,40	20,20
	7,5	19,30	19,80	20,30	21,00
	8,0	20,30	20,80	21,30	22,00
2,5 – 2,65	4,75	13,80	14,30	14,80	15,50
	5,0	14,30	14,80	15,30	16,10
	5,3	14,90	15,40	15,90	16,70
	5,6	15,50	16,00	16,50	17,30
	6,0	16,30	16,80	17,30	18,10
	6,3	17,00	17,50	18,10	18,80
	6,7	17,80	18,30	18,90	19,60
	7,1	18,60	19,10	19,70	20,40
	7,5	19,50	20,00	20,60	21,30
	8,0	20,50	21,00	21,60	22,30
	8,5	21,50	22,00	22,60	23,30
2,80	5,0	14,60	15,10	15,60	16,30
	5,6	15,80	16,30	16,80	17,50
	6,0	16,60	17,10	17,60	18,30
	6,3	17,20	17,70	18,20	18,90
	6,7	18,00	18,50	19,0	19,70
	7,10	18,80	19,30	19,80	20,50
	7,5	19,60	20,10	20,60	21,40
	8,0	20,6	21,20	21,60	22,40
	8,5	21,60	22,20	22,60	23,40
3,00 – 3,15	5,6	15,90	16,40	16,90	17,60
	6,0	16,70	17,20	17,70	18,40
	6,3	17,30	17,80	18,30	19,00
	6,7	18,10	18,60	19,10	19,80
	7,1	18,90	19,40	19,90	20,00
	7,5	19,70	20,20	20,70	21,50
3,35 – 3,55	5,6	16,00	16,50	17,00	17,80
	6,3	17,40	17,90	18,40	19,20

разцы транспонированного провода изгибают на стороне A на 180° вокруг цилиндра диаметром не более $6 \times n \times b$, или $29\left[(a+0{,}1)\dfrac{n+1}{2}+\Delta\right]$, где a – размер неизолированного элементарного проводника по меньшей стороне, мм; n – число элементарных проводников; Δ – номинальная удвоенная толщина бумажной изоляции, мм; b – размер неизолированного элементарного проводника по большей стороне сечения, мм.

После изгибов провод не должен иметь надрывов и раскрытия верхней ленты. После выдержки провода в трансформаторном масле при температуре 100 ± 5 °С с избыточным давлением 20 МПа в течение 24 ч он должен выдерживать переменное напряжение 100 В в течение 1 мин.

26.5. ПРОВОДА С ЭМАЛЕВО-ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Обмоточные провода с эмалево-волокнистой изоляцией (табл. 26.13, 26.14, рис. 26.5) изготовляют из эмалированных проводов: ПЭПЛОТ, ПЭВТЛЛО – с полиуретановой изоляцией; ПЭЛБД, ПЭШО, ПЭЛО, ПЭБО, ПЭЛШКД и ПЭЛШКО – с изоляцией на основе полимеризованных растительных масел; ПЭТВЛО – с полиэфирной изоляцией; ПЭТВБД – с полиэфирной или полиэфиримидной изоляцией. Провода ПЭТВЛО, ПЭВТЛЛО, ПЭЛО и ПЭПЛОТ обматывают одним слоем лавсана, ПЭЛШКО – капроном, ПЭШО – натуральным шелком, ПЭБО – хлопчатобумажной пряжей, ПЭЛШКД – двумя слоями капрона. Максимальная двойная толщина изоляции проводов 0,08 – 0,37 мм. Дополнительную волокнистую изоляцию на эмалированный провод накладывают намоткой. На проводе, намотанном на катушку, барабан или в бухту, допускается не более пяти оголений до эмали (с эмалево-волокнистой изоляцией) или до меди (с волокнистой), в виде спирали с числом витков не более одного, протяженностью не более 200 мм по длине, обусловленных колебаниями шага или пропуском до двух нитей. Слои при двухслойной намотке накладывают в противоположных направлениях. В местах заправки пасм на длине не более 100 мм допускается утолщение изоляции не более чем на ее двойную толщину. Шаг намотки проводов диаметром до 0,425 мм с шелковой и полиэфирной изоляцией равен 1,3 мм, свыше 0,45 – 2,0; диаметром до 0,95 с

Таблица 26.13. **Максимальный диаметр, мм, проводов ПЭТВЛО, ПЭЛШКО, ПЭВТЛЛО, ПЭЛО, ПЭШО, ПЭПЛОТ**

d, мм	ПЭТВЛО, ПЭВТЛЛО	ПЭЛШКО	ПЭЛО, ПЭШО	ПЭПЛОТ
0,05	–	–	0,14	–
(0,06)	–	–	0,15	–
0,063	–	–	0,16	–
0,071	–	–	0,16	–
0,08	–	–	0,17	0,19
0,09	–	–	0,18	0,20
0,10	–	0,18	0,19	0,21
0,112	–	0,20	0,20	0,23
(0,12)	–	0,20	0,21	0,23
0,125	–	0,21	0,22	0,24
(0,13)	–	0,21	0,22	0,24
0,14	–	0,22	0,23	0,25
0,15	–	0,23	0,24	0,27
0,16	–	0,24	0,25	0,28
0,17	–	0,25	0,26	0,29
0,18	–	0,26	0,27	0,30
0,19	–	0,27	0,28	0,31
0,20	0,32	0,29	0,30	0,32
0,21	0,34	0,31	0,31	0,34
0,224	0,35	0,32	0,33	0,37
0,236	0,37	0,33	0,34	0,38
0,25	0,39	0,35	0,35	0,40
0,265	0,40	0,38	0,39	0,41
0,28	0,42	0,40	0,40	0,43
0,30	0,44	0,42	0,42	0,45
0,315	0,45	0,43	0,44	0,46
0,335	0,47	0,45	0,46	0,48
0,355	0,49	0,47	0,48	0,50
0,38	0,52	0,50	0,50	0,53
0,40	0,54	0,52	0,52	0,55
0,425	0,57	0,55	0,55	0,58
0,45	0,60	0,58	0,59	0,61
0,475	0,63	0,61	0,61	0,64
0,50	0,65	0,63	0,63	0,67
0,53	0,69	0,66	0,66	–
0,56	0,72	0,69	0,69	–
0,60	0,76	0,73	0,73	–
0,63	0,79	0,76	0,76	–
0,67	0,84	0,80	0,80	–
0,69*	0,86	0,82	0,82	–
0,71	0,89	0,85	0,85	–
0,75	0,94	0,90	0,90	–
0,77*	0,96	0,92	0,92	–
0,80	0,99	0,95	0,95	–
0,83*	1,02	0,98	0,98	–
0,85	1,04	1,0	1,0	–
0,90	1,09	1,05	1,05	–
0,93*	1,12	1,08	1,08	–
0,95	1,14	1,10	1,10	–
1,0	1,20	1,16	1,16	–
1,06	1,26	1,22	1,22	–
1,08*	1,28	1,24	1,24	–
1,12	1,32	1,28	1,28	–
1,18	1,38	1,34	1,34	–
1,25	1,45	1,41	1,41	–
1,32	1,52	1,48	1,48	–
1,40	–	1,56	1,56	–
1,45*	–	1,61	1,61	–
1,5	–	1,68	1,68	–
1,56*	–	1,74	1,74	–

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

Таблица 26.14. **Максимальный диаметр, мм, проводов ПЭЛБД, ПЭТВБД, ПЭБО, ПЭЛШКД**

d, мм	ПЭЛБД	ПЭТВБД	ПЭБО	ПЭЛШКД
0,38	–	–	0,51	–
0,40	–	–	0,58	–
(0,425)	–	–	0,60	–
0,45	–	–	0,63	–
(0,475)	–	–	0,66	–
0,50	–	–	0,69	–
(0,53)	–	–	0,71	–
0,56	–	–	0,74	–
(0,60)	–	–	0,78	–
0,63	–	–	0,81	–
(0,67)	–	–	0,85	–
0,69*	–	1,02	0,87	–
0,71	–	1,05	0,90	–
0,75	–	–	0,95	0,96
0,77*	–	–	0,97	0,98
0,80	–	–	1,0	1,01
0,83*	–	–	1,03	1,04
0,85	–	–	1,05	1,06
0,90	–	–	1,10	1,11
0,93*	1,23	1,27	1,13	1,14
0,95	1,25	1,29	1,15	1,16
1,0	1,35	1,39	1,23	1,21
1,06	1,41	1,45	1,29	1,27
1,08*	1,43	1,47	1,31	1,29
1,12	1,47	1,51	1,35	1,33
1,18	1,53	1,57	1,41	1,39
1,25	1,6	1,64	1,48	1,46
1,32	1,67	1,71	1,55	1,53
1,40	1,75	1,79	1,63	1,61
1,45*	1,80	1,84	1,68	1,66
1,5	1,85	1,89	1,74	–
1,56*	1,91	1,95	1,80	–
1,6	1,95	1,99	1,84	–
1,7	2,05	2,09	1,94	–
1,8	2,15	2,19	2,04	–
1,9	2,25	2,29	2,14	–
2,0	2,35	2,39	2,25	–
2,12	2,47	2,51	2,37	–

* В новых разработках не применять.

Примечание. Провода с размерами в скобках выпускаются в технически обоснованных случаях.

Таблица 26.15. **Относительное удлинение, %, проводов ПЭШО, ПЭЛО, ПЭБО, ПЭЛШКО, ПЭЛШКД, ПЭТВЛО, ПЭТВБД, ПЭЛБД, ПЭВТЛЛО, ПЛД, ПШД**

d, мм	ПЭЛО, ПЭШО, ПЭБО	ПЭЛШКО, ПЭЛШКД, ПЭТВЛО, ПЭТВБД, ПЭЛБД	ПЭВТЛЛО	ПЛД	ПШД
До 0,10	8	8	5	–	–
0,112–0,19	10	10	7	–	–
0,20–0,45	13	13	8	18	–
0,475–0,60	16	16	13	18	–
0,61–0,71	16	20	16	23	–
0,75–0,95	18	20	16	23	26
1,0–1,39	20	20	16	23	26
1,40–2,12	23	23	–	–	28

Таблица 26.16. **Пробивное напряжение проводов ПЭЛО, ПЭШО, ПЭБО, ПЭТВЛО, ПЭТВБД, ПЭВТЛЛО, ПЭЛШКО, ПЭЛБД, ПЭЛШКД, ПЭПЛОТ**

d, мм	Напряжение, *B*, не менее		
	ПЭЛО, ПЭШО, ПЭБО	ПЭТВЛО, ПЭТВБД, ПЭВТЛОО, ПЭЛШКО, ПЭЛБД, ПЭЛШКД	ПЭПЛОТ
0,05	250	–	–
0,06–0,071	250	–	–
0,08–0,09	300	–	1000
0,10–0,13	350	350	1000
0,14–0,20	400	400	1000
0,20–0,224	450	400	1000
0,224–0,30	550	550	1000; 1500*
0,30–0,315	550	1000	1500
0,335–0,425	1000	1000	1500; 2000**
0,425–0,53	1100	1000	2000
0,53–0,70	1100	1100	2000
0,71–0,80	1100	1100	2000
0,80–0,95	1100	1300	–
1,0–1,32	1300	1300	–
1,4–1,45	1300	1300	–
1,5–2,12	1500	1500	–

* Напряжение 1500 В для проводов диаметром 0,27 мм.

** Напряжение 2000 В для проводов диаметром 0,38 мм.

Рис. 26.5. Обмоточный провод с эмалево-волокнистой изоляцией

хлопчатобумажной изоляцией – 2,6, свыше 0,95–3,0. Относительное удлинение проводов приведено в табл. 26.15. Лавсановая изоляция проводов ПЭПЛОТ и ПЭВТЛЛО при термической обработке не должна оплавляться. Пробивное напряжение проводов с эмалево-волокнистой изоляцией приведено в табл. 26.16. Провода ПЭШО, ПЭЛО, ПЭБО, ПЭТВЛО, ПЭВТЛЛО и ПЭЛШКО выдерживают навивание на стержень диаметром 8 *D*, но не менее 6 мм, а ПЭЛШКД, ПЭПЛОТ, ПЭТВБД, ПЭЛБД – 5 *D*, но не менее 3 мм. Провода ПЭПЛОТ и ПЭВТЛЛО облуживаются без предварительной зачистки при температуре припоя 360–390 °С за время выдержки не более 50 с.

26.6. ГИБКИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ПРОВОДА

Гибкие прямоугольные обмоточные провода (табл. 26.17 и 26.18) предназначены для обмоток высокочастотных электрических машин. Токопроводящую жилу гибких проводов ПВДО и ПВОО (рис. 26.6) скручивают из медных проволок, вальцуют для придания прямоугольного сечения и отжигают. Жилу провода ПВОО обматывают и оплетают хлопчатобумажной пряжей общей толщиной $0{,}65 \pm 0{,}05$ мм. Жилы провода ПВДО обматывают двумя слоями и оплетают хлопчатобумажной пряжей общей толщиной $0{,}85 \pm 0{,}05$ мм. Токопроводящую жилу провода ПЭЛВОО скручивают из эмалированных проводов марки ПЭЛ, а проводов ПЭМВ и ПЭМВО – из эмалированных проводов марок ПЭМ, ПЭВ-1, ПЭС-1 и вальцуют для придания прямоугольного сечения. Провод ПЭМВО оплетают хлопчатобумажной пряжей толщиной изоляции 0,60 мм, а провод ПЭЛВОО обматывают и оплетают хлопчатобумажной пряжей толщиной 0,73 мм. Электрическое сопротивление жилы постоянному току при 20 °С ие более 20,5 Ом/м.

Рис. 26.6. Обмоточный прямоугольный гибкий провод типов ПВОО и ПВДО

26.7. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПРОВОДА

Высокочастотные обмоточные провода (табл. 26.19–26.23) предназначены для намотки катушек приемных и передающих радиостанций. Их изготовляют с жилами, скрученными из эмалированных проводов диаметром 0,03; 0,05; 0,063; 0,071; 0,10; 0,125;

Таблица 26.17. **Конструктивные и электрические данные гибких прямоугольных проводов ПВОО, ПВДО**

Сечение токопроводящей жилы S, мм²	Номинальные размеры жилы $a \times b$, мм	Минимальное число проволок	Электрическое сопротивление жилы на длине 1 м, 10^{-3} Ом, не меиее	Максимальные размеры проводов $A \times B$, мм		g, кг/км	
				ПВОО	ПВДО	ПВОО	ПВДО
13,4	3,3 × 5,1	17	1,354	4,3 × 6,1	4,5 × 6,3	137,7	139,7
15,5	3,8 × 5,1	19	1,171	4,8 × 6,1	5,0 × 6,3	158,0	161,9
15,5	4,4 × 4,4	19	1,171	5,4 × 5,4	5,6 × 5,6	160,1	162,2
18,0	4,4 × 5,1	22	1,01	5,4 × 6,1	5,6 × 6,3	182,3	184,5
24,3	4,4 × 6,9	30	0,747	5,4 × 7,9	5,6 × 8,1	242,7	244,3
21,0	5,1 × 5,1	26	0,864	6,1 × 6,1	6,3 × 6,3	204,5	206,8
32,6	5,1 × 8,0	37	0,5568	6,1 × 9,0	6,3 × 9,2	317,0	319,9
44,0	5,1 × 10,8	56	0,4125	6,1 × 11,9	6,3 × 12,1	428,6	431,2
28,2	5,9 × 5,9	35	0,643	6,9 × 6,9	7,1 × 7,1	279,8	282,4
38,0	6,9 × 6,9	37	0,4777	7,9 × 7,9	8,1 × 8,1	368,6	371,6
51,2	6,9 × 9,3	61	0,3545	7,9 × 10,3	8,1 × 10,5	503,4	506,2
51,2	8,0 × 8,0	61	0,3545	9,0 × 9,0	9,2 × 9,2	502,7	506,8
69,0	8,0 × 10,8	61	0,263	9,0 × 11,9	9,2 × 12,1	673,5	677,4
80,0	8,0 × 12,5	91	0,227	9,0 × 13,6	9,2 × 13,8	770,1	774,4

Таблица 26.18. **Данные проводов ПЭМВО, ПЭМВ и ПЭЛВОО**

S, мм²	Число проволок	d, мм	Размеры жилы, мм	Максимальные размеры проводов, мм		
				ПЭМВ	ПЭМВО	ПЭЛВОО
11,9	37	0,64	3,8 × 4,4	4,1 × 4,7	4,8 × 5,4	4,93 × 5,53
14,5	61	0,55	4,1 × 5,1	4,4 × 5,4	5,1 × 5,1	–
16,7	61	0,59	5,1 × 5,1	5,4 × 5,4	6,1 × 6,1	–
16,7	61	0,59	3,8 × 6,9	4,1 × 7,2	4,8 × 7,9	–
26,2	61	0,74	5,9 × 6,9	6,2 × 7,2	6,9 × 7,9	7,03 × 8,03
33,0	61	0,83	5,1 × 9,3	5,4 × 9,6	6,1 × 10,3	–
39,1	91	0,74	5,9 × 9,3	6,2 × 9,6	6,9 × 10,3	–
37,0	91	0,72	6,9 × 8,0	7,2 × 8,3	7,9 × 9,0	–
49,2	91	0,83	8,0 × 9,3	8,3 × 9,6	9,0 × 10,3	–
49,2	91	0,83	6,9 × 10,8	7,2 × 11,2	7,9 × 11,9	–
57,9	91	0,90	6,9 × 12,5	7,2 × 12,9	7,9 × 13,6	–

Таблица 26.19. **Данные высокочастотных обмоточных проводов**

d, мм	Число проволок	*S*, мм²	*R*, Ом/км	Максимальный внешний диаметр проводов, мм					*g*, кг/км				
				ЛЭЛ	ЛЭШО, ЛЭЛО	ЛЭШД, ЛЭЛД	ЛЭП	ЛЭПКО	ЛЭЛ	ЛЭШО, ЛЭЛО	ЛЭШД, ЛЭЛД	ЛЭП	ЛЭПКО
0,063	3	0,0093	2,07	–	–	–	0,19	–	–	–	–	0,0934	–
0,071	3	0,0119	1,61	–	–	–	0,21	–	–	–	–	0,119	–
0,063	5	0,0156	1,24	–	–	–	0,24	–	–	–	–	0,156	–
0,05	10	0,0196	0,972	0,25	0,32	0,38	–	–	0,194	0,242	0,306	–	–
0,071	7	0,0277*	0,692	0,26	0,36	–	–	–	0,266	0,314	0,379	0,267	0,307
0,071	8	0,0317	0,606	0,30	–	0,43	0,33	0,38	0,304	0,355	0,427	0,317	0,338
0,05	16	0,0314	0,608	0,31	0,38	0,44	–	–	0,310	0,371	0,445	–	–
0,071	10	0,0396	0,484	0,33	0,40	0,46	0,36	0,42	0,379	0,434	0,511	0,395	0,416
0,05	20	0,0392	0,486	0,34	0,41	0,47	–	–	0,388	0,456	0,538	–	–
0,071	12	0,0475	0,404	–	0,42	0,49	0,39	0,44	–	0,513	0,597	0,475	0,483
0,071	16	0,0633	0,303	–	0,47	0,55	0,45	0,49	–	0,688	0,775	0,633	0,673
0,10	9	0,0707	0,265	0,44	0,51	0,58	0,48	0,53	0,677	0,772	0,835	0,684	0,713
0,071	20	0,0791	0,242	–	0,52	0,59	0,50	0,54	–	0,845	0,939	0,799	0,828
0,10	12	0,0942	0,198	0,50	0,57	0,64	0,54	0,59	0,903	0,970	1,08	0,980	0,935
0,05	50	0,0980	0,200	–	–	0,71	–	–	–	–	1,20	–	–
0,071	27	0,1068	0,185	–	0,58	0,66	–	–	–	1,120	1,23	–	–
0,10	14	0,110	0,170	0,54	0,61	0,68	0,58	0,63	1,050	1,13	1,23	1,07	1,09
0,071	32	0,123	0,156	–	0,63	0,70	–	–	–	1,28	1,41	–	–
0,10	16	0,126	0,149	0,57	0,64	0,71	0,61	0,66	1,20	1,30	1,42	1,23	1,27
0,10	19	0,149	0,125	0,60	0,67	0,74	–	–	1,43	1,55	1,68	–	–
0,10	21	0,165	0,113	0,64	0,71	0,78	0,69	0,73	–	1,710	1,84	1,61	1,66
0,10	24	0,188	0,099	0,68	0,75	0,82	0,74	0,78	1,81	1,93	2,07	1,84	1,89
0,071	50	0,198	0,0998	–	0,82	0,89	–	–	–	2,05	2,22	–	–
0,10	28	0,220	0,0876	0,74	0,81	0,88	0,80	0,84	2,11	2,25	2,39	2,15	2,19
0,20	7	0,220	0,0825	0,68	0,75	0,82	0,72	0,76	2,11	2,25	2,39	2,15	2,19
0,071	60	0,237	0,0832	–	0,91	0,99	–	–	–	2,45	2,63	–	–
0,10	32	0,251	0,0766	0,79	0,86	0,93	0,86	0,90	2,41	2,55	2,71	2,46	2,51
0,10	35	0,275	0,0700	0,83	0,90	0,97	0,90	0,93	2,63	2,78	2,95	2,68	2,74
0,20	9	0,283	0,0641	0,82	0,89	0,96	–	–	2,68	2,83	3,00	–	–
0,071	80	0,317	0,0624	–	1,0	1,09	–	–	–	3,25	3,44	–	–
0,20	12	0,377	0,0481	0,94	1,01	1,08	–	–	3,56	3,73	3,92	–	–
0,10	49	0,385	0,0500	1,04	1,11	1,18	1,13	1,16	3,73	3,92	4,12	3,8	3,86
0,19	15	0,425	0,0420	–	–	–	1,05	–	–	–	–	4,07	–
0,071	120	0,475	0,0416	–	1,19	1,27	–	–	–	4,81	5,03	–	–
0,10	70	0,550	0,0350	1,23	1,30	1,37	1,33	1,36	5,34	5,56	5,80	5,43	5,48
0,071	160	0,633	0,0312	–	1,48	1,56	–	–	–	6,39	6,67	–	–
0,10	84	0,659	0,0292	1,35	1,42	1,49	1,45	1,48	6,40	6,64	6,90	6,51	6,56
0,10	105	0,824	0,0234	1,50	1,57	1,64	1,63	1,65	8,00	8,27	8,55	8,15	8,19
0,10	119	0,934	0,0206	1,57	1,64	1,71	1,70	1,72	9,07	9,35	9,65	9,23	9,25
0,071	250	0,989	0,0200	–	1,82	1,91	1,96	1,89	–	9,92	10,24	9,77	9,76
0,10	147	1,154	0,0167	1,75	1,82	1,89	2,06	–	11,2	11,5	11,8	11,4	–
0,10	175	1,374	0,0140	2,08	2,15	2,22	2,25	2,27	13,3	13,7	14,0	13,6	13,6
0,20	49	1,540	0,0121	1,99	2,10	2,20	–	–	14,7	15,25	15,77	–	–
0,071	615	2,430	0,00811	–	2,98	3,18	–	–	–	25,41	26,2	–	–
0,071	1075	4,250	0,00464	–	3,80	4,00	–	–	–	43,2	44,7	–	–

* В новых разработках не применять.

Таблица 26.20. **Конструктивные данные высокочастотных обмоточных проводов ЛЭВ и ЛЭТ**

d, мм	Число проволок	*S*, мм²	*R*, Ом/м	Максимальный внешний диаметр проводов, мм	*g*, кг/км	
					ЛЭВ	ЛЭТ
0,03	28	0,035	0,9171	0,2170	0,2200	0,22025
0,03	49	0,04	0,524	0,2870	0,3854	0,38594
0,03	63	0,045	0,4076	0,3254	0,4954	0,49502
0,03	84	0,052	0,3057	0,3758	0,6609	0,66072
0,03	119	0,060	0,2158	0,4473	0,9363	0,93550
0,05	28	0,070	0,3624	0,3387	0,5452	0,57972
0,05	49	0,090	0,2071	0,4480	0,9541	1,01430
0,05	63	0,130	0,1611	0,5080	1,2267	1,30365
0,05	84	0,160	0,1208	0,5866	1,6356	1,7382
0,05	119	0,200	0,0853	0,6982	2,3171	2,4622

Таблица 26.21. **Конструктивные данные провода ЛЭТЛО**

Номинальное сечение жилы, мм²	Расчетное сечение, мм²	Число проволок	Номинальный диаметр проволоки, мм	Внешний диаметр провода, мм	Электрическое сопротивление на длине 1 м, 10^{-3} Ом, не более	Частота, кГц, не более	g, кг/км
1,6	1,57	8	0,50	2,5	12,4	4	16,0
	1,56	20	0,315	2,4	11,97	10	16,72
	1,61	41	0,224	2,7	12,30	22	16,95
2,0	1,96	10	0,50	2,7	9,94	4	19,82
	2,03	26	0,315	2,7	9,60	10	20,62
	2,01	51	0,224	2,9	9,86	22	20,98
2,5	2,55	13	0,50	2,9	7,64	4	25,49
	2,49	32	0,315	2,9	7,82	10	25,19
	2,48	63	0,224	3,2	7,99	22	25,69
3,0	2,94	15	0,50	3,2	6,63	4	29,29
	3,04	39	0,315	3,3	6,41	10	30,63
	2,99	76	0,224	3,4	6,63	22	30,82
4,0	4,12	21	0,50	3,6	4,73	4	40,62
	3,97	51	0,315	3,8	4,91	10	39,91
	4,02	102	0,224	3,8	4,93	22	41,09
4,5*	4,43	18	0,56	3,5	4,40	10	43,70
5,0	5,1	26	0,50	3,8	3,82	4	49,99
	5,06	65	0,315	4,1	3,85	10	50,67
	5,04	128	0,224	4,2	3,98	22	51,26
6,0	6,08	31	0,50	4,2	3,20	4	59,46
	6,08	78	0,315	4,4	3,20	10	60,57
	5,98	152	0,224	4,7	3,31	22	60,65
(6,5)	6,55	37	0,475	4,1	2,97	10	63,9
8,0	8,05	41	0,50	5,0	2,42	4	78,43
	7,94	102	0,315	5,1	2,45	10	78,86
	8,04	204	0,224	5,5	2,47	22	82,14
10,0	10,01	51	0,50	5,5	1,95	4	97,69
	10,05	129	0,315	5,7	1,94	10	99,28
	10,04	255	0,224	6,1	1,97	22	102,27
12,0	11,78	60	0,50	6,1	1,65	4	114,7
	12,07	155	0,315	6,5	1,61	10	119,24
	11,97	304	0,224	6,7	1,66	22	121,6
16,0	15,90	81	0,50	6,8	1,25	4	154,15
	15,96	205	0,315	7,3	1,22	10	157,10
	16,07	408	0,224	7,6	1,23	22	162,57
20,0	20,02	102	0,50	7,6	0,973	4	193,67
	19,86	255	0,315	8,1	0,981	10	197,23
	20,08	510	0,224	8,5	0,987	22	202,72

* В новых разработках не применять.

Таблица 26.22. **Конструктивные данные провода ЛЭНП**

S, мм²	Число проволок Диаметром 0,5 мм	Максимальный внешний размер $A \times B$, мм	Электрическое сопротивление на длине 1 м, 10^{-3} Ом, не более	g, кг/км
11,19	57	4,1 × 4,7	1,74	106,02
13,74	70	4,4 × 5,4	1,48	130,21
17,20	87	5,4 × 5,4 4,1 × 7,2	1,14	163,69
26,29	134	6,2 × 7,2	0,740	251,12
30,42	155	5,4 × 9,6	0,642	288,32
35,33	180	6,2 × 9,7 7,2 × 8,3	0,551	334,82
40,81	208	6,2 × 10,9	0,476	390,62
49,06	250	7,2 × 11,1 8,3 × 10,6	0,396	465,03
56,52	288	7,2 × 12,9	0,345	542,14

Примечание. Провода предназначены для работы на частоте не более 10 Гц.

Таблица 26.23. **Данные проводов ЛЭЛОР-Е и ЛЭПШД**

S, мм²	Число проволок	d, мм	Максимальный диаметр, мм	g, кг/км	Электрическое сопротивление жилы на длине 1 м, 10^{-3} Ом, не более
			ЛЭЛОР-Е		
10	760	0,13	6,2	102	1,98
10	820	0,125	6,2	102	2,00
35	2875	0,125	13,5	370	0,572
35	2640	0,13	13,5	370	0,570
50	4100	0,125	16,0	535	0,400
50	3800	0,13	16,0	535	0,397
			ЛЭПШД		
0,98	500	0,05	2,05	10,6	18,0
0,96	1000	0,05	2,70	20,8	9,2

0,13; 0,19; 0,20; 0,224; 0,315; 0,47; 0,5 и 0,56 мм. Жилы с числом проводов до 15 изготовляют из параллельных отдельных проводов, а свыше 15 – скручивают. Жилы проводов ЛЭШО, ЛЭЛО, ЛЭШД, ЛЭЛД и ЛЭЛ скручивают из эмалированных проводов марки ПЭЛ или на основе синтетических нагревостойких проводов (не ниже класса А), жилы проводов ЛЭП, ЛЭПКО и ЛЭПШД – из проводов марок ПЭТВЛ-1 и ПЭТВЛ-2, провода ЛЭТ – из провода марки ПЭТВ-Р, провода ЛЭТЛО – из проводов марки ПЭТВ, провода ЛЭНП – из проводов марки ПЭТ-155, провода ЛЭЛОР-Е – из провода марки ПЭВ-2 и провода ЛЭВ скручивают из эмалированных проводов марок ПЭВ-1, ПЭВ-2. Жилу провода марки ЛЭНП вальцуют без разрушения эмалевой изоляции. Провод ЛЭЛД обматывают двумя слоями, а провод ЛЭЛО – одним слоем лавсановых нитей, провода ЛЭТЛО и ЛЭЛОР-Е оплетают лавсановым волокном. Провод ЛЭПКО обматывают капроном. Провода ЛЭПШД и ЛЭШД обматывают двумя слоями, а провод ЛЭШО – одним слоем натурального шелка. Двухслойную обмотку накладывают с противоположным направлением намотки слоев, равномерно, без просветов и утолщений. Допускаются ребристость, ворсистость, отслаивание отдельных нитей и местные утолщения, не увеличивающие диаметр сверх максимального внешнего. При навивании 5 – 10 витков высокочастотного обмоточного провода на стержень диаметром $4D$, но не менее 3 мм, не должно образовываться просветов в изоляции и разрывов отдельных нитей с оголением до эмали. Оплетка на проводе ЛЭТЛО после навивания на стержень и последующего нагрева при температуре 150 ± 5 °С в течение 24 ч не должна иметь трещин с оголением до эмали. Пробивное напряжение провода ЛЭЛОР-Е не менее 500 В, ЛЭТЛО – не менее 600 в состоянии поставки и после выдержки при температуре 150 ± 5 °С в течение 24 ч. Провода ЛЭПШД, ЛЭП и ЛУПКО облуживаются без предварительной зачистки изоляции при температуре 320 – 360 °С в течение 30 с.

26.8. НАГРЕВОСТОЙКИЕ ПРОВОДА

Обмоточные провода (табл. 26.24 – 26.33, рис. 26.7) изготовляют из алюминиевой (АПСД) и медной (ПСД, ПСД-1, ПСД-Л, ПСДТ, ПСДТ-Л, ПСДК, ПСДК-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-Л, ПСДКТ-А, ПСОТ, ПСДП, ПЭТВСД) проволоки. Медную проволоку проводов ПНСД диаметром 0,17 мм и ПНЭТСОТ диаметром 0,20 и 0,315 мм никелируют гальваническим способом, провода ПСДКС диаметром 0,35 мм серебрят. Провод ПСДП в виде трубы изготовляют с размером b от 5,0 до 12,5 мм с допуском $\pm(0{,}10 - 0{,}15)$ мм, a – от 4,0 до 6,0 мм, толщиной стенки $1{,}5 \pm 0{,}15$ мм и радиусом угла 0,9 – 1,2 мм. Токопроводящую жилу проводов ПСДКТ-А, ПСД-1, ПСДП, ПСОТ, ПСД, ПСД-Л, ПСДТ, ПСДТ-Л, ПСДК, ПСДК-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-Л, АПСД обматывают двумя слоями стекловолокна с противоположным направлением намотки слоев плотными ровными рядами. В местах заправки пасм допускаются утолщения на длине не более 100 мм, не превышающие более чем 50% толщину изоляции провода. В местах сварки и пайки изоляцию удаляют. Изоляция проводов ПСД, ПСД-Л, АПСД, ПСДТ, ПСДТ-Л, ПНСД подклеена и пропитана нагревостойким электроизоляционным (глифталевым) лаком, проводов ПСДК, ПСДК-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-А, ПСДКТ-Л и ПСОТ – кремнийорганическим лаком, а проводов ПСД-1 и ПСДП – термореактивным лаком ЭП-934. Провода ПСД-Л, ПСДТ-Л, ПСДК-Л, ПСДКТ-Л по поверхности покрывают лаком. Толщины изоляции круглых проводов указаны в табл. 26.34, прямоугольных – в табл. 26.35.

Пробивное напряжение проводов со стеклоизоляцией ПОЖ, ПОЖ-700 приведено в табл. 26.36, провода ПСДКТ-А не менее 400 В. Испытание проводов АПСД, ПСД, ПСД-1, ПСД-Л, ПСДТ, ПСДТ-Л напряжением производят при 175 ± 5 °С, а проводов ПСДК, ПСДК-Л, ПСДКТ-Л, ПСДКТ – при 200 ± 5 °С. Изоляция круглых проводов со стекловолокнистой изоляцией АПСД всех размеров эластична и выдерживает навивание на стержень диаметром $4D$, проводов ПСДКТ и ПСДКТ-Л диаметром 0,315 – 1,56 мм – $5D$ и диаметром 1,60 мм и выше – $8D$. Прямоугольные провода со стекловолокнистой изоляцией выдерживают изгиб или навивание на стержень диаметром, указанным в табл. 26.37, 26.38. Число возвратно-поступательных движений иглы диаметром 0,4 мм с грузом должно быть не менее указанных в табл. 26.39. Расчетная масса провода АПСД приведена в табл. 26.40. Максимальный внешний диаметр провода ПСДКС – 0,59, а провода ПНСД – 0,17 мм. Пробивное напряжение провода, навитого на стержень диаметром 3 мм, в исходном состоянии и после выдержки при температуре 175 ± 5 °С в течение 24 ч и охлаждения до

Таблица 26.24. **Максимальный диаметр, мм, проводов ПСД, ПСДК, ПСДТ, ПСДКТ, ПСДТ-Л, ПСДКТ-Л, ПОЖ, ПОЖ-700, ПОЖМ, ПЭТВСД, АПСД, ПСД-Л, ПСДК-Л**

d, мм	ПСД, ПСДК	ПСДТ	ПСДКТ	ПСДТ-Л, ПСДКТ-Л	ПОЖ, ПОЖ-700	ПОЖМ	ПЭТВСД	АПСД	ПСД-Л, ПСДК-Л
0,315	–	0,50	0,46	0,48	0,60	0,60	–	–	–
0,335*	–	0,52	0,48	0,50	–	0,62	–	–	–
0,355	–	0,54	0,50	0,52	0,64	0,64	–	–	–
0,380*	–	0,57	0,53	0,55	–	–	–	–	–
0,400	–	0,59	0,55	0,57	0,69	0,69	–	–	–
0,425*	–	0,62	0,58	0,60	–	–	–	–	–
0,450	–	0,64	0,60	0,62	0,74	0,74	–	–	–
0,475*	–	0,67	0,62	0,65	–	0,76	–	–	–
0,500	0,74**	0,69	0,65	0,67	0,79	0,81	–	–	–
0,530*	–	0,73	0,70	0,70	–	–	–	–	–
0,560	0,82**	0,76	0,73	0,73	0,87	0,87	–	–	–
0,600*	–	0,80	0,77	0,77	–	–	–	–	–
0,630	0,89*	0,83	0,80	0,80	0,94	0,94	–	–	–
0,670*	–	0,87	0,84	0,84	–	–	–	–	–
0,690*	–	0,89	0,86	0,86	–	–	–	–	–
0,710	0,98**	0,93	0,89	0,89	1,03	1,03	–	–	–
0,750	1,02**	0,97	0,93	0,93	1,07	1,07	–	–	–
0,770*	–	0,99	0,95	0,95	–	–	–	–	–
0,80	1,07	1,02	0,98	0,98	1,12	1,12	–	–	–
0,830*	–	1,05	1,01	1,01	–	–	–	–	–
0,850	1,12**	1,07	1,03	1,03	1,17	1,17	1,23	–	–
0,900	1,17**	1,12	1,08	1,08	1,22	1,22	–	–	–
0,930*	–	1,15	1,11	1,11	–	1,25	–	–	–
0,950	1,22**	1,17	1,13	1,13	1,27	1,27	–	–	–
1,0	1,29	1,23	1,20	1,22	1,35	1,37	–	–	1,29
1,06	1,35	1,29	1,26	1,28	1,41	1,43	–	–	1,35
1,08*	1,37	1,31	1,28	1,30	–	–	–	–	1,37
1,12	1,41	1,35	1,32	1,34	1,47	1,49	–	–	1,41
1,18	1,47	1,41	1,38	1,40	1,53	1,55	1,57	–	1,47
1,25	1,54	1,48	1,45	1,47	1,60	1,62	1,64	–	1,54
1,32	1,61	1,55	1,52	1,54	1,67	1,69	1,71	–	1,61
1,40	1,69	1,63	1,60	1,62	1,75	1,77	1,79	–	1,69
1,45*	1,74	1,68	1,65	1,67	–	–	–	–	1,74
1,5	1,79	1,73	1,70	1,72	1,85	1,87	1,89	–	1,79
1,56*	1,85	1,79	1,76	1,78	–	–	–	–	1,85
1,6	1,89	1,85	1,84	1,85/1,82	1,95	1,97	1,99	1,89	1,89
1,7	1,99	1,95	1,94	1,95/1,92	2,06	2,07	2,09	1,99	1,99
1,8	2,09	2,05	2,04	2,05/2,02	2,17	2,17	2,19	2,09	2,09
1,9	2,19	2,15	2,14	2,15/2,12	2,27	2,27	2,29	2,19	2,19
2,0	2,29	2,25	2,24	2,25/2,22	2,37	2,38	–	2,29	2,29
2,12	2,41	2,37	2,36	2,37/2,34	2,49	2,50	–	2,41	2,41
2,24	2,59	–	–	–	2,63	–	–	2,60	2,53
2,36	2,71	–	–	–	2,75	–	–	2,72	2,65
2,44*	2,79	–	–	–	–	–	–	–	2,73
2,5	2,85	–	–	–	2,89	–	2,89	2,86	2,79
2,65	3,0	–	–	–	3,04	–	–	3,01	2,94
2,80	3,15	–	–	–	3,19	–	–	3,16	3,09
3,0	3,36	–	–	–	3,40	–	–	3,37	3,30
3,15	3,51	–	–	–	–	–	–	–	3,45
3,28*	3,64	–	–	–	–	–	–	–	3,58
3,35	3,71	–	–	–	–	–	–	–	3,65
3,55	3,91	–	–	–	–	–	–	–	3,85
3,75	4,11	–	–	–	–	–	–	–	4,05
4,0	4,37	–	–	–	–	–	–	–	4,31
4,10*	4,47	–	–	–	–	–	–	–	4,41
4,50	4,87	–	–	–	–	–	–	–	4,81
4,75	5,12	–	–	–	–	–	–	–	5,06
5,0	5,38	–	–	–	–	–	–	–	5,32
5,20*	5,58	–	–	–	–	–	–	–	5,52

* В новых разработках не применять.
** Размеры только для ПСДК.

Таблица 26.25. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, провода АПСД**

b, мм	*B* при *a*, мм			*A* при *a*, мм								
	1,80–2,00	2,12–3,75	4,0–5,60	1,80	1,90	2,0	2,12	2,24	2,36	2,50	2,65	2,80
3,35	3,67	3,73	–	2,22	–	2,42	–	2,66	–	–	–	–
3,55	3,87	3,93	–	2,22	2,32	2,42	2,54	2,66	2,78	2,92	–	–
3,75	4,07	4,13	–	2,22	–	2,42	–	2,66	–	2,92	–	–
4,00	4,32	4,38	–	2,22	2,32	2,42	2,54	2,66	2,78	2,92	3,07	3,22
4,25	4,57	4,63	–	2,22	–	2,42	–	2,66	–	2,92	–	3,22
4,50	4,82	4,88	–	2,25	2,35	2,45	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25
4,75	5,07	5,13	–	2,25	–	2,45	–	2,69	–	2,95	–	3,25
5,00	5,32	5,38	–	2,25	2,35	2,45	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25
5,30	5,62	5,68	–	2,25	–	2,45	–	2,69	–	2,95	–	3,25
5,60	5,92	5,98	6,05	2,25	2,35	2,45	–	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25
6,00	6,32	6,38	6,45	2,27	–	2,47	–	2,71	2,83	2,97	–	3,27
6,30	6,65	6,71	6,78	2,27	2,37	2,47	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27
6,70	7,05	7,11	7,18	2,27	–	2,47	–	2,71	–	2,97	–	3,27
7,10	7,45	7,51	7,58	2,27	2,37	2,47	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27
7,5	7,85	7,91	7,98	2,29	–	2,49	–	2,73	–	2,99	–	3,29
8,0	8,35	8,41	8,48	2,29	2,39	2,49	2,61	2,73	2,85	2,99	3,14	3,29
8,5	8,85	8,91	8,98	2,31	–	2,51	–	2,75	–	3,01	–	3,31
9,0	9,35	9,41	9,48	2,31	2,41	2,51	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31
9,5	9,85	9,91	9,98	2,31	–	2,51	–	2,75	–	3,01	–	3,31
10,0	10,35	10,41	10,48	2,31	2,41	2,51	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31
10,60	10,95	11,01	11,08	2,31	–	2,51	–	2,75	–	3,01	–	3,31
11,20	11,55	11,61	11,68	2,31	2,41	2,51	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31
11,80	12,15	12,21	12,28	2,31	–	2,51	–	2,75	–	3,01	–	3,31
12,50	12,87	12,93	13,0	2,31	2,41	2,51	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31
13,20	13,57	13,63	13,70	2,33	–	2,53	–	2,77	–	3,03	–	3,33
14,00	14,37	14,43	14,5	2,33	2,43	2,53	2,65	2,77	2,89	3,03	3,18	3,33

Продолжение табл. 25.26

b, мм	*A* при *a*, мм											
	3,00	3,15	3,35	3,55	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,30	5,60
3,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,50	3,45	3,62	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75	–	3,62	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,00	3,45	3,62	3,82	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,30	–	3,62	–	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,60	3,45	3,62	3,82	4,02	4,22	4,47	–	–	–	–	–	–
6,00	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	–	–	–	–	–
6,30	3,47	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	–	–	–	–
6,70	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	4,99	–	–	–	–
7,10	3,47	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	5,24	5,49	–	–
7,5	–	3,66	–	4,06	–	4,51	–	5,01	–	5,51	–	6,11
8,0	3,49	3,66	3,86	4,06	4,26	4,51	4,76	5,01	5,26	5,51	5,81	6,13
8,5	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
9,0	3,51	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	5,83	6,13
9,5	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
10,0	3,51	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	5,83	6,13
10,60	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
11,20	3,51	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	5,83	6,13
11,80	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
12,50	3,51	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	5,83	6,13
13,20	–	3,80	–	4,10	–	4,55	–	5,05	–	5,55	–	6,15
14,00	3,53	3,80	3,90	4,10	4,30	4,55	4,80	5,05	5,30	5,55	5,85	6,15

температуры окружающей среды (комнатной) не менее 300 В. Провод ПСОТ размером 1,32 × 2,54 мм изготовляют с изоляцией толщиной $A - a$, равной 0,15 мм, а провод 1,90 × 4,5 – толщиной 0,20. Максимальный размер провода *A* для 1,32 × 2,54 мм равен

Таблица 26.26. **Максимальные размеры A и B, мм, провода ПСД-1**

b, мм	*B* при *a*, мм			*A* при *a*, мм														
	0,9–2,0	2,12–3,75	4,0–5,6	0,9	0,95	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*	1,80*	1,90	2,0
2,12*	2,42	–	–	1,24	–	1,34	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	–	–	–	–	–
2,24	2,54	–	–	1,24	1,29	1,34	1,4	1,46	1,52	1,6	1,67	1,75	1,85	1,95	–	–	–	–
2,36*	2,66	–	–	1,24	–	1,34	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	1,95	–	–	–	–
2,50	2,80	–	–	1,24	1,29	1,34	1,4	1,46	1,52	1,6	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15	–	–
2,65*	2,95	–	–	1,28	–	1,38	–	1,50	–	1,61	1,71	1,79	–	1,99	–	2,19	–	–
2,80	3,10	–	–	1,28	1,33	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
3,0*	3,32	3,53	–	1,28	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
3,15	3,47	3,53	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
3,35*	3,67	3,73	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
3,55	3,87	3,93	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
3,75*	4,07	4,13	–	–	–	1,41		1,53	–	1,67	–	1,82	–	2,02	–	2,22	–	2,42
4,0	4,32	4,38	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
4,25	4,57	4,63	–	–	–	1,41	–	1,53	–	1,67	–	1,82	–	2,02	–	2,22	–	2,42
4,5	4,82	4,88	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
4,75*	5,07	5,13	–	–	–	1,44	–	1,56	–	1,70	–	1,85	–	2,05	–	2,25	–	2,45
5,0	5,32	5,38	–	–	–	1,44	1,50	1,56	1,62	1,70	1,77	1,85	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45
5,3*	5,62	5,68	–	–	–	1,44	–	1,56	–	1,70	–	1,85	–	2,05	–	2,25	–	2,45
5,6	5,92	5,98	6,05	–	–	1,44	1,5	1,56	1,62	1,70	1,77	1,85	1,97	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45
6,0*	6,32	6,38	6,45	–	–	1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	2,07	–	2,27	–	2,47
6,3	6,64	6,70	6,77	–	–	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	2,17	2,27	2,37	2,47
6,7*	7,04	7,10	7,17	–	–	1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	2,07	–	2,27	–	2,47
7,10	7,44	7,50	7,57	–	–	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	2,17	2,27	2,37	2,47
7,50*	7,84	7,90	7,97	–	–	1,48	–	1,60	–	1,74	–	1,89	–	2,09	–	2,29	–	2,49
8,0	8,34	8,40	8,47	–	–	1,48	1,54	1,6	1,66	1,74	1,81	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39	2,49
8,5*	8,84	8,90	8,97	–	–	–	–	1,62	–	1,76	–	1,91	–	2,11	–	2,31	–	2,51
9,0	9,34	9,40	9,47	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41	2,51
9,5*	9,84	9,90	9,97	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	–	2,11	–	2,31	–	2,51
10,0	10,36	10,42	10,49	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41	2,51
10,6*	10,96	11,02	11,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,31	–	2,51
11,2	–	11,62	11,69	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,8*	–	12,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,5	–	12,92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 26.26

b, мм	*A* при *a*, мм																	
	2,12	2,24	2,36*	2,50	2,65	2,8	3,0*	3,15	3,35*	3,55	3,75*	4,0	4,25*	4,50	4,75*	5,0	5,3*	5,6
2,12*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,0*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,51	2,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	–	2,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,54	2,66	2,78	2,92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75*	–	2,66	–	2,92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,0	2,54	2,66	2,78	2,92	3,07	3,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25	–	2,66	–	2,92	–	3,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,5	2,54	2,66	2,78	2,92	3,07	3,22	3,41	3,59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75*	–	2,69	–	2,95	–	3,25	–	3,62	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,0	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25	3,47	3,62	3,82	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,3*	–	2,69	–	2,95	–	3,25	–	3,62	–	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,6	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25	3,47	3,62	3,82	4,02	4,22	4,47	–	–	–	–	–	–
6,0*	–	2,71	–	2,97	–	3,27	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	–	–	–	–	–
6,3	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27	3,49	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	–	–	–	–
6,7*	–	2,71	–	2,97	–	3,27	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	4,99	–	–	–	–
7,10	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27	3,49	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	5,24	5,49	–	–
7,50*	–	2,73	–	2,99	–	3,29	–	3,66	–	4,06	–	4,51	–	5,01	–	5,51	–	–
8,0	2,61	2,73	2,85	2,99	3,14	3,29	3,51	3,66	3,86	4,06	4,26	4,51	4,76	5,01	5,26	5,51	5,81	6,11
8,5*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,66	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
9,0	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,26	5,53	5,83	–
9,5*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	–
10,0	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	–	–
10.6*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	–
11,2	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	–	–	–	–	–	–
11,8*	–	2,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,5	2,63	2,75	2,87	–	–	–	3,53	–	3,88	–	4,28	–	–	–	–	–	–	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

Таблица 26.27. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, прямоугольного провода ПСДКТ-А**

b, мм	*B*, мм	*A* при *a*, мм																	
		0,80	0,90	1,06	1,08	1,25	1,32	1,40	1,60	1,80	1,90	2,00	2,24	2,36	2,50	2,80	3,00	3,55	3,75
2,12	2,37	–	1,18	–	–	1,54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	2,49	–	1,18	1,34	–	–	1,61	–	1,89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	2,75	–	–	–	–	–	–	–	–	2,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	3,05	–	1,18	–	–	1,54	–	1,68	–	–	2,19	–	–	–	–	–	–	–	–
3,00	3,27	–	–	–	–	1,54	–	–	–	–	–	2,29	–	–	–	–	–	–	–
3,15	3,42	–	–	–	1,36	–	1,61	–	–	–	–	–	2,53	–	–	–	–	–	–
3,55	3,82	1,08	–	1,34	–	1,54	1,61	1,69	–	2,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75	4,02	–	1,18	–	1,36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,79	–	–	–	–
4,00	4,27	–	–	–	1,36	1,54	–	–	–	–	2,19	2,29	–	–	–	3,09	–	–	–
4,50	4,77	–	–	–	1,36	1,54	1,61	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,31	–	–
4,75	5,02	–	–	–	–	1,54	–	–	1,89	–	–	–	–	–	–	3,09	–	–	–
5,0	5,27	–	–	–	–	–	1,61	–	–	2,09	–	–	–	–	–	–	3,31	–	–
5,6	5,87	–	–	–	–	–	–	–	–	2,09	–	–	–	2,65	–	–	–	–	–
6,0	6,27	–	–	–	–	1,54	–	–	–	2,09	–	–	–	–	–	–	–	3,86	–
7,1	7,39	–	–	–	–	1,54	–	–	–	–	2,19	–	–	2,65	–	–	–	–	–
7,5	7,79	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,53	–	–	–	–	–	–
8,0	8,29	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,11

Таблица 26.28. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, провода ПЭТВСД**

b, мм	*B* при *a*, мм		*A* при *a*, мм											
	0,9–2,0	2,12–3,55	0,9	1,0	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
2,8	3,26	–	–	1,54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	3,61	–	–	–	–	–	–	–	–	1,96	2,06	2,16	–	2,36
4,00	4,46	4,52	–	–	–	–	1,74	–	–	–	2,06	–	–	–
4,5	4,96	5,02	–	–	–	–	–	–	–	–	2,06	2,16	–	2,36
4,75	5,21	5,27	–	1,58	–	1,7	–	1,83	–	1,98	–	2,16	–	2,38
5,0	5,46	5,52	–	1,58	–	1,7	–	1,83	1,90	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38
5,6	6,06	6,12	–	1,58	–	1,7	–	1,83	1,90	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38
6,0	6,46	6,52	–	1,60	–	1,72	–	1,85	–	2,00	–	2,20	–	2,40
6,3	6,78	6,84	–	–	–	–	–	–	1,92	–	–	2,20	2,22	2,40
6,7	7,18	7,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,9	–	7,44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7,1	7,58	7,64	1,32	1,6	1,66	1,72	1,78	1,85	1,92	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
7,5	7,98	8,04	–	1,62	–	1,74	–	1,87	–	2,02	–	2,22	–	2,42
8,0	8,48	8,54	–	–	–	–	1,80	1,87	1,94	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
9,0	9,48	–	–	–	–	–	–	–	–	2,02	–	2,22	–	–
10,0	10,48	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,22	–

Продолжение табл. 26.28

b, мм	*A* при *a*, мм												
	1,90	2,00	2,12	2,24	2,36	2,50	2,65	2,80	3,00	3,15	3,35	3,53	3,55
2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	–	2,56	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,00	–	–	–	2,8	–	3,06	–	–	–	–	–	–	–
4,5	2,46	2,56	2,68	–	–	3,06	–	–	–	–	–	–	–
4,75	–	–	–	2,83	–	3,09	–	–	3,39	–	–	–	–
5,0	2,48	2,58	2,70	2,83	–	3,09	3,24	3,39	3,39	3,61	–	–	–
5,6	2,48	2,58	2,70	2,83	–	3,09	3,24	3,39	3,39	–	–	–	–
6,0	–	2,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,3	–	–	2,72	2,85	2,97	3,11	3,20	3,41	–	3,78	–	–	–
6,7	–	–	–	–	–	3,11	–	–	–	–	–	–	4,18
6,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,16	–
7,1	2,5	2,6	2,72	2,85	2,97	3,11	3,26	3,41	3,63	3,78	3,95	–	–
7,5	–	2,62	–	2,87	–	3,13	–	3,43	–	3,80	–	–	–
8,0	2,52	2,62	2,74	2,87	2,99	3,13	3,28	3,43	3,65	3,80	–	–	–
9,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

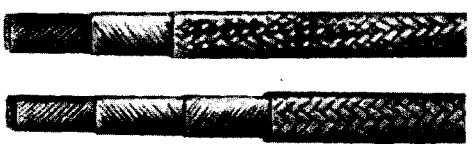


Рис. 26.7. Обмоточный провод со стекловолокиистой изоляцией

1,50 мм, для 1,90 × 4,5 – 2,15. Пробивное напряжение провода, изогнутого на стержне диаметром, равным 20 размерам по стороне А, в исходном состоянии и после выдержки при температуре 300 ± 5 °С в течение 24 ч и охлаждения до комнатной температуры равно не менее 100 В. Изоляция проводов эластична и механически прочна. Среднее число двойных ходов иглы диаметром 0,6 мм с нагрузкой 2,9 Н не менее 20. Пробивное напряжение в исходном состоянии и после выдержки при температуре 175 ± 5 °С в течение 24 ч не менее 550 В, изоляция проводов ПСД-1 и ПСДП в изогнутом состоянии на стержне диаметром, указанным в табл. 26.38, после выдержки при температуре 175 ± 5 °С в течение 24 ч и последующего охлаждения при комнатной температуре в течение 30 мин не растрескивается, не отслаивается от жилы и не имеет разрывов отдельных нитей. Изоляция выдерживает 250 ходов иглы диаметром 0,6 мм с грузом, минимальное количество – 190 ходов. Относительное удлинение при растяже-

Таблица 26.29. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, провода ПСДКТ-Л**

b, мм	*B*, мм	*A* при *a*, мм											
		0,90	0,95*	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*
2,12	2,39	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
2,24	2,51	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	–
2,36*	2,63	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
2,50	2,77	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
2,65*	2,92	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
2,80	3,07	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,00*	3,27	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
3,15	3,42	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,35*	3,64	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
3,55	3,84	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,75*	4,04	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
4,0	4,29	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
4,25*	4,54	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
4,5	4,79	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
4,75*	5,04	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
5,0	5,29	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
5,3	5,59	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
5,6	5,89	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
6,0*	6,29	–	–	1,34	–	1,46	–	1,60	–	1,75	–	1,95	–
6,3	6,59	–	–	1,34	1,40	1,46	1,52	1,60	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05
6,7*	7,01	–	–	1,34	–	1,46	–	1,60	–	1,75	–	1,95	–
7,1	7,41	–	–	1,34	1,4	1,46	1,52	1,60	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05
7,5*	7,81	–	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–
8,0	8,31	–	–	1,35	1,41	1,47	1,53	1,61	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06
8,5*	8,81	–	–	–	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–
9,0	9,31	–	–	–	–	–	–	–	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06
9,5*	9,81	–	–	–	–	–	–	–	–	1,76	–	1,96	–
10,0	10,31	–	–	–	–	–	–	–	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06

Продолжение табл. 26.29

b, мм	*A* при *a*, мм												
	1,80	1,90*	2,0	2,12*	2,24	2,36*	2,50	2,65*	2,80	3,0*	3,15	3,35*	3,55
2,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	2,11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	2,11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	2,11	2,21	2,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,00*	2,11	–	2,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	–	–	–	–	–	–
3,75*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	–	–	–	–	–
4,0	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	–	–	–	–
4,25*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	3,11	–	–	–	–
4,5	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	3,31	3,46	–	–
4,75*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	3,11	–	3,46	–	–
5,0	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	3,31	3,46	3,68	3,88
5,3	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	3,11	–	3,46	–	3,88
5,6	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	3,31	3,46	3,68	3,88
6,0*	2,15	–	2,35	–	2,59	–	2,85	–	3,15	–	3,50	–	–
6,3	2,15	2,25	2,35	2,47	2,59	2,71	2,85	3,00	3,15	3,35	3,50	–	–
6,7*	2,15	–	2,35	–	2,59	–	2,85	–	3,15	–	3,50	–	–
7,1	2,15	2,25	2,35	2,47	2,59	2,71	2,85	3,00	3,15	3,35	3,50	–	–
7,5*	2,16	–	2,36	–	2,60	–	2,86	–	–	–	–	–	–
8,0	2,16	2,26	2,36	2,48	2,60	2,72	2,86	–	–	–	–	–	–
8,5*	2,16	–	2,36	–	2,60	–	–	–	–	–	–	–	–
9,0*	2,16	2,26	2,36	2,48	2,60	–	–	–	–	–	–	–	–
9,5*	2,16	–	2,36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,0	2,16	2,26	2,36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* В новых разработках не применять.

Таблица 26.30. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, проводов ПСД-Л и ПСДК-Л**

b, мм	*B* при *a*, мм			*A* при *a*, мм														
	0,9–2,0	2,12–3,75	4,0–5,6	0,9	0,95*	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*	1,80	1,90*	2,0
2,12*	2,44	–	–	1,25	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	–	–	–	–	–
2,24	2,56	–	–	1,25	1,30	1,35	1,41	1,47	1,53	1,61	1,68	1,76	1,86	1,96	–	–	–	–
2,36*	2,68	–	–	1,25	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–	–	–	–
2,50	2,82	–	–	1,25	1,30	1,35	1,41	1,47	1,53	1,61	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06	2,16	–	–
2,65*	2,97	–	–	1,25	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–	2,16	–	–
2,80	3,12	–	–	1,25	1,30	1,35	1,41	1,47	1,53	1,61	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36
3,0*	3,32	–	–	1,25	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–	2,16	–	2,36
3,15	3,47	3,53	–	–	–	1,35	1,41	1,47	1,53	1,61	1,68	1,76	1,86	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36
3,35*	3,69	3,75	–	–	–	1,35	–	1,47	–	1,61	–	1,76	–	1,96	–	2,16	–	2,36
3,55	3,89	3,95	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
3,75	4,09	4,15	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
4,0	4,34	4,40	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
4,25*	4,59	4,65	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
4,50	4,84	4,90	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
4,75*	5,09	5,15	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
5,0	5,34	5,40	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
5,3*	5,64	5,70	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
5,6	5,94	6,0	6,07	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
6,0*	6,34	6,40	6,47	–	–	1,45	–	1,57	–	1,71	–	1,86	–	2,06	–	2,26	–	2,46
6,3	6,64	6,70	6,77	–	–	1,45	1,51	1,57	1,63	1,71	1,78	1,86	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36	2,46
6,7*	7,06	7,12	7,19	–	–	1,45	–	1,57	–	1,71	–	1,86	–	2,06	–	2,26	–	2,46
7,10	7,46	7,52	7,59	–	–	1,45	1,51	1,57	1,63	1,71	1,78	1,86	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36	2,46
7,50*	7,86	7,92	7,99	–	–	1,45	–	1,57	–	1,71	–	1,86	–	2,06	–	2,26	–	2,46
8,0	8,36	8,42	8,49	–	–	1,45	1,51	1,57	1,63	1,71	1,78	1,86	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36	2,46
8,50*	8,86	8,92	8,99	–	–	–	–	1,59	–	1,73	–	1,88	–	2,08	–	2,28	–	2,48
9,0	9,36	9,42	9,49	–	–	–	–	–	–	–	–	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,48
9,50*	9,86	9,92	9,99	–	–	–	–	–	–	–	–	1,88	–	2,08	–	2,28	–	2,48
10,0	10,36	10,42	10,49	–	–	–	–	–	–	–	–	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,48
10,6*	10,96	11,02	11,07	–	–	–	–	–	–	–	–	1,88	–	–	–	2,28	–	2,48
11,20	–	11,62	11,69	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,80*	–	12,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,50	–	12,92	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 26.30.

b, мм	*A* при *a*, мм																	
	2,12*	2,24	2,36*	2,50	2,65*	2,80	3,0*	3,15	3,35*	3,55	3,75*	4,0	4,25*	4,50	4,75*	5,0	5,30*	5,60
2,12*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,0*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,48	2,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	–	2,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,51	2,63	2,75	2,89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75	–	2,63	–	2,89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,0	2,51	2,63	2,75	2,89	3,04	3,19	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25*	–	2,63	–	2,89	–	3,19	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,50	2,51	2,63	2,75	2,89	3,04	3,19	3,39	3,54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75*	–	2,63	–	2,89	–	3,19	–	3,54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,0	2,51	2,63	2,75	2,89	3,04	3,19	3,39	3,54	3,76	3,96	–	–	–	–	–	–	–	–
5,3*	–	2,63	–	2,89	–	3,19	–	3,54	–	3,96	–	–	–	–	–	–	–	–
5,6	2,51	2,63	2,75	2,89	3,04	3,19	3,39	3,54	3,76	3,96	4,16	4,41	–	–	–	–	–	–
6,0*	–	2,70	–	2,96	–	3,26	–	3,61	–	4,03	–	4,48	–	–	–	–	–	–
6,3	2,58	2,70	2,82	2,96	3,11	3,26	3,46	3,61	3,83	4,03	4,23	4,48	4,73	4,98	–	–	–	–
6,7*	–	2,70	–	2,96	–	3,26	–	3,61	–	4,03	–	4,48	–	4,98	–	–	–	–
7,10	2,58	2,70	2,82	2,96	3,11	3,26	3,46	3,61	3,83	4,03	4,23	4,48	4,73	4,98	5,23	5,48	–	–
7,50*	–	2,70	–	2,96	–	3,26	–	3,61	–	4,03	–	4,48	–	4,98	–	5,48	–	–
8,0	2,58	2,70	2,82	2,96	3,11	3,26	3,46	3,61	3,83	4,03	4,23	4,48	4,73	4,98	5,23	5,48	5,78	6,08
8,50*	–	2,72	–	2,98	–	3,28	–	3,63	–	4,05	–	4,50	–	5,00	–	5,50	–	6,10
9,0	2,60	2,72	2,84	2,98	3,13	3,28	3,48	3,63	3,85	4,05	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,80	–
9,50*	–	2,72	–	2,98	–	3,28	–	3,63	–	4,05	–	4,50	–	5,00	–	5,5	–	–
10,0	2,60	2,72	2,84	2,98	3,13	3,28	3,48	3,63	3,85	4,05	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,5	–	–
10,6*	–	2,72	–	2,98	–	3,28	–	3,63	–	4,05	–	4,50	–	5,00	–	5,5	–	–
11,20	2,60	2,72	2,84	2,98	3,13	3,28	3,48	3,63	3,85	4,05	4,25	4,50	–	–	–	–	–	–
11,80*	–	2,72	–	2,98	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,50	2,60	2,72	2,84	–	–	–	3,48	–	3,85	–	4,25	–	–	–	–	–	–	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

Таблица 26.31. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, прямоугольных проводов ПСД и ПСДК**

b, мм	*B* при *a*, мм			*A* при *a*, мм														
	0,9–2,0	2,12–3,75	4,00–5,60	0,90	0,95*	1,00	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*	1,80	1,90*	2,0
2,12*	2,42	–	–	1,24	–	1,34	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	–	–	–	–	–
2,24	2,54	–	–	1,24	1,29	1,34	1,4	1,46	1,52	1,6	1,67	1,75	1,85	1,95	–	–	–	–
2,36*	2,66	–	–	1,24	–	1,34	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	1,95	–	–	–	–
2,50	2,80	–	–	1,24	1,29	1,34	1,4	1,46	1,52	1,6	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15	–	–
2,65*	2,95	–	–	1,28	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	–
2,80	3,10	–	–	1,28	1,33	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
3,00*	3,31	–	–	1,28	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
3,15	3,46	3,52	–	–	–	1,38	1,44	1,50	1,56	1,64	1,71	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39
3,35*	3,67	3,73	–	–	–	1,38	–	1,50	–	1,64	–	1,79	–	1,99	–	2,19	–	2,39
3,55	3,87	3,93	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
3,75*	4,07	4,13	–	–	–	1,41	–	1,53	–	1,67	–	1,82	–	2,02	–	2,22	–	2,42
4,00	4,32	4,38	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
4,25*	4,57	4,63	–	–	–	1,41	–	1,53	–	1,67	–	1,82	–	2,02	–	2,22	–	2,42
4,5	4,82	4,88	–	–	–	1,41	1,47	1,53	1,59	1,67	1,74	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42
4,75*	5,07	5,13	–	–	–	1,44	–	1,56	–	1,70	–	1,85	–	2,05	–	2,25	–	2,45
5,0	5,32	5,38	–	–	–	1,44	1,50	1,56	1,62	1,70	1,77	1,85	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45
5,3*	5,62	5,68	–	–	–	1,44	–	1,56	–	1,70	–	1,85	–	2,05	–	2,25	–	2,45
5,6	5,92	5,98	6,05	–	–	1,44	1,50	1,56	1,62	1,70	1,77	1,85	1,95	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45
6,0*	6,32	6,38	6,45	–	–	1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	2,07	–	2,27	–	2,47
6,3	6,62	6,68	6,75	–	–	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	2,17	2,27	2,37	2,47
6,7*	7,04	7,10	7,17	–	–	1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	2,07	–	2,27	–	2,47
7,1	7,44	7,5	7,57	–	–	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	2,17	2,27	2,37	2,47
7,5*	7,84	7,9	7,97	–	–	1,48	–	1,60	–	1,74	–	1,89	–	2,09	–	2,29	–	2,47
8,0	8,34	8,4	8,47	–	–	1,48	1,54	1,60	1,66	1,74	1,81	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39	2,49
8,5*	8,84	8,9	8,97	–	–	–	–	1,62	–	1,76	–	1,91	–	2,11	–	2,31	–	2,51
9,0	9,34	9,4	9,47	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41	2,51
9,5*	9,84	9,9	9,97	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	–	2,11	–	2,31	–	2,51
10,0	10,34	10,40	10,47	–	–	–	–	–	–	–	–	1,91	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41	2,51
10,6*	10,94	11,00	11,07	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,31	–	2,51
11,2	–	11,60	11,67	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,8*	–	12,20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,5	–	12,90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 26.31.

b, мм	*A* при *a*, мм																	
	2,12*	2,24	2,36*	2,50	2,65*	2,80	3,0*	3,15	3,35*	3,55	3,75*	4,00	4,25*	4,50	4,75*	5,00	5,3*	5,6
2,12*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,00*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,51	2,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	–	2,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,54	2,66	2,78	2,92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75*	–	2,66	–	2,92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,00	2,54	2,66	2,78	2,92	3,07	3,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25*	–	2,66	–	2,92	–	3,22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,5	2,54	2,66	2,78	2,92	3,07	3,22	3,44	3,59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75*	–	2,69	–	2,95	–	3,25	–	3,62	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,0	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25	3,47	3,62	3,82	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,3*	–	2,69	–	2,95	–	3,25	–	3,62	–	4,02	–	–	–	–	–	–	–	–
5,6	2,57	2,69	2,81	2,95	3,10	3,25	3,47	3,62	3,82	4,02	4,22	4,47	–	–	–	–	–	–
6,0*	–	2,71	–	2,97	–	3,27	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	–	–	–	–	–
6,3	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27	3,49	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	–	–	–	–
6,7*	–	2,71	–	2,97	–	3,27	–	3,64	–	4,04	–	4,49	–	4,99	–	–	–	–
7,1	2,59	2,71	2,83	2,97	3,12	3,27	3,49	3,64	3,84	4,04	4,24	4,49	4,74	4,99	5,24	5,49	–	–
7,5*	–	2,73	–	2,99	–	3,29	–	3,66	–	4,06	–	4,51	–	5,01	–	5,51	–	–
8,0	2,61	2,73	2,85	2,99	3,14	3,29	3,51	3,66	3,86	4,06	4,26	4,51	4,76	5,01	5,26	5,51	5,81	6,11
8,5*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	6,13
9,0	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	5,89	–
9,5*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	5,89	–
10,0	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	4,78	5,03	5,28	5,53	–	–
10,6*	–	2,75	–	3,01	–	3,31	–	3,68	–	4,08	–	4,53	–	5,03	–	5,53	–	–
11,2	2,63	2,75	2,87	3,01	3,16	3,31	3,53	3,68	3,88	4,08	4,28	4,53	–	–	–	–	–	–
11,8*	–	2,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12,5	2,63	2,75	2,87	–	–	–	3,53	–	3,88	–	4,28	–	–	–	–	–	–	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

Таблица 26.32. **Размеры *A* и *B*, мм, прямоугольного провода ПСДКТ**

b, мм	*B*, мм	*A* при *a*, мм											
		0,9	0,95*	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32	1,40	1,50*	1,60	1,70*
2,12*	2,37	1,18	–	1,28	–	1,4	–	1,54	–	1,69	–	–	–
2,24	2,49	1,18	1,23	1,28	1,34	1,4	1,46	1,54	1,61	1,69	1,79	1,89	–
2,36*	2,61	1,18	–	1,28	–	1,4	–	1,54	–	1,69	–	1,89	–
2,5	2,75	1,18	1,23	1,28	1,34	1,4	1,46	1,54	1,61	1,69	1,79	1,89	1,99
2,65*	2,90	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
2,80*	3,05	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,00*	3,26	1,20	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
3,15	3,41	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,35*	3,62	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
3,55	3,82	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
3,75*	4,02	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
4,00	4,27	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
4,25*	4,52	–	–	1,30	–	1,42	–	1,56	–	1,71	–	1,91	–
4,50	4,77	–	–	1,30	1,36	1,42	1,48	1,56	1,63	1,71	1,81	1,91	2,01
4,75*	5,02	–	–	1,32	–	1,44	–	1,58	–	1,73	–	1,93	–
5,00	5,27	–	–	1,32	1,38	1,44	1,50	1,58	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03
5,3*	5,57	–	–	1,32	–	1,44	–	1,58	–	1,73	–	1,93	–
5,6	5,87	–	–	1,32	1,38	1,44	1,50	1,58	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03
6,00*	6,27	–	–	1,32	–	1,44	–	1,58	–	1,73	–	1,93	–
6,3	6,57	–	–	1,32	1,38	1,44	1,50	1,58	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03
6,7*	6,99	–	–	1,32	–	1,44	–	1,58	–	1,73	–	1,93	–
7,10	7,39	–	–	1,32	1,38	1,44	1,50	1,58	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03
7,50*	7,79	–	–	1,34	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	1,95	–
8,00	8,29	–	–	1,34	1,40	1,46	1,52	1,6	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05
8,5*	8,79	–	–	–	–	1,46	–	1,6	–	1,75	–	1,95	–
9,0	9,20	–	–	–	–	–	–	–	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05
9,5*	9,79	–	–	–	–	–	–	–	–	1,75	–	1,95	–
10,0	10,29	–	–	–	–	–	–	–	1,67	1,75	1,85	1,95	2,05

Продолжение табл. 26.32

b, мм	*A* при *a*, мм												
	1,80	1,90*	2,00	2,12*	2,24	2,36*	2,50	2,65*	2,80	3,00*	3,15	3,35*	3,55
2,12*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,5	2,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	2,11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	2,11	2,21	2,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,00*	2,11	–	2,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	–	–	–	–	–	–
3,75*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	–	–	–	–	–
4,00	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	–	–	–	–
4,25*	2,11	–	2,31	–	2,55	–	2,81	–	3,11	–	–	–	–
4,50	2,11	2,21	2,31	2,43	2,55	2,67	2,81	2,96	3,11	3,32	3,47	–	–
4,75*	2,13	–	2,33	–	2,57	–	2,83	–	3,13	–	3,49	–	–
5,00	2,13	2,23	2,33	2,45	2,57	2,69	2,83	2,98	3,13	3,34	3,49	3,7	3,9
5,3*	2,13	–	2,33	–	2,57	–	2,83	–	3,13	–	3,49	–	3,9
5,6	2,13	2,23	2,33	2,45	2,57	2,69	2,83	2,98	3,13	3,34	3,49	3,7	3,9
6,00*	2,13	–	2,33	–	2,57	–	2,83	–	3,13	–	3,49	–	–
6,3	2,13	2,23	2,33	2,45	2,37	2,69	2,83	2,98	3,13	3,34	3,49	–	–
6,7*	2,13	–	2,33	–	2,57	–	2,83	–	3,13	–	–	–	–
7,10	2,13	2,23	2,33	2,45	2,57	2,69	2,83	2,98	3,13	–	–	–	–
7,50*	2,15	–	2,35	–	2,59	–	2,85	–	–	–	–	–	–
8,00	2,15	2,25	2,35	2,47	2,59	2,71	2,85	–	–	–	–	–	–
8,5*	2,15	–	2,35	–	2,59	–	–	–	–	–	–	–	–
9,0	2,15	–	2,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9,5*	2,15	–	2,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,0	2,15	2,25	2,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

Таблица 26.33. **Максимальные размеры A и B, мм, провода ПСДП**

b, мм	B при a, мм	A при a, мм								
	3,55–6,0	3,55	4,0	4,5	5,0	5,1	5,5	5,6	5,9	6,0
5,0	5,5	4,08	4,53	5,03	5,53	5,63	6,03	6,13	6,43	6,53
5,1	5,6	4,08	4,53	5,03	5,53	5,63	6,03	6,13	6,43	6,53
5,9	6,4	4,08	4,53	5,03	5,53	5,63	6,03	6,13	6,43	6,53
6,0	6,5	4,10	4,55	5,05	5,53	5,63	6,03	6,13	6,43	6,53
6,7	7,2	4,10	4,55	5,05	5,53	5,63	6,03	6,13	6,43	6,53
7,4	7,9	4,12	4,57	5,07	5,57	5,67	6,07	6,17	6,47	6,57
7,5	8,0	4,12	4,57	5,07	5,57	5,67	6,07	6,17	6,47	6,57
8,0	8,5	4,12	4,57	5,07	5,57	5,67	6,07	6,17	6,47	6,57
8,5	9,0	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
8,6	9,1	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
9,0	9,5	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
9,3	9,8	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
9,5	10,0	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
10,0	10,5	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
11,2	11,7	4,13	4,58	5,08	5,58	6,68	6,08	6,18	6,48	6,58
11,6	12,1	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
11,8	12,3	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58
12,5	13,0	4,13	4,58	5,08	5,58	5,68	6,08	6,18	6,48	6,58

нии провода до разрыва – не менее 25–34%. Провод ПЭТВСД круглого и прямоугольного сечения изготовляют из эмалированного провода марки ПЭТВ или ПЭТВП, который обматывают двумя слоями стекловолокна, подклеивают и пропитывают нагревостойким лаком. Провод ПНЭТКСОТ изготовляют из никелированной медной проволоки с полиамидной изоляцией. Диаметр провода ПНЭТКСОТ 0,20 мм не более 0,33 мм, а 0,315 – не более 0,45. Удвоенные толщины изоляции ($D-d$) круглых проводов ПНЭТКСОТ 0,20 мм – 0,12 мм, а 0,315–0,13, проводов ПЭТВСД (1,0–1,56) мм – (0,16–0,35) мм. Относительное удлинение провода ПЭТВСД

Таблица 26.34. **Номинальная толщина изоляции круглых нагревостойких проводов ($D-d$)**

d, мм	Толщина изоляции, мм	
	нормальной	утоненной
0,315–0,5	0,23–0,28	0,14–0,18
0,53–0,69	0,25–0,30	0,15–0,19
0,71–0,95	0,25–0,35	0,15–0,20
1,0–1,56	0,27–0,33	0,16–0,21
1,6–1,7	0,27–0,35	0,20–0,23
1,8–2,12	0,27–0,34	0,20–0,23
2,24–5,2	0,33–0,36	–

составляет 20–24%. Пробивное напряжение круглых проводов диаметром 0,85 мм и

Таблица 26.35. **Номинальная удвоенная толщина изоляции, мм, прямоугольных нагревостойких проводов**

Марка провода	($B-b$) при a, мм			($A-a$) при b, мм							
	0,9–2,0	2,12–3,75	4–5,6	1,18	2,12–2,50	2,65–3,35	3,55–4,5	4,75–5,6	6,0–7,1	7,5–8	8,5–12,5	13–14
ПСД-1, ПСД, ПСДК	0,27	0,33	0,4	–	0,32	0,36	0,39	0,42	0,44	0,46	0,48	–
ПСДК-Л, ПСД-Л	0,29	0,35	0,42	–	0,33	0,33	0,36	0,36	0,43	0,43	0,45	–
ПСДКТ	0,22	0,22	–	–	0,26	0,28	0,28	0,30	0,30	0,32	0,32	–
ПСДКТ-Л	0,24	0,24	–	–	0,28	0,28	0,28	0,28	0,32	0,33	0,33	–
АПСД	0,27	0,33	0,40	–	–	0,39	0,39/0,42*	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
ПСДКТ-А	0,22	0,22	0,22	–	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	–	–
ПОЖ, ПОЖ-700	0,35	0,43	–	–	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,59	0,62	–
ПДА	0,4	0,4	–	0,35	0,35	0,35	0,4**	0,4	–	–	–	–
ПЭТВСД	0,41	0,41	0,41	0,51	0,51	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	–	–
	–	0,47	0,47	–	0,53	0,53	0,53	0,56	0,58	0,6	–	–

* В знаменателе 0,42 для $b=4,5$ мм.
** До $b=3,75$ мм.

Таблица 26.36. **Пробивное напряжение изоляции проводов ПСД, ПСДК, АПСД, ПОЖ, ПОЖ-700, ПСД-Л, ПСДК-Л, АПСД-Л, ПСДТ, ПСДТ-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-А, ПСДКТ-Л, ПСД-1, ПСДП**

Проволока	ПСД, ПСДК, АПСД	ПОЖ, ПОЖ-700	ПСД-Л, ПСДК-Л, АПСД-Л (в навитом или изогнутом состоянии)	Пробивное напряжение, В, не менее					
				ПСДТ	ПСДТ-Л (в навитом или изогнутом состоянии)	ПСДКТ, ПСДКТ-А	ПСДКТ-Л	ПСД-1	ПСДП
Круглая диаметром, мм:									
0,315 – 0,95	400	350/400*	–	350	350	300	300	–	–
1,00 – 1,56	450	450	500	350	400	300	350	–	–
1,60 – 2,24	450	450	500	400	400	350	400	–	–
2,24 – 5,20	550	600	550	–	–	–	–	–	–
Прямоугольная со стороной *a*, мм:									
0,9 – 2,0	450	450	500	–	–	350	400	500	–
2,12 – 3,75	550	600	550	–	–	350	400	550	550
4,0 – 5,6	600	–	600	–	–	–	–	600	550
Прямоугольная после изгиба по стороне *a*	450	–	450	–	–	350	350	–	–

* В знаменателе для 0,50 мм.

Таблица 26.37. **Условия испытания прямоугольных проводов на эластичность**

Номинальные размеры, мм		Вид изгиба	Диаметр стержня для испытаний, мм						
a	*b*		ПСД-Л, ПСДК-Л, ПСДКТ-Л	ПСД, ПСДК, ПСДКТ, ПСД-1	ПСДП	ПДА	ПСДКТ-А	ПОЖ, ПОЖ-700	АПСД, АПСД-Л
0,9 – 1,32	От 2,12 до 8,0		6,0	6,0	–	20,0	10,0	30,0	–
1,4 – 1,90	2,10 – 8,0		10,0	10,0	–	30,0	10,0	35,0	10,0
2,0 – 2,80	2,12 – 8,0	По большей	15,0	15,0	–	40,0	10,0	40,0	15,0
1,0 – 2,80	6,7 – 12,5	стороне	35,0	40,0	–	–	–	50,0	40,0
3,5 – 5,6	3,0 – 8,3		45,0	60,0	120	50,0	10,0	60,0	60,0
3,0 – 5,6	6,7 – 12,5		80,0	100,0	120	–	–	–	120,0
3,75 – 6,0	–		–	–	–	70,0	–	–	–
	2,12 – 8,0	По меньшей	10	10	–	–	–	–	10,0
Все размеры	Свыше 8,0	стороне	15	15	–	–	–	–	15,0

Таблица 26.38. **Отношение диаметра стержня для испытаний к диаметру круглого провода**

d, мм	ПСД, ПСДК, ПСДТ, ПСД-Л, ПСДК-Л, ПСДТ-Л	ПСДКТ, ПСДКТ-Л	ПОЖ, ПОЖ-700
0,315 – 1,56	4	5	15
1,6 и более	4	8	18

прямоугольных не менее 800 В, а диаметром 1,18 – 2,5 мм – не менее 1000 В. Изоляция проводов должна выдерживать 20 ходов (минимальное количество 4) иглы диаметром 0,6 мм с грузом и навивание на стержень диаметром 0,3 мм в исходном состоянии и после выдержки при температуре 300 ± 5 °С в течение 24 ч и охлаждения при комнатной температуре. Расчетная масса ПЭТВСД приведена в табл. 26.41, 26.42.

Жаростойкие обмоточные провода марки ПОЖ (табл. 26.24 и 26.43) изготовляют с никелированными медными жилами, ПОЖ-700 – с жилами из сплава 204. Жилу из сплава 204 провода ПОЖ-700 покрывают слоем из композиции железо – никель (наносится гальваническим способом). Жилы провода обмотаны двумя слоями стекловолокна, подклеенными и пропитанными органосиликатной композицией ОС-52-01

Таблица 26.39. **Среднее (С) и минимальное (М) число возвратно-поступательных движений иглы с грузом при испытании проводов ПСД, ПСД-Л, ПСДК, ПСДК-Л, ПСДТ, ПСД-1, ПСДП, ПСДТ-Л, ПСДКТ, ПСДКТ-Л, ПДА, ПСДКТА, ПОЖ, ПОЖ-700, АПСД**

Проволока, мм	ПСД		ПСД-Л		ПСДК		ПСДК-Л		ПСДТ	
	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М
Круглая диаметром, мм:										
0,315 – 0,69	–	–	–	–	15	10	18	12	50	30
0,71 – 0,96	–	–	–	–	25	15	25	15	80	55
1,00 – 1,56	110	80	130	90	40	25	45	30	100	75
1,60 – 2,12	130	100	150	110	60	35	65	40	110	85
2,24 и более	150	110	160	115	70	45	75	50	–	–
Прямоугольная со стороной b, мм:										
2,12 – 3,15	250	190	250	190	–	–	150	100	–	–
3,35 – 6,0	250	190	260	200	–	–	150	110	–	–
6,3 и более	250	190	270	210	–	–	170	120	–	–

Проволока, мм	ПСД-1		ПСДП		ПСДТ-Л		ПСДКТ		ПСДКТ-Л	
	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М
Круглая диаметром, мм:										
0,315 – 0,69	–	–	–	–	60	40	8	8	12	10
0,71 – 0,96	–	–	–	–	90	65	10	8	17	12
1,00 – 1,56	–	–	–	–	120	85	15	10	30	17
1,60 – 2,12	–	–	–	–	130	95	20	15	32	17
2,24 и более	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Прямоугольная со стороной b, мм:										
2,12 – 3,15	250	190	–	–	–	–	70	50	80	50
3,35 – 6,0	250	190	250	190	–	–	70	50	80	50
6,3 и более	250	190	250	190	–	–	70	50	80	50

Проволока, мм	ПДА		ПСДКТА		ПОЖ		ПОЖ-700		АПСД	
	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М
Круглая диаметром, мм:										
0,315 – 0,69	–	–	–	–	9	7	5	4	–	–
0,71 – 0,96	–	–	–	–	12	8	8	5	–	–
1,00 – 1,56	–	–	–	–	20	12	8	5	–	–
1,60 – 2,12	–	–	–	–	28	20	12	9	100	100
2,24 и более	–	–	–	–	32	28	15	10	150	110
Прямоугольная со стороной b, мм:										
2,12 – 3,15	150	100	200	50	80*	55*	90*	70*	250	190
3,35 – 6,0	150	100	200	50	–	–	–	–	250	190
6,3 и более	–	–	200	50	–	–	–	–	260	200

* ПОЖ и ПОЖ-700 до 20 мм².

или ОС-82-05 и покрыты кремнийорганическим лаком. Наружный диаметр круглых проводов приведен в табл. 26.24, а размеры прямоугольных проводов – в табл. 26.43. Образцы круглых жаростойких проводов ПОЖ и ПОЖ-700 диаметром до 0,315 мм выдерживают навивание на стержень диаметром 15 D, диаметром 1,6 мм и выше – на стержень диаметром 18 D, для прямоугольных проводов значения приведены в табл. 36.38. Пробивное напряжение изоляции проводов ПОЖ и ПОЖ-700 при температуре 300 °С указано в табл. 26.36.

Провода марки ПДА изготовляют с медной жилой прямоугольного сечения (табл. 26.45, рис. 26.8), на которую наносят асбестовое волокно в расчесанном состоянии (дельта-асбест), подклеенное и пропитанное водно-эмульсионным глифталевым лаком с последующей запечкой изоляции на проводе. Толщина изоляции проводов диаметром 1,18 – 3,75 мм – 0,35 мм, диаметром 4 ÷ 5 мм – 0,40 мм. Образцы провода выдерживают изгибы на стержне диаметром 20 – 70 мм. Пробивное напряжение после изгиба по большей стороне на стержне не менее 350 В

Таблица 26.40. **Расчетная масса провода АПСД**

Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км
1,8 × 3,35	17,82	2,12 × 4,5	27,39	2,5 × 9,5	66,53
1,8 × 3,55	19,19	2,12 × 5,0	31,95	2,5 × 10,0	71,54
1,8 × 3,75	20,64	2,12 × 5,6	34,8	2,5 × 10,6	77,40
1,8 × 4,0	22,30	2,12 × 6,3	39,83	2,5 × 11,2	78,15
1,8 × 4,25	22,90	2,12 × 7,1	43,40	2,5 × 11,8	83,10
1,8 × 4,5	23,94	2,12 × 8,0	45,92	2,5 × 12,5	89,47
1,8 × 4,75	25,60	2,12 × 9,0	55,63	2,5 × 13,2	96,52
1,8 × 5,0	27,77	2,12 × 10,0	62,58	2,5 × 14,0	101,83
1,8 × 5,3	28,50	2,12 × 11,2	67,3	2,65 × 4,0	30,46
1,8 × 5,6	29,98	2,12 × 12,5	77,96	2,65 × 4,5	33,79
1,8 × 6,0	32,24	2,12 × 14,0	88,45	2,65 × 5,0	39,06
1,8 × 6,3	34,97	2,24 × 3,35	21,67	2,65 × 5,6	42,27
1,8 × 6,7	37,70	2,24 × 3,55	23,35	2,65 × 6,3	49,01
1,8 × 7,1	38,70	2,24 × 3,75	25,71	2,65 × 7,1	53,09
1,8 × 7,5	40,68	2,24 × 4,0	27,15	2,65 × 8,0	61,29
1,8 × 8,0	44,0	2,24 × 4,25	28,3	2,65 × 9,0	71,50
1,8 × 8,5	47,32	2,24 × 4,5	29,14	2,65 × 10,0	76,77
1,8 × 9,0	48,90	2,24 × 4,75	31,05	2,65 × 11,2	89,0
1,8 × 9,5	50,71	2,24 × 5,0	33,71	2,65 × 12,5	96,06
1,8 × 10,0	54,64	2,24 × 5,3	36,39	2,65 × 14,0	110,85
1,8 × 10,6	58,8	2,24 × 5,6	37,0	2,8 × 4,0	33,71
1,8 × 11,20	61,8	2,24 × 6,0	39,04	2,8 × 4,25	35,72
1,8 × 11,8	62,21	2,24 × 6,3	42,58	2,8 × 4,5	36,33
1,8 × 12,5	67,0	2,24 × 6,7	45,85	2,8 × 4,75	38,67
1,8 × 13,2	74,32	2,24 × 7,1	48,0	2,8 × 5,0	41,68
1,8 × 14,0	76,80	2,24 × 7,5	49,1	2,8 × 5,3	45,35
1,9 × 3,55	20,58	2,24 × 8,0	53,23	2,8 × 5,6	46,73
1,9 × 4,0	22,11	2,24 × 8,5	57,05	2,8 × 6,0	48,54
1,9 × 4,5	26,74	2,24 × 9,0	58,6	2,8 × 6,3	52,63
1,9 × 5,0	29,80	2,24 × 9,5	60,61	2,8 × 6,7	56,7
1,9 × 5,6	32,09	2,24 × 10,0	66,57	2,8 × 7,10	58,35
1,9 × 6,3	37,48	2,24 × 10,6	71,91	2,8 × 7,5	60,77
1,9 × 7,10	40,49	2,24 × 11,2	75,3	2,8 × 8,0	65,71
1,9 × 8,0	46,48	2,24 × 11,8	77,24	2,8 × 8,5	70,67
1,9 × 9,0	50,39	2,24 × 12,5	83,42	2,8 × 9,0	72,38
1,9 × 10,0	58,50	2,24 × 13,2	88,79	2,8 × 9,5	76,48
1,9 × 11,20	65,93	2,24 × 14,0	95,0	2,8 × 10,0	82,3
1,9 × 12,5	71,65	2,36 × 3,55	24,17	2,8 × 10,6	91,4
1,9 × 14,0	80,35	2,36 × 4,0	28,10	2,8 × 11,8	95,37
2,0 × 3,35	20,17	2,36 × 4,5	30,65	2,8 × 12,5	102,42
2,0 × 3,55	28,68	2,36 × 5,0	35,12	2,8 × 13,2	111,07
2,0 × 3,75	24,05	2,36 × 5,6	40,0	2,8 × 14,0	117,32
2,0 × 4,0	25,28	2,36 × 6,3	45,32	3,0 × 4,5	38,9
2,0 × 4,24	26,3	2,36 × 7,1	49,96	3,0 × 5,0	45,25
2,0 × 4,50	27,16	2,36 × 8,0	57,01	3,0 × 5,6	48,72
2,0 × 4,75	29,05	2,36 × 9,0	64,32	3,0 × 6,3	56,54
2,0 × 5,0	31,47	2,36 × 10,0	71,05	3,0 × 7,1	61,27
2,0 × 5,3	32,50	2,36 × 11,2	77,93	3,0 × 8,0	70,71
2,0 × 5,6	34,4	2,36 × 12,5	89,13	3,0 × 9,0	81,92
2,0 × 6,0	36,51	2,36 × 14,0	101,18	3,0 × 10,0	88,36
2,0 × 6,3	39,52	2,5 × 3,55	25,14	3,0 × 11,2	102,54
2,0 × 6,7	42,78	2,5 × 3,75	27,68	3,0 × 12,5	110,34
2,0 × 7,1	43,20	2,5 × 4,0	29,23	3,0 × 14,0	126,0
2,0 × 7,5	45,77	2,5 × 4,25	30,12	3,15 × 4,5	39,6
2,0 × 8,0	49,64	2,5 × 4,5	31,26	3,15 × 4,75	42,3
2,0 × 8,5	53,51	2,5 × 4,75	33,58	3,15 × 5,0	46,15
2,0 × 9,0	55,20	2,5 × 5,0	36,25	3,15 × 5,3	47,35
2,0 × 9,5	57,7	2,5 × 5,3	39,18	3,15 × 5,6	48,95
2,0 × 10,0	62,15	2,5 × 5,6	40,05	3,15 × 6,0	53,17
2,0 × 10,6	67,22	2,5 × 6,0	42,12	3,15 × 6,3	57,65
2,0 × 11,2	69,9	2,5 × 6,3	45,65	3,15 × 6,7	59,94
2,0 × 11,8	72,27	2,5 × 6,7	49,19	3,15 × 7,1	62,0
2,0 × 12,5	77,93	2,5 × 7,1	50,10	3,15 × 7,5	68,19
2,0 × 13,2	83,06	2,5 × 7,5	52,99	3,15 × 8,0	71,06
2,0 × 14,0	88,15	2,5 × 8,0	57,13	3,15 × 8,5	76,7
2,12 × 3,55	21,05	2,5 × 8,5	61,54	3,15 × 9,0	81,92
2,12 × 4,0	25,36	2,5 × 9,0	64,83	3,15 × 9,5	83,50

Продолжение табл. 26.40

Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км
3,15 × 10,0	88,36	3,75 × 10,0	109,05	4,5 × 12,5	155,78
3,15 × 10,6	97,25	3,75 × 11,2	126,46	4,5 × 13,2	168,15
3,15 × 11,2	102,54	3,75 × 12,5	136,17	4,5 × 14,0	178,64
3,15 × 11,8	108,35	3,75 × 14,0	153,87	4,75 × 7,10	91,56
3,15 × 12,5	110,34	4,0 × 5,6	63,92	4,75 × 8,0	106,24
3,15 × 13,5	119,96	4,0 × 6,0	68,48	4,75 × 9,0	123,48
3,15 × 14,0	126,0	4,0 × 6,3	74,18	4,75 × 10,0	132,0
3,35 × 5,0	48,35	4,0 × 6,7	80,14	4,75 × 11,2	153,0
3,35 × 5,6	52,09	4,0 × 7,1	83,17	4,75 × 12,5	166,13
3,35 × 6,3	60,72	4,0 × 7,5	85,84	4,75 × 14,0	190,68
3,35 × 7,1	65,35	4,0 × 8,0	92,93	5,0 × 7,1	99,36
3,35 × 8,0	75,71	4,0 × 8,5	100,04	5,0 × 7,5	106,4
3,35 × 9,0	88,09	4,0 × 9,0	105,02	5,0 × 8,0	115,12
3,35 × 10,0	94,71	4,0 × 9,5	108,32	5,0 × 8,5	123,84
3,35 × 11,2	109,67	4,0 × 10,0	116,25	5,0 × 9,0	130,17
3,35 × 12,5	118,31	4,0 × 10,6	125,64	5,0 × 9,5	133,71
3,35 × 14,0	132,0	4,0 × 11,2	129,75	5,0 × 10,0	143,83
3,55 × 5,0	52,01	4,0 × 11,8	135,01	5,0 × 10,6	155,41
3,55 × 5,3	54,35	4,0 × 12,5	145,5	5,0 × 11,2	160,16
3,55 × 5,6	56,02	4,0 × 13,2	157,18	5,0 × 11,8	166,92
3,55 × 6,0	60,04	4,0 × 14,0	166,15	5,0 × 12,5	179,87
3,55 × 6,3	65,2	4,25 × 6,3	78,0	5,0 × 13,2	194,21
3,55 × 6,7	70,35	4,25 × 7,1	82,15	5,0 × 14,0	201,32
3,55 × 7,1	72,3	4,25 × 8,0	95,13	5,3 × 8,0	123,99
3,55 × 7,5	75,24	4,25 × 9,0	106,75	5,3 × 9,0	140,21
3,55 × 8,0	81,26	4,25 × 10,0	120,52	5,3 × 10,0	154,88
3,55 × 8,5	87,56	4,25 × 11,2	136,78	5,3 × 11,2	179,0
3,55 × 9,0	92,15	4,25 × 12,5	153,30	5,3 × 12,5	193,6
3,55 × 9,5	94,45	4,25 × 14,0	175,64	5,3 × 14,0	206,02
3,55 × 10,0	101,61	4,5 × 6,3	79,75	5,0 × 8,0	125,12
3,55 × 10,6	109,64	4,5 × 6,7	82,33	5,6 × 8,5	136,7
3,55 × 11,2	112,27	4,5 × 7,1	85,44	5,6 × 9,0	143,21
3,55 × 11,8	117,94	4,5 × 7,5	92,22	5,6 × 9,5	149,81
3,55 × 12,5	126,82	4,5 × 8,0	99,59	5,6 × 10,0	156,83
3,55 × 13,2	137,13	4,5 × 8,5	106,97	5,6 × 10,6	168,41
3,55 × 14,0	142,91	4,5 × 9,0	109,17	5,6 × 11,2	179,9
3,75 × 5,6	60,25	4,5 × 9,5	115,74	5,6 × 11,8	187,17
3,75 × 6,3	69,91	4,5 × 10,0	124,53	5,6 × 12.5	195,6
3,75 × 7,1	75,38	4,5 × 10,6	134,45	5,6 × 13,2	200,03
3,75 × 8,0	87,35	4,5 × 11,2	140,0	5,6 × 14,0	209,06
3,75 × 9,0	99,16	4,5 × 11,8	144,37		

Таблица 26.41. **Расчетная масса круглого провода ПЭТВСД**

d, мм	*g*, кг/км	*d*, мм	*g*, кг/км	*d*, мм	*g*, кг/км
0,85	6,24	1,4	15,18	1,8	24,54
1,18	11,19	1,5	17,03	1,9	27.12
1,25	12,38	1,6	19,55	2,5	44,98
1,32	13,89	1,7	21,98		

Таблица 26.42. **Расчетная масса прямоугольного провода ПЭТВСД**

Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	*g*, кг/км
0,9 × 7,10	60,1	1,6 × 3,15	43,5	2,12 × 8,0	151,7
1,0 × 2,8	25,9	1,6 × 4,50	64,0	2,24 × 4,75	91,1
1,0 × 4,75	45,3	1,6 × 4,75	69,0	2,24 × 5,0	96,3
1,0 × 5,0	47.7	1,6 × 5,0	71,8	2.24 × 5,6	108,3

Продолжение табл. 26.42

Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км	Номинальные размеры проволоки, мм	g, кг/км
1,0 × 5,6	53,5	1,6 × 6,0	87,3	2,24 × 6,3	123,6
1,0 × 6,0	57,7	1,6 × 6,3	91,7	2,24 × 7,1	140,3
1,0 × 7,1	68,4	1,6 × 7,1	103,8	2,24 × 7,5	148,9
1,0 × 7,5	72,7	1,6 × 7,5	110,1	2,24 × 8,0	159,3
1,06 × 7,10	71,9	1,6 × 8,0	117,1	2,36 × 6,3	129,2
1,12 × 4,75	50,0	1,7 × 5,0	75,7	2,36 × 7,1	146,9
1,12 × 5,0	52,6	1,7 × 5,6	85,2	2,36 × 8,0	166,9
1,12 × 5,6	59,1	1,7 × 6,3	96,7	2,5 × 4,5	95,7
1,12 × 6,0	63,6	1,7 × 7,1	109,5	2,5 × 4,75	99,9
1,12 × 7,1	75,5	1,7 × 8,0	124,2	2,5 × 5,0	105,7
1,12 × 7,5	80,2	1,8 × 3,15	47,9	2,5 × 5,6	119,6
1,18 × 7,1	79,1	1,8 × 4,5	70,8	2,5 × 6,3	136,0
1,18 × 8,0	89,7	1,8 × 4,75	75,3	2,5 × 6,7	145,2
1,25 × 4,75	54,9	1,8 × 5,0	79,5	2,5 × 7,1	154,5
1,25 × 5,0	57,8	1,8 × 5,6	89,6	2,5 × 7,5	162,1
1,25 × 5,6	64,9	1,8 × 6,0	96,6	2,8 × 8,0	175,7
1,25 × 6,0	70,0	1,8 × 6,3	101,7	2,65 × 5,0	111,0
1,25 × 7,10	83,3	1,8 × 7,1	115,2	2,65 × 5,6	125,7
1,25 × 7,5	88,4	1,8 × 7,5	122,2	2,65 × 6,3	143,0
1,25 × 8,0	94,4	1,8 × 8,0	130,7	2,65 × 7,1	162,6
1,32 × 5,0	60,7	1,9 × 4,4	73,8	2,65 × 8,0	185,0
1,32 × 5,6	70,2	1,9 × 5,0	83,4	2,8 × 4,75	109,8
1,32 × 6,3	77,3	1,9 × 5,6	94,0	2,8 × 5,0	116,3
1,32 × 7,10	87,4	1,9 × 7,1	121,0	2,8 × 5,6	131,7
1,32 × 8,0	99,0	1,9 × 8,0	137,3	2,8 × 6,3	150,1
1,4 × 3,15	38,9	2,0 × 3,15	52,2	2,8 × 7,1	170,7
1,4 × 4,75	60,5	2,0 × 4,5	77,6	2,8 × 7,5	181,3
1,4 × 5,0	63,9	2,0 × 4,75	80,5	2,8 × 8,0	194,3
1,4 × 5,6	71,8	2,0 × 5,0	87,2	3,0 × 5,0	123,1
1,4 × 6,0	77,4	2,0 × 5,6	98,3	3,0 × 5,6	139,7
1,4 × 7,10	92,1	2,0 × 6,0	106,1	3,0 × 7,1	181,3
1,4 × 7,5	97,7	2,0 × 7,0	126,6	3,0 × 8,0	206,5
1,4 × 8,0	104,4	2,0 × 7,5	134,4	3,15 × 6,3	166,1
1,5 × 3,15	41,5	2,0 × 8,0	143,7	3,15 × 7,1	189,2
1,5 × 4,5	60,5	2,12 × 4,5	81,7	3,15 × 7,5	201,1
1,5 × 5,0	67,9	2,12 × 5,0	91,9	3,15 × 8,0	215,6
1,5 × 5,6	76,4	2,12 × 5,6	103,8	3,35 × 7,10	199,5
1,5 × 7,10	98,0	2,12 × 6,3	117,8	3,55 × 6,7	196,6
1,5 × 8,0	111,0	2,12 × 7,1	133,6		

Таблица 26.43. **Максимальные размеры A и B, мм, проводов ПОЖ и ПОЖ-700**

b, мм	B при a, мм		A при a, мм											
	0,9–2,0	2,12–3,55	0,9	0,95*	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*
2,12	2,50	–	1,36		1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	–	–
2,24	2,62	–	1,36	1,41	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	–
2,36*	2,74	–	1,36	–	1,46	–	1,58	–	1,72	–	1,87	–	2,07	–
2,50	2,88	–	1,36	1,41	1,46	1,52	1,58	1,64	1,72	1,79	1,87	1,97	2,07	2,17
2,65*	3,03	–	1,39	–	1,49	–	1,61	–	1,75	–	1,9	–	2,10	–
2,80	3,18	–	1,39	1,44	1,49	1,55	1,61	1,67	1,75	1,82	1,9	2,00	2,10	2,20
3,0*	3,40	–	1,39	–	1,49	–	1,61	–	1,75	–	1,9	–	2,10	–
3,15	3,55	2,63	–	–	1,49	1,55	1,61	1,67	1,75	1,82	1,9	2,00	2,10	2,20
3,35*	3,75	2,83	–	–	1,49	–	1,61	–	1,75	–	1,9	–	2,10	–
3,55	3,95	4,03	–	–	1,52	1,58	1,64	1,70	1,78	1,85	1,93	2,03	2,13	2,23
3,75*	4,15	4,23	–	–	1,52	–	1,64	–	1,78	–	1,93	–	2,13	–
4,0	4,4	4,48	–	–	1,52	1,58	1,64	1,70	1,78	1,85	1,93	2,03	2,13	2,23
4,25*	4,65	4,73	–	–	1,52	–	1,64	–	1,78	–	1,93	–	2,13	–
4,50	4,90	4,98	–	–	1,52	1,58	1,64	1,70	1,78	1,85	1,93	2,03	2,13	2,23
4,75*	5,15	5,23	–	–	1,55	–	1,67	1,73	1,81	–	1,96	–	2,16	–
5,0	5,4	5,48	–	–	1,55	1,61	1,67	1,73	1,81	1,85	1,96	2,06	2,16	2,26
5,3*	5,7	5,78	–	–	1,55	–	1,67	–	1,81	–	1,96	–	2,16	–
5,6	6,0	6,08	–	–	1,55	1,61	1,67	1,73	1,81	1,88	1,96	2,06	2,16	2,26
6,0*	6,4	6,48	–	–	1,59	–	1,71	–	1,85	–	2,00	–	2,20	–
6,3	6,72	6,80	–	–	1,59	1,65	1,71	1,77	1,85	1,92	2,00	2,10	2,20	2,30
6,7*	7,12	7,20	–	–	1,59	–	1,71	–	1,85	–	2,00	–	2,20	–
7,10	7,52	7,60	–	–	1,59	1,65	1,71	1,77	1,85	1,92	2,00	2,10	2,20	2,30

Продолжение табл. 26.43

b, мм	*B* при *a*, мм		*A* при *a*, мм											
	0,9–2,0	2,12–3,55	0,9	0.95*	1,0	1,06*	1,12	1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,60	1,70*
7,50*	7,92	8,10	–	–	1,61	–	1,73	–	1,87	–	2,02	–	2,22	–
8,0*	8,42	8,50	–	–	1,61	1,67	1,73	1,79	1,87	1,94	2,02	2,12	2,22	2,32
8,5	8,92	9,0	–	–	–	–	1,6	–	1,90	–	2,05	–	2,25	–
9,0*	9,42	9,5	–	–	–	1,67	–	–	–	–	2,05	2,15	2,25	2,35
9,5	9,92	10,0	–	–	–	–	–	–	–	–	2,05	–	2,25	–
10,0*	10,44	10,5	–	–	–	–	–	–	–	–	2,05	2,15	2,25	2,35
10,6	11,44	11,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 26.43

b, мм	*A* при *a*, мм												
	1,80	1,90*	2,0	2,12*	2,24	2,36*	2,5	2,65*	2,8	3,0*	3,15	3,35*	3,55
2,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,36*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,50	2,27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,65*	2,30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2,80	2,30	2,40	2,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,0*	2,30	–	2,50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	2,30	2,40	2,50	2,62	2,74	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35*	2,30	–	2,50	–	2,74	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	2,33	2,43	2,53	2,65	2,77	2,89	3,03	–	–	–	–	–	–
3,75*	2,33	–	2,53	–	2,77	–	3,03	–	–	–	–	–	–
4,0	2,33	2,43	2,53	2,65	2,77	2,89	3,03	3,10	3,33	–	–	–	–
4,25*	2,33	–	2,53	–	2,77	–	3,03	–	3,33	–	–	–	–
4,50	2,33	2,43	2,53	2,65	2,77	2,89	3,03	3,10	3,33	3,53	3,70	–	–
4,75*	2,36	–	2,56	–	2,80	–	3,06	–	3,36	–	3,73	–	–
5,0	2,36	2,46	2,56	2,68	2,80	2,92	3,06*	3,21*	3,36*	3,58*	3,73*	3,93*	4,13*
5,3*	2,36	–	2,56	–	2,80	–	3,06	–	3,36	–	3,73	–	4,13
5,6	2,36	2,46	2,56	2,68	2,80	2,92	3,06*	3,21*	3,36*	3,58*	3,73*	3,93*	4,13
6,0*	2,40	–	2,60	–	2,84	–	3,10	–	3,40	–	3,77	–	–
6,3	2,40	2,50	2,60	2,72	2,84	2,96	3,10	3,25	3,40	3,62	3,77*	–	–
6,7*	2,40	–	2,60	–	2,84	–	3,10	–	3,40	–	–	–	–
7,10	2,40	2,50	2,60	2,72	2,84	2,96	3,10*	3,25*	3,40*	–	–	–	–
7,50*	2,42	–	2,62	–	2,86	–	3,12	–	–	–	–	–	–
8,0*	2,42	2,52	2,62	2,74	2,86	2,98	3,12	–	–	–	–	–	–
8,5	2,44	–	2,64	–	2,89	–	–	–	–	–	–	–	–
9,0*	2,44	2,55	2,64	2,77	2,89	–	–	–	–	–	–	–	–
9,5	2,44	–	2,64	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,0*	2,44	2,55	2,64	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10,6	2,44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

при испытании в шариковых электродах. Относительное удлинение проводов 30–34%.

Рис. 26.8. Обмоточный провод с дельта-асбестовой изоляцией ПДА

26.9. ПРОВОДА С ПЛАСТМАССОВОЙ И ПЛЕНОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Обмоточный провод с пленочной изоляцией ППЛБО (табл. 26.45) изготовляют из медной проволоки с обмоткой тремя лентами лавсановой (ПЭТФ) пленки и одним слоем хлопчатобумажной пряжи. Лавсановую пленку накладывают с перекрытием не менее 15%. Обмотку пряжей производят плотно и ровно. На 100 м провода допускается не более пяти мелких местных просветов обмотки. Среднее пробивное напряжение изоляции провода 8,5, минимальное – 5 кВ. Обмоточные провода с пленочной изоляцией предназначены для обмоток электродвигателей. Провода ПЭТВПДЛ-3 и ПЭТВЛПДЛ-4 (табл. 26.46) изготовляют из эмалированных проводов марки ПЭТВ, которые обматывают тремя и четырьмя соответственно слоями пленки ПЭТФ и двумя слоями лавсановой нити с подклейкой и пропиткой лаком с последующей тепловой обработкой.

Таблица 26.44. **Максимальные размеры *A* и *B*, мм, прямоугольного провода ПДА**

b, мм	*B*, мм	*A* при *a*, мм												
		1,18*	1,25	1,32*	1,40	1,50*	1,6	1,7*	1,8	1,9*	2,0	2,12*	2,24	2,36*
4,0	4,45	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
4,25*	4,70	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–
4,5	4,95	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
4,75*	5,20	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–
5,0	5,45	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
5,3*	5,75	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–
5,6	6,05	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
6,0*	6,45	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–
6,3	6,77	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
6,7*	7,17	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–
7,10	7,57	1,55	1,63	1,7	1,78	1,88	1,98	2,08	2,18	2,28	2,38	2,50	2,62	2,74
7,5*	7,97	–	1,63	–	1,78	–	1,98	–	2,18	–	2,38	–	2,62	–

* Промежуточные значения, остальные – предпочтительные.

Продолжение табл. 26.44

b, мм	*A* при *a*, мм												
	2,5	2,65*	2,8	3,0*	3,15	3,35*	3,55	3,75*	4,0	4,25*	4,50	4,75*	5,0
4,0	2,88	3,03	3,18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25*	2,88	–	3,18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,5	2,88	3,03	3,18	3,4	3,55	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75*	2,88	–	3,18	–	3,55	–	–	–	–	–	–	–	–
5,0	2,88	3,03	3,18	3,4	3,55	3,75	3,95	–	–	–	–	–	–
5,3*	2,88	–	3,18	–	3,55	–	3,95	–	–	–	–	–	–
5,6	2,88	3,03	3,18	3,4	3,55	3,75	3,95	4,15	4,45	–	–	–	–
6,0*	2,88	–	3,18	–	3,55	–	3,95	–	4,45	–	–	–	–
6,3	2,88	3,03	3,18	3,4	3,55	3,75	3,95	4,15	4,45	4,7	4,95	–	–
6,7*	2,88	–	3,18	–	3,55	–	3,95	–	4,45	–	4,95	–	–
7,10	2,88	3,03	3,18	3,4	3,55	3,75	3,95	4,15	4,45	4,7	4,95	5,20	5,45
7,5*	2.88	–	3,18	–	3,55	–	3,95	–	4,45	–	4,95	–	5,45

Таблица 26.45. **Максимальный размер *B*, мм, провода ППЛБО**

b, мм	*B* при *a*, мм															
	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,40	1,50	1,65	1,7	1,8	1,90	2,0	2,12	2,24	2,36
3,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,43	–	3,43	–	–	–
3,15	–	–	–	–	–	–	–	–	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	–
3,35	–	–	–	–	–	–	–	–	3,78	–	3,78	–	3,78	–	3,78	–
3,55	–	–	–	–	–	–	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
3,75	–	–	–	–	–	–	4,18	–	4,18	–	4,18	–	4,18	–	4,18	–
4,0	–	–	–	–	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43
4,25	–	–	–	–	4,68	–	4,68	–	4,68	–	4,68	–	4,68	–	4,68	–
4,5	–	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93
4,75	–	–	5,18	–	5,18	–	5,18	–	5,18	–	5,18	–	5,18	–	5,18	–
5,0	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43
5,3	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–
5,6	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03
6,0	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–
6,3	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
6,7	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–
7,1	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55
7,5	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–
8,0	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45
8,5	–	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–
9,0	–	–	–	–	–	–	9,45	–	9,45	–	9,45	–	–	9,45	–	9,45

Продолжение табл. 26.45

b, мм	*B* при *a*, мм														
	2,5	2,65	2,80	3,0	3,15	3,35	3,55	3,75	4,0	4,25	4,50	4,75	5,0	5,3	5,6
3,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,55	3,98	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3,75	4,18	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,0	4,43	4,43	4,43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,25	4,68	–	4,68	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,5	4,93	4,93	4,93	4,93	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4,75	5,18	–	5,18	–	5,18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5,0	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	–	–	–	–	–	–	–	–
5,3	5,73	–	5,73	–	5,73	–	5,73	–	–	–	–	–	–	–	–
5,6	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,08	–	–	–	–	–	–
6,0	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,43	–	6,48	–	–	–	–	–	–
6,3	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,80	6,80	6,80	–	–	–	–
6,7	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,15	–	7,20	–	7,20	–	–	–	–
7,1	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,60	7,60	7,60	7,60	7,60	–	–
7,5	7,95	–	7,95	–	7,95	–	7,95	–	8,0	–	8,00	–	8,00	–	–
8,0	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
8,5	8,95	–	8,95	–	8,95	–	8,95	–	9,0	–	9,0	–	9,0	–	9,0
9,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 26.46. **Максимальный внешний диаметр *D*, мм, проводов ПЭТВПДЛ-3 и ПЭТВПДЛ-4**

Диаметр токопроводящей жилы, мм	ПЭТВПДЛ-3	ПЭТВПДЛ-4
1,70	2,32	2,40
1,80	2,43	2,54
1,90	2,53	2,64
2,00	2,63	2,74
2,12	2,76	2,87
2,24	2,88	2,99
2,36	3,02	3,12
2,65	3,32	3,42
2,80	3,46	3,56

Среднее пробивное напряжение провода ПЭТВПДЛ-3 – 4,5, минимальное – 3,5 кВ, провода ПЭТВПДЛ-4 – 5,5, минимальное – 4,5 кВ. Испытание напряжением производят на образце после 1 ч пребывания в воде при 80 °С с 5%-ным содержанием поваренной соли.

Обмоточные провода ППВП и ППВМ (табл. 26.47) для погружных водонаполненных электродвигателей изготовляют из медной проволоки одно-, семи- и девятнадцатипроволочной с двухслойной изоляцией из полиэтилена ПЭВП и ПЭНП, модифицированного ПЭ и композиции полипропилена (марка ППВМ). Электрическое сопротивление изоляции после 3 ч пребывания в воде при 20 ± 5 °С должно быть равно не менее $100 \cdot 10^6$ Ом · км. Готовый провод после 3 ч выдержки в воде при 20 ± 5 °С испытывают переменным напряжением не менее 9 кВ в течение 1 мин. Изоляция провода должна

Таблица 26.47. **Конструктивные данные проводов ППВМ и ППВП**

Диаметр токопроводящей жилы, мм	Число проволок в жиле	*d*, мм	Номинальная радиальная толщина изоляции, мм		Максимальный внешний диаметр провода, мм
			внутреннего слоя из ПЭВП или ПЭНП	внешнего слоя из полипропилена или ПЭВП	
2,50	1	2,50	0,8	0,5	5,2
2,80	1	2,80			5,50
3,00	1	3,00			5,70
3,55	1	3,55			6,25
3,96	7	1,32	1,0		7,10
4,50	7	1,50			7,65
5,1	7	1,7			8,25
5,60	19	1,12			8,80
5,90	19	1,18			9,1
6,60	19	1,32			9,80
7,50	19	1,50			10,70

Примечание. Провод марки ППВП выпускается только с диаметрами жилы 3,0; 4,5 и 5,6 мм.

быть механически прочной, при 20 °С выдерживающей не менее 400 двойных протаскиваний образца длиной 500 ± 10 мм между неподвижным валиком диаметром 20 мм и закаленным сегментом гайки с резьбой М 30 × 1,5 со скоростью 15 двойных ходов/мин. К верхнему валику прикладывается нагрузка 98 Н, а к проводу и сегменту гайки – постоянное напряжение 6 В. Момент разрушения изоляции фиксируется зажиганием лампочки.

Таблица 26.48. **Конструктивные данные проводов ПВДП-1, ПВДП-2 и ПЭВВП**

Номинальный диаметр одно-проволочной и расчетный диаметр много-проволочной жилы, мм	Число проволок в жиле	d, мм^2	Номинальная радиальная толщина изоляции, мм					Максимальный диаметр провода, мм, для рабочего напряжения, В	
			из полиэтилена низкой плотности		из полиэтилена высокой плотности		ПВХ	380	660
			ПВДП-1	ПВДП-2	ПВДП-1	ПВДП-2	ПЭВВП	ПВДП-1, ПЭВВП	ПВДП-2
0,63	1	0,63	0,20	0,30	0,20	0,30	–	1,55	1,94
0,75	1	0,75	–	0,30	0,20	0,30	–	1,66	2,06
0,85	1	0,85	–	0,30	0,20	0,30	0,4	1,80	2,16
0,95	1	0,95	–	0,30	0,20	0,30	0,4	1,90	2.26
1,06	1	1,06	–	0,30	0,20	0,30	0,4	2,00	2,38
1,18	1	1,18	0,25	0,30	0,20	0,30	0,45	2,2	2,5
1,40	1	1,40	0,25	0,30	0,20	0,30	0,45	2,42	2,72
1,60	1	1,60	0,25	0,30	0,20	0,30	0,45	2,65	2,92
1,80	1	1,80	0,25	0,30	0,25	0,30	0,5	2,95	3,12
2,00	1	2,0	0,25	0,30	0,25	0,30	0,5	3,15	3,32
2,12	1	2,12	0,3	0,4	0,30	0,30	0,55	3,5	3,64
2,36	1	2,36	0,3	0,4	0,30	0,30	0,55	3,7	3,88
2,44*	1	2,44	0,3	0,4	0,30	0,30	0,55	3,7	3,90
2,50	1	2,50	0,3	0,4	0,30	0,30	0,55	3,82	4,05
2,80	1	2,80	0,3	0,4	0,30	0,30	–	4,20	4,35
3,18	7	1,06	0,4	0,4	0,30	0,35	0,60	4,70	4,80
3,54	7	1,18	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	5,20	5.40
3,75	7	1,25	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	5,40	5,60
3,96	7	1,32	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	5,75	5,85
4,35*	7	1,45	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	6,10	6,30
4,50	7	1,50	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	6,25	6,35
4,68*	7	1,56	0,4	0,4	0,30	0,35	0,65	6,35	6,55
4,80	7	1,60	0,4	0,40	0,30	0,35	0,65	6,50	6,70
5,30	19	1,06	–	0,40	–	0,35	0,7	7,20	7.15
5,90	19	1,18	–	0,40	–	0,35	–	–	7,80
6,25	19	1,25	–	0,40	–	0,35	–	–	8,25

* В новых разработках не применять.

Обмоточные провода ПВДП-1, ПВДП-2 (табл. 26.48) изготовляют из медной проволоки ММ (ГОСТ 2112-79), ПЭВВП – из эмалированных проводов ПЭВ-2, ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭТВ-2-ТС, ПЭС-1 и ПЭС-2 (табл. 26.48) одно-, семи- и девятнадцатипроволочными с изоляцией из ПЭВП и ПЭНП проводов ПВДП и изоляцией из ПВХ пластиката проводов ПЭВВП. Сопротивление изоляции проводов ПВДП-1 и ПВДП-2 после 1 ч пребывания в воде при 20 ± 5 °С должно быть равно не менее $100\cdot10^6$ Ом·км, а проводов ПЭВВП после 3 ч пребывания при 20 ± 5 °С – не менее $8\cdot10^6$ Ом·км. Готовые провода после выдержки в воде при 25 °С испытывают переменным напряжением в течение 1 мин: ПЭВВП – после 3 ч выдержки, а ПВДП-1 – после 1 ч выдержки напряжением 3500 В, ПВДП-2 – после 1 ч выдержки напряжением 4000 В.

Обмоточные провода ППФ, ППФИ-F и ППФИ-К для погружных электродвигателей (табл. 26.49) изготовляют из медной проволоки, на которую накладывают изоляцию из ленточного фторопласта Ф-4 (ППФ), ленточного Ф-4 и полиимидно-фторопластовой пленки ПМФ-352 (ППФИ-F),

Таблица 26.49. **Данные проводов ППФ, ППФИ-F и ППФИ-К**

d, мм	Максимальный внешний диаметр провода, мм		
	ППФ	ППФИ-*F*	ППФИ-К
1,70	2,67	2,70	2,77
1,80	2,77	2,80	2,87
1,90	2,87	2,90	2,97
2,00	2,97	3,00	3,07
2,12	3,09	3,12	3,19
2,24	3,21	3,24	3,31
2,44*	3,57	3,61	3,52
2,50	3,63	3,67	3,58
2,65	3,78	3,82	3,73
2,80	3,93	3,97	3,88
3,00	4,13	4,17	4,08
3,15	4,28	4,32	4,23

* В новых разработках не применять.

Примечание. Токопроводящая жила – одиопроволочиая.

пленочного Ф-4 и полиимидно-фторопластовой пленки F-150 (ППФИ-К) с 50%-ным перекрытием, а затем подвергают их термообработке. Сопротивление изоляции после 24 ч пребывания в воде при 25 ± 10 °С должно быть равно не менее $200 \cdot 10^6$ Ом·км. После этого провод испытывают переменным напряжением 3500 В в течение 1 мин. Изоляция проводов механически прочная и выдерживает при 25 ± 10 °С не менее 300 двойных протаскиваний проводов ППФИ-F и ППФИ-К; ППФ – не менее 50 двойных протаскиваний между неподвижным валиком диаметром 20 мм и закаленным сегментом гайки с резьбой М 30 × 1,5, со скоростью 15 двойных ходов/мин. Момент разрушения изоляции фиксируется зажиганием лампочки.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ СЕДЬМОЙ

ПРОВОДА СОПРОТИВЛЕНИЯ

27.1. НОМЕНКЛАТУРА

Провода сопротивления предназначены для электрических аппаратов и приборов. Перечень марок проводов сопротивления приведен в табл. 27.1, сортамент – в табл. 27.2.

27.2. МАНГАНИНОВЫЕ ПРОВОДА

Манганиновые провода (табл. 27.3) изготовляют из манганиновой проволоки по ГОСТ 10155-75. Провода из стабилизированного манганина в зависимости от изменения сопротивления при изменении температуры делятся на две группы: группа 1 – сопротивление изменяется не более чем на 0,002%, температурный коэффициент сопротивления провода равен $0 - 10 \cdot 10^{-6}$ °С$^{-1}$, сопротивление имеет максимум при 15 – 32 °С; группа 2 – сопротивление изменяется не более чем на 0,005%, температурный коэффициент сопротивления равен $0 - 15 \cdot 10^{-6}$ °С$^{-1}$, сопротивление имеет максимум при 15 – 35 °С.

Таблица 27.1. **Номенклатура проводов сопротивления**

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ или ТУ
ПОЖ-КМ	359262 0100	Константановый со стеклоизоляцией жаростойкий	ТУ 16.505.400-72
ПОЖ-НХ	359262 0200	То же нихромовый	То же
ПЭВКМ-1	359163 0300	Константановый мягкий с эмалевой изоляцией винифлекс	ГОСТ 8598-69
ПЭВКМ-2	359163 0400	То же с утолщенной изоляцией	То же
ПЭВКТ-1	359163 0100	То же, что и ПЭВКМ-1, твердый	» »
ПЭВКТ-2	359163 0200	То же с утолщенной изоляцией	» »
ПЭВММ-1	359163 0700	Манганиновый мягкий с эмалевой изоляцией винифлекс	» »
ПЭВММ-2	359163 0800	То же с утолщенной изоляцией	» »
ПЭВМТ-1	359163 0500	То же, что и ПЭВММ-1	» »
ПЭВМТ-2	359163 0600	То же с утолщенной изоляцией	» »
ПЭВНХ-1	359163 0900	Нихромовый с эмалевой изоляцией винифлекс	» »
ПЭВНХ-2	359163 1000	То же с утолщенной изоляцией	» »
ПЭВСОК	359169 0500	Константановый изолированный высокопрочной эмалью и стеклянными нитями, подклеенными лаком	ТУ 16.505.466-73
ПЭВСОК-Л	359165 0600	То же с поверхностным лаковым слоем	То же
ПЭКМ	359161 0400	Константановый мягкий эмалированный лаком на масляной основе	ГОСТ 6225-75
ПЭКТ	359161 0300	То же твердый	То же
ПЭММ	359161 0200	То же, что и ПЭКМ, манганиновый	» »
ПЭМТ	359161 0100	То же твердый	» »
ПЭМС	359163 1300	То же, что и ПЭВММ-2, стабилизированный	ТУ 16.505.467-73
ПЭТВСОК	359163 0700	Константановый изолированный нагревостойким лаком и стеклянными нитями, подклеенными лаком	ТУ 16.505.466-73
ПЭТВСОК-Л	359163 0800	То же с поверхностным лаковым слоем	То же
ПЭНХ	359163 1400	Нихромовый эмалированный лаком на масляной основе	ТУ 16.505.692-75
ПЭТММ-155	359117 0900	Манганиновый мягкий эмалированный полиэфиримидным лаком с ТИ 155	ТУ 16.505.810-75
ПЭТМТ-155	359117 0800	То же твердый	То же
ПЭТНХ-155	359117 0700	Нихромовый эмалированный нагревостойким полиэфиримидным лаком с ТИ 155	» »

Таблица 27.2. **Сортамент проводов сопротивления**

Марка	*D*, мм
ПОЖ-КМ	0,3 – 1,0
ПОЖ-НХ	0,3 – 1,2
ПЭВКТ-1, ПЭВКТ-2	0,03 – 0,80
ПЭВКМ-1, ПЭВКМ-2	0,10 – 0,80
ПЭВМТ-1, ПЭВМТ-2	0,02 – 0,80
ПЭВММ-1, ПЭВММ-2	0,05 – 0,80
ПЭВНХ-1, ПЭВНХ-2	0,02 – 0,40
ПЭТВКМ	0,10 – 0,70
ПЭТВКТ	0,03 – 0,70
ПЭВСОК, ПЭВСОК-Л, ПЭТВСОК, ПЭТВСОК-Л	0,10; 0,12
ПЭКМ	0,10 – 1,00
ПЭКТ	0,03 – 0,18
ПЭММ, ПЭМТ	0,05 – 1,00
ПЭШОКМ	0,10 – 1,00
ПЭШОКТ	0,05 – 0,15
ПЭШОММ, ПЭШОМТ	0,05 – 1,00
ПШДКМ	0,10; 0,15; 0,30; 0,40
ПШДКТ	0,10; 0,15
ПЭМС	0,05 – 0,80
ПЭНХ	0,03 – 0,40
ПЭТМТ-155	0,02 – 0,40
ПЭТММ-155	0,05 – 0,40
ПЭТНХ-155	0,02 – 0,40

Термо-ЭДС в паре с медной проволокой не превышает 1 мкВ на 1 °С в пределах температуры от 25 ± 10 до 100 °С.

Манганиновые провода изготовляют с эмалевой и эмалево-волокнистой изоляцией. Провода с эмалевой изоляцией изготовляют на основе полимеризованных растительных масел (ПЭММ, ПЭМТ и ПЭМС), поливинилацеталевого лака винифлекс (провода ПЭВММ-1, ПЭВМТ-1, ПЭВММ-2, ПЭВМТ-2) и полиэфирного лака ПЭ 955 (провода ПЭТММ, ПЭТМТ). Провода с эмалево-волокнистой изоляцией изолируют лаком на масляной основе, поливинилацеталевым или полиэфирным лаком с однослойной обмоткой натуральным шелком (ПЭШОММ, ПЭШОМТ).

Провода номинальным диаметром (*D*) 0,05 – 0,09 мм обматывают шелком с шагом 1,15 мм, диаметром 0,10 – 0,35 мм – 1,3 мм, диаметром 0,38 – 1,0 мм – 2,0 мм. По всей длине провода допускаются ворсистость и налеты, не выводящие толщину изоляции за пределы максимального диаметра, утолщения в местах заправки пасм в количестве не более трех на катушку, оголенные участки эмали, размеры которых не превышают 50% шага обмотки. Волокнистая изоляция проводов номинальным диаметром 0,05 – 0,50 мм выдерживает навивание на стержень 6 *D* (табл. 27.4), но не менее 3 мм, а диаметром 0,55 – 1,00 мм – 10 *D*.

Таблица 27.3. **Максимальный внешний диаметр, мм, манганиновых проводов**

d, мм	ПЭВММ-1, ПЭВМТ-1	ПЭВММ-2, ПЭВМТ-2	ПЭММ, ПЭМТ	ПЭШОММ, ПЭШОМТ	ПЭТММ-155, ПЭТМТ-155	ПЭМС
0,02	0,040	0,045	–	–	0,040*	–
0,025	0,045	0,050	–	–	0,045*	–
0,03	0,050	0,060	–	–	0,050*	–
0,04	0,065	0,070	–	–	0,065*	–
0,05	0,075	0,085	0,065	0,13	0,075	0,08
0,06	0,085	0,095	0,075	0,14	0,085	0,09
0,07	0,095	0,105	0,085	0,15	0,095	0,10
0,08	0,105	0,115	0,095	0,16	0,105	0,11
0,09	0,115	0,130	0,105	0,17	0,115	–
0,10	0,125	0,140	0,130	0,19	0,125	0,15
0,12	0,145	0,160	0,150	0,21	0,145	0,17
0,14	–	–	–	–	0,180	–
0,15	0,180	0,200	0,180	0,24	–	0,20
0,16	0,190	0,210	–	–	0,200	–
0,18	0,210	0,230	0,210	0,27	0,220	–
0,20	0,230	0,250	0,230	0,30	0,240	0,25
0,22	0,250	0,270	–	–	0,260	–
0,25	0,290	0,310	0,280	0,35	0,290	0,31
0,28	–	–	–	–	0,320	–
0,30	0,340	0,360	0,340	0,41	0,340	0,37
0,35	0,390	0,410	0,390	0,46	–	0,43
0,36	0,400	0,420	–	–	0,400	–
0,38	–	–	0,420	0,49	–	–
0,40	0,44	0,46	0,44	0,51	0,440	0,48
0,45	0,49	0,51	0,50	0,57	–	–
0,50	0,55	0,56	0,55	0,62	–	0,59
0,55	0,60	0,61	0,60	0,67	–	–
0,56	0,61	0,62	–	–	–	–
0,60	0,65	0,66	0,65	0,72	–	0,70
0,63	0,68	0,70	–	–	–	–
0,65	0,70	0,72	0,71	0,78	–	–
0,70	0,75	0,77	0,76	0,83	–	0,81
0,75	0,81	0,82	0,81	0,88	–	–
0,80	0,86	0,87	0,86	0,93	–	0,91
0,85	–	–	0,91	0,98	–	–
0,90	–	–	0,96	1,03	–	–
1,00	–	–	1,07	1,14	–	–

* Провода ПЭТММ-155 не изготовляются.

Таблица 27.4. **Пробивное напряжение манганиновых проводов, В**

d, мм	ПЭВММ-1, ПЭВМТ-1	ПЭВММ-2, ПЭВМТ-2	ПЭММ, ПЭМТ	ПЭМС	ПЭТММ-155, ПЭТМТ-155	ПЭШОММ, ПЭШОМТ
0,02 – 0,036	200	200	–	–	150	–
0,04	200	200	–	–	200	–
0,05	200	250	150	150	200	150
0,06 – 0,09	300	350	150	200	200	150
0,10 – 0,15	350	400	200	250	250	200
0,16 – 0,22	350	400	225	250	250	225
0,25 – 0,38	400	450	225	280	300	225
0,40 – 0,50	400	450	250	500	300	250
0,55 – 0,65	450	500	250	500	–	250
0,70 – 1,00	450	500	300	600	–	300

Пробивное напряжение проводов приведено в табл. 27.4. Допустимое число микропор на длине 15 м составляет для проводов ПЭВММ-1, ПЭВМТ-1 не более 15, ПЭВММ-2 и ПЭВМТ-27, ПЭТММ и ПЭТМТ диаметром до 0,10 мм 10, диаметром 0,11 и выше 7, ПЭМС диаметром до 0,08 мм 12, диаметром 0,10—0,35 мм не более 10. Эмалевый слой проводов ПЭВММ-1 и ПЭВММ-2 диаметром до 0,4 мм после 168 ч нахождения в ненавитом состоянии в термостате при 125 °С и последующего охлаждения до 20 °С не растрескивается и не отслаивается при растяжении до 10%, а проводов ПЭВМТ-1 и ПЭВМТ-2 — при растяжении до разрыва. Эмалевый слой проводов диаметром 0,4—0,65 мм не растрескивается и не отслаивается при навивании на стержень диаметром 2 *D*, а 0,7—0,80 мм — диаметром 3 *D*. Эмалевый слой провода ПЭМТ диаметром до 0,35 мм после выдерживания в течение 24 ч в ненавитом состоянии в термостате при 100 °С и последующего охлаждения до 20 °С не растрескивается и не отслаивается при растяжении до разрыва, а проводов диаметром 0,38—1,00 мм — при навивании на стержень 8 *D*; провода ПЭММ диаметром до 0,35 мм — при растяжении на 8%, проводов ПЭМС диаметром до 0,2 мм — на 1%, а диаметром 0,25—0,80 мм — при навивании на стержень диаметром 6 *D*. Эмалевый слой проводов ПЭТММ и ПЭТМТ диаметром 0,02—0,36 мм не растрескивается и не отслаивается при растяжении на 10% или до разрыва, а диаметром 0,4 мм — при навиваиии на стержень диаметром 3 *D*. Относительное удлинение проводов ПЭМС диаметром 0,05—0,8 мм не менее 10%, а 0,10—0,80 мм — не менее 15%.

27.3. КОНСТАНТАНОВЫЕ ПРОВОДА

Константановые обмоточные провода изготовляют из константановой проволоки по ГОСТ 5307-77 в твердом и мягком (ПОЖ-КМ — только в мягком) состоянии с эмалевой, эмалево-волокнистой и волокнистой изоляцией. Провода изготовляют с эмалевой изоляцией на основе полимеризованных растительных масел (ПЭКТ, ПЭКМ), поливинилацеталевого лака винифлекс (ПЭВКМ-1, ПЭВКМ-2, ПЭВКТ-1, ПЭВКТ-2), полиэфирного лака (ПЭТВКМ, ПЭТВКТ). Провода с эмалево-волокнистой изоляцией поверх эмалевого слоя обматывают нату-

Таблица 27.5. **Максимальный внешний диаметр констаитановых проводов, мм**

d, мм	ПЭВКМ-1, ПЭВКТ-1	ПЭВКМ-2, ПЭВКТ-2	ПЭКМ	ПЭКТ	ПОЖ-КМ	ПЭШОКМ	ПЭШОКТ	ПЭТВКМ, ПЭТВКТ
0,03	0,05	0,06	—	0,045	—	—	—	0,06
0,04	0,065	0,07	—	0,055	—	—	—	0,07
0,05	0,075	0,085	—	0,065	—	—	0,13	0,09
0,06	0,085	0,095	—	0,075	—	—	0,14	0,10
0,07	0,095	0,105	—	0,085	—	—	0,15	0,11
0,08	0,105	0,115	—	0,095	—	—	0,16	0,12
0,09	0,115	0,130	—	0,105	—	—	0,17	0,13
0,10	0,125	0,140	0,12	0,12	—	0,19	0,19	0,14
0,12	0,145	0,16	0,14	0,14	—	0,21	0,21	0,17
0,15	0,180	0,20	0,17	0,17	—	0,24	0,24	—
0,16	0,190	0,21	—	—	—	—	—	0,21
0,18	0,21	0,23	0,20	0,20	—	0,27	—	0,23
0,20	0,23	0,25	0,23	—	—	0,30	—	0,25
0,22	0,25	0,27	—	—	—	—	—	0,27
0,25	0,29	0,31	0,28	—	—	0,35	—	0,31
0,30	0,34	0,36	0,34	—	0,60	0,41	—	0,36
0,35	0,39	0,41	0,39	—	0,65	0,46	—	—
0,36	0,40	0,42	—	—	—	—	—	0,42
0,38	—	—	0,42	—	0,68	0,49	—	—
0,40	0,44	0,46	0,44	—	0,70	0,51	—	0,46
0,45	0,49	0,51	0,50	—	0,75	0,57	—	0,51
0,50	0,55	0,56	0,55	—	0,82	0,62	—	0,56
0,55	0,60	0,61	0,60	—	0,87	0,67	—	0,61
0,56	0,61	0,62	—	—	—	—	—	—
0,60	0,65	0,66	0,65	—	0,92	0,72	—	0,66
0,63	0,68	0,70	—	—	—	—	—	—
0,65	0,70	0,72	0,71	—	0,97	0,78	—	0,71
0,70	0,75	0,77	0,76	—	1,02	0,83	—	0,76
0,75	0,81	0,82	0,81	—	1,08	0,88	—	—
0,80	0,86	0,87	0,86	—	1,13	0,93	—	—
0,85	—	—	0,91	—	1,18	0,98	—	—
0,90	—	—	0,96	—	1,24	1,03	—	—
1,00	—	—	1,07	—	1,37	1,14	—	—

Таблица 27.6. **Пробивное напряжение константановых проводов, В**

d,мм	ПЭВКМ-1, ПЭВКТ-1	ПЭВКМ-2, ПЭВКТ-2	ПЭКМ, ПЭКТ	ПЭТВКМ, ПЭТВКТ	ПЭШОКМ, ПЭШОКТ
0,02 – 0,04	200	200	100	100	–
0,05	200	250	150	100	150
0,06 – 0,09	300	350	150	150	150
0,10 – 0,15	350	400	200	200	200
0,16 – 0,22	350	400	225	200	225
0,25 – 0,38	400	450	225	250	225
0,40 – 0,50	400	450	250	300	250
0,55 – 0,65	450	500	250	350	250
0,70 – 1,00	450	500	300	350	300

ральным шелком (ПЭШОКМ, ПЭШОКТ) (табл. 27.5). Провода, изолированные стеклянными нитями, изготовляются марок ПЭВСОК, ПЭВСОК-Л, ПЭТВСОК, ПЭТВСОК-Л. Провода с волокнистой изоляцией изготовляют с двухслойной обмоткой стекловолокном (ПОЖ-КМ) или двухслойной обмоткой натуральным шелком (ПШДКМ, ПШДКТ). Однослойную обмотку шелком проводов ПЭШОКТ, ПЭШОКМ и двухслойную проводов ПШДКМ, ПШДКТ диаметром 0.05 – 0,09 мм накладывают с шагом 1,15 мм, диаметром 0,10 – 0,35 мм – 1,30 мм и диаметром 0,38 – 1,00 – 2,0 мм. По всей длине провода с волокнистой изоляцией допускаются ворсистость и налеты, не увеличивающие толщину сверх значения максимального диаметра, утолщения в местах заправки пасм – в количестве не более трех на катушку, оголенные участки эмали, размеры которых не превышают 50% шага обмотки. При двухслойной обмотке направление намотки слоев чередуется, а оголение до эмали не допускается. Провода ПШДКМ выпускают с проволокой диаметром 0,10; 0,15; 0,30; 0,40 мм, максимальным диаметром – 0,23; 0,28; 0,44; 0,54 мм, ПШДКТ – диаметром 0,10 и 0,15 мм, максимальным диаметром 0,23 и 0,28 мм. Двухслойную обмотку стекловолокном (ПОЖ-КМ) накладывают чередующимися направлениями плотно, без оголения до эмали и утолщений. Допускают утолщения в местах заправки пасм на длине ие более 100 мм, не увеличивающие толщину более чем на 50%, допускаемое количество утолщений – одно на 25 м провода. Изоляцию пропитывают жаростойким составом Т-11 и покрывают составом Т-11 или лаком КО-916. Однослойную стеклянную изоляцию проводов ПЭВСОК, ПЭВСОК-Л, ПЭТВСОК, ПЭТВСОК-Л подклеивают и пропитывают электроизоляционным лаком. В местах заправки пасм допускаются утолщения на длине не более 100 мм, не превышающие двойную номинальную толщину изоляции, одно утолщение – на длине 125 мм. Провода ПЭВСОК-Л и ПЭТВСОК-Л поверх изоляции покрывают лаком, и они выпускаются с проволоками диаметром 0,1 и 0,12 мм, максимальным диаметром 0,28 и 0,3 мм соответственно.

Максимальные диаметры константановых проводов приведены в табл. 27.5.

Эмалевый слой проводов ПЭВКМ-1, ПЭВКМ-2 диаметром до 0,4 мм после нахождения в течение 168 ч в ненавитом состоянии в термостате при 125 °С, провода ПЭТВКМ после 24 ч при 200 °С и последующего охлаждеиия до 20 °С не растрескивается и не отслаивается при растяжении на 10% (ПЭТВКМ – иа 7%), а проводов ПЭВКТ-1, ПЭВКТ-2 – до разрыва. Эмалевый слой проводов диаметром 0,4 – 0,65 мм не растрескивается и ие отслаивается при навивании на стержень диаметром 2 *D*, а 0,7 – 0,80 мм – диаметром 3 *D*. Эмалевый слой проводов ПЭКТ и ПЭКМ диаметром 0,03 – 0,35 мм после 24 ч пребывания в термостате при 110 °С и последующего охлаждения до 20 °С не растрескивается и не отслаивается при растяжении ПЭКТ до разрыва, ПЭКМ на 6%, а проводов диаметром 0,38 – 1,00 мм – при навивании на стержень 8 *D*. Число микропор на длине 15 м проводов ПЭВКТ-1, ПЭВКМ-1 диаметром до 0,35 мм не более 15, проводов ПЭВКТ-2 и ПЭВКМ-2 диаметром до 0,4 мм ие более 10, диаметром 0,05 – 0,35 мм не более 7, проводов ПЭТВКТ и ПЭТВКМ не более 15. Пробивное напряжение проводов ПОЖ-КМ не более 600 В, а при 500 ± 15 °С не менее 350 В, проводов ПЭВСОК и ПЭВСОК-Л не менее 300 В, проводов ПЭТВСОК и ПЭТВСОК-Л не менее 400 В, остальных проводов приведено в табл. 27.6.

27.4. НИХРОМОВЫЕ ПРОВОДА

Нихромовые провода (табл. 27.7) изготовляют из проволоки сплава Х-20Н80 по ГОСТ 8803-77 с эмалевой и стекловолокиистой изоляцией. Провода изготовляют с эмалевой изоляцией на основе полимеризованных растительиых масел (ПЭНХ), поливинилацеталевого лака винифлекс (ПЭВНХ-1, ПЭВНХ-2) и полиэфирного лака ПЭ-955 (ПЭТНХ). Провода со стекловолокнистой изоляцией обматывают двумя слоями

Таблица 27.7. **Максимальный внешний диаметр нихромовых проводов, мм**

d, мм	ПЭВНХ-1	ПЭВНХ-2	ПЭНХ	ПОЖ-НХ	ПЭТНХ-155
0,02	0,04	0,045	–	–	0,040
0,022	–	–	–	–	0,042
0,025	0,045	0,050	–	–	0,045
0,028	–	–	–	–	0,048
0,03	0,05	0,06	0,05	–	0,050
0,032	–	–	–	–	0,052
0,036	–	–	–	–	0,061
0,04	0,065	0,07	0,06	–	0,065
0,05	0,075	0,085	0,075	–	0,075
0,06	0,085	0,095	0,085	–	0,085
0,07	0,095	0,105	0,095	–	0,095
0,08	0,105	0,115	0,105	–	0,105
0,09	0,115	0,13	0,115	–	0,115
0,10	0,125	0,14	0,14	–	0,125
0,11	–	–	0,15	–	0,135
0,12	0,145	0,16	0,16	–	0,145
0,14	–	–	0,18	–	0,180
0,15	0,18	0,20	0,19	–	–
0,16	0,19	0,21	–	–	0,200
0,18	0,21	0,23	–	–	0,220
0,20	0,23	0,25	0,245	–	0,240
0,22	0,25	0,27	0,265	–	0,260
0,25	0,29	0,31	0,31	–	0,290
0,28	–	–	–	–	0,320
0,30	0,34	0,36	0,36	0,6	0,340
0,35	0,39	0,41	0,42	–	–
0,36	0,40	0,42	–	–	0,400
0,40	0,44	0,46	0,47	0,7	0,440
0,45	–	–	–	0,75	–
0,50	–	–	–	0,82	–
0,55	–	–	–	–	–
0,56	–	–	–	–	–
0,60	–	–	–	0,92	–
0,63	–	–	–	0,95	–
0,65	–	–	–	–	–
0,70	–	–	–	1,02	–
0,75	–	–	–	–	–
0,80	–	–	–	1,13	–
0,90	–	–	–	1,24	–
1,00	–	–	–	1,37	–
1,10	–	–	–	1,47	–
1,20	–	–	–	1,57	–

Таблица 27.8. **Пробивное напряжение нихромовых проводов, В**

d, мм	ПЭВНХ-1	ПЭВНХ-2	ПЭНХ	ПЭТНХ-155
0,02 – 0,36	200	200	200	150
0,04	200	200	200	200
0,05	200	250	200	200
0,06 – 0,09	300	350	200	200
0,10 – 0,15	350	400	350	250
0,16 – 0,22	350	400	450	250
0,25 – 0,40	400	450	450	300

(ПОЖ-НХ) бесщелочного стекловолокна, пропитанного жаростойким составом Т-11, и лакируют по поверхности составом Т-11 или лаком КО-916. Внешний диаметр проводов приведеи в табл. 27.7.

Число микропор провода ПЭВНХ-1 диаметром до 0,35 мм на длине 15 м не более 15, провода ПЭВНХ-2 диаметром до 0,4 мм не более 10, диаметром 0,05 – 0,35 мм не более 7. Пробивное напряжение проводов приведено в табл. 27.8. Эмалевый слой проводов ПЭВНХ-1 и ПЭВНХ-2 после выдержки в течение 168 ч в неиавитом состоянии при 125 °С и последующего охлаждения до 20 °С ие растрескивается и не отслаивается при растяжении на 10%, провода ПЭНХ диаметром до 0,35 мм после выдержки в течение 24 ч при 100 °С и последующего охлаждения до 20 °С не растрескивается и не отслаивается при навивании на стержень 8 *D*. Изоляция провода ПОЖ-НХ сохраняет эластичность при навивании на стержень, равный 10 *D*. В исходном состоянии и после выдержки в течение 24 ч при 500 ± 15 °С пробивное напряжение изоляции в нормальных условиях не менее 600 В, а при 500 ± 15 °С не менее 350 В.

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ВОСЬМОЙ

ПРОВОДА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ГИБКИЕ

28.1. НОМЕНКЛАТУРА

Неизолированные гибкие провода предиазиачены для соединения электрооборудования автомобилей и тракторов с корпусом, антенн радиостанций, для соединения щеток электрических машин и электропечей, выводов силовых полупроводниковых приборов и др.

Перечень марок гибких неизолированных проводов приведен в табл. 28.1, а сортамент – в табл. 28.2.

28.2. АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПЛЕТЕНЫЙ ПРОВОД

Автомобильный провод АМГ сечением 16 и 25 мм² сплетен из стренг медиых

Таблица 28.1. **Номенклатура неизолированных гибких проводов**

Марка	Код ОКП	Провод	ГОСТ, ТУ
АМГ	35 1715 1600	Медный автомобильный плетеный	ТУ 16.505.398-76
АМГЛ	35 1715 1600	То же луженый	То же
МА	35 1714 1300	Медный антенный неизолированный	ГОСТ 20685-75
МГ	35 1714 1400	Медный гибкий	То же
МГЭ	35 1712 1200	То же для электропечей	—
МПЩ	35 1711 0100	Медный щеточный микросечений	ГОСТ 9125-74
ПГЛ	35 1753 0200	Из луженых медных проволок для выводов полупроводниковых приборов	ТУ 16.505.401-77
ПГОЛ	35 1753 0300	То же особо гибкий	То же
ПСЩ	35 1721 0000	Из серебряных проволок щеточный	ТУ 16.505.090-81
ПЩ	35 1711 0200	Медный нормальной гибкости щеточный	ГОСТ 9125-74
ПЩМЛ	35 1750 0000	То же из медных луженых проволок	ТУ 16.505.090-81
ПЩМС	35 1750 0000	То же из медных посеребренных проволок	То же
ПЩС	35 1711 0300	То же, что и ПЩ, особо гибкий	ГОСТ 9125-74
ПЩСМЛ	35 1751 0000	То же из медных луженых проволок	ТУ 16.505.090-81
ПЩСМС	35 1751 0000	То же из медных посеребренных проволок	То же

Таблица 28.2. **Сортамент неизолированных гибких проводов**

Марка	S, мм²
АМГ	16; 25; 35; 50
АМГЛ	0,20; 1,5
МА	1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0
МГ	1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500
МГЭ	240; 300; 400, 500, 1000
МПЩ	0,015; 0,025; 0,030; 0,050; 0,080
ПГЛ	0,16; 0,20; 0,30; 0,40; 0,5; 0,75; 0,8; 1,0; 1,5; 2,5; 3,0; 4,0; 6,0; 7,5; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 30; 48; 66
ПГОЛ	0,16; 0,30; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 3,0; 4,0; 6,0; 10,0; 12,5; 20; 30; 66
ПСЩ	0,05; 0,08; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0; 1,6; 2,5
ПЩ	0,04; 0,06; 0,09; 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 6,0; 10,0
ПЩМЛ	0,7; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10
ПЩМС	0,025; 0,05; 0,08; 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0
ПЩС	1,0; 2,5; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,5; 16
ПЩСМЛ	4,0; 6,0; 10
ПЩСМС	0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0

Таблица 28.3. **Размеры, масса и число проволок проводов АМГ, АМГЛ**

S, мм²	n	d, мм	Внешние размеры, мм		g, кг/км
			A	B	
		АМГ			
16	504	0,20	2,5	15	150
25	792	0,20	2,5	18	233
35	648	0,26	2,5	24	326
50	936	0,26	3,7	28	475
		АМГЛ			
0,20	24	0,10	—	—	2,0
1,5	192	0,10	1,2	5	15,0

Рис. 28.1. Провод АМГ

проволок марки ММ диаметром 0,20 мм, а 35 и 50 мм² — из проволок диаметром 0,26 мм по ГОСТ 2112-79, провальцован в виде плоской ленты и смазан вазелином (рис. 28.1). Провод АМГЛ сечением 0,20 и 1,5 мм² изготовляется из луженых медных проволок диаметром 0,10 мм. Размеры проводов приведены в табл. 28.3. Строительная длина провода не менее 50 м.

28.3. МЕДНЫЕ ПРОВОДА

Медные гибкие провода МА (ранее ПАМ) изготовляют из медных неотожженных проволок МТ, а провода МГ (ранее МГГ) и МГЭ (ранее МГТЭ) — из отожженных мягких проволок ММ по ГОСТ 2112-79. Провода МГ сечением до 10 мм² могут изготовляться из медной проволоки МТ.

Таблица 28.4. **Размеры, масса и электрическое сопротивление на длине 1 км проводов МА, МГ и МГЭ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
		Провод МА		
1,5	7 × 0,50	1,50	14	13,30
2,5	7 × 0,67	2,01	23	7,27
4	7 × 0,85	2,55	36	4,52
6	7 × 1,04	3,12	54	3,02
10	7 × 1,35	4,05	94	1,79
16	19 × 1,04	5,20	150	1,11
		Провод МГ		
1,5	19 × 0,32	1,60	14	11,97
1,5*	49 × 0,20	1,80	14	12,12
2,5	49 × 0,26	2,34	24	7,17
4,0	49 × 0,32	2,88	36	4,64
6,0	49 × 0,39	3,51	54	3,13
10	49 × 0,52	4,68	95	1,76
10*	140 × 0,30	4,77	91	1,89
16	49 × 0,64	5,76	144	1,15
16*	224 × 0,30	6,03	145	1,18
25	98 × 0,58	7,67	237	0,707
35	133 × 0,58	8,70	322	0,521
50	133 × 0,68	10,20	442	0,375
70	189 × 0,68	12,55	629	0,254
95	259 × 0,68	14,28	861	0,193
120	259 × 0,77	16,17	1104	0,150
150	259 × 0,85	17,85	1346	0,123
185	361 × 0,80	20,00	1662	0,100
240*	427 × 0,85	22,95	2219	0,0748
300	513 × 0,85	26,14	2666	0,0623
400	703 × 0,85	29,75	3653	0,0454
500	703 × 0,97	33,95	4754	0,0349
		Провод МГЭ		
240	570 × 0,73	26,6	23,70	0,0776
300	518 × 0,76	28,7	2780	0,0629
400	1026 × 0,70	31,5	3795	0,0469
500	1026 × 0,78	35,1	4740	0,0377
1000	1026 × 1,12	50,3	9310	0,0183

* Провода повышениой гибкости, оговариваемые в заказе.

Примечание. Провод МГЭ сечением 240 мм² имеет сердечник диаметром 11 мм; 300 – 9,5; 400 – 10,5; 500 – 11,7; 1000 – 16,7.

Размеры и электрическое сопротивление проводов приведены в табл. 28.4. Расстояние между местами сварки или спайки отдельных проволок в проводах, изготовленных из проволоки МТ, не менее 1 м, а в проводах из отожженной проволоки – не менее 3 м. Шаг скрутки проводов не превышает 16 D наружного повива и 20 D внутреннего повива и отдельной стренги. Провода МГЭ сечением 240 мм² скручивают вокруг сердечника из пропитанной кабельной пряжи диаметром 11,0 мм, сечением 300 мм² – 9,5 мм, 400 мм² – 10,5 мм, 500 мм² – 11,7 мм, 1000 мм² – 16,7 мм.

Размеры, масса проводов и электрическое сопротивление постоянному току приведены в табл. 28.4. Разрушающее напряжение при растяжении антенных проводов приведено ниже:

S, мм²	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	538	922	1450	2160	3764	5887

28.4. ПРОВОДА ДЛЯ ЩЕТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Провода для щеток электрических машин изготовляют из медных проволок ПЩ, ПЩС и МПЩ диаметром 0,02 – 0,13 мм, ПЩМЛ – из медных луженых диаметром 0,071 и 0,13 мм, ПСЩ – из серебряных проволок диаметром 0,05 и 0,071 мм, а ПЩМС и ПЩСМС – из медных посеребренных проволок диаметром 0,05; 0,071 и 0,13 мм. Шаг скрутки проводов ПЩ, ПЩС и МПЩ не более 10 D, проводов ПСЩ, ПЩМЛ, ПЩСМЛ, ПЩСМС, ПЩМС сечением 0,025; 0,05 и 0,08 мм² не более 15 D, а сечением 0,13 мм² не более 10 D провода, шаг скрутки пучка не более 15 диаметров, шаг скрутки стренги не более 24 диаметров стренги. Провода ПЩ, ПЩС после скрутки отжигают. Провод МПЩ сечением до 0,080 мм² поставляют неотожженным.

Внешний вид провода ПЩС показан на рис. 28.2.

Таблица 28.5. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км и допустимая токовая нагрузка проводов ПЩ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более	Ток, А
0,04	22 × 0,05	0,30	0,395	441,0	1,15
0,06	31 × 0,05	0,335	0,556	311,0	2,0
0,09	46 × 0,05	0,40	0,824	220,0	2,7
0,13	72 × 0,05	0,60	1,326	156,0	3,4
0,18	90 × 0,05	0,675	1,657	107,0	4,3
0,25	126 × 0,05	0,75	2,30	78,0	5,5
0,35	180 × 0,05	0,95	3,314	54,0	7,0
0,50	252 × 0,05	1,05	4,46	38,8	9,0
0,70	180 × 0,071	1,60	6,59	28,0	11,0
1,00	240 × 0,071	1,80	8,79	21,0	15,0
1,25	300 × 0,071	2,00	10,85	16,8	17,5
1,60	420 × 0,071	2,20	15,35	12,0	20,0
2,00	540 × 0,071	2,40	19,565	9,3	24,0
2,50	630 × 0,071	2,70	22,80	8,0	26,0
3,20	840 × 0,071	3,00	30,381	6,0	32,0
4,00	301 × 0,13	3,12	37,96	4,8	38,0
6,00	456 × 0,13	3,94	57,515	3,4	50,0
10,00	741 × 0,13	4,74	93,46	2,0	75,0

Рис. 28.2. Провод ПЩС

Таблица 28.6. **Конструктивные данные, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км и токовая нагрузка провода ПЩС**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более	Ток, А
1,00	504 × 0,05	1,9	9,2	21,0	15,0
2,5	1260 × 0,05	2,83	23,2	8,0	26,0
4,0	1050 × 0,071	3,63	38,0	4,8	38,0
6,0	1470 × 0,071	4,04	53,2	3,4	50,0
8,0	2100 × 0,071	4,7	76,4	2,4	60,0
10,0	2520 × 0,071	5,3	92,4	2,0	75,0
12,5	3150 × 0,071	5,9	113,93	1,6	85,0
16,0	4200 × 0,071	6,7	151,908	1,2	100,0

Таблица 28.7. **Размеры, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км, разрывное усилие и допустимая токовая нагрузка провода МПЩ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более	Разрывное усилие, МПа не менее	Ток, А
0,015	49 × 0,02	0,180	0,146	1300	7,3	0,21
0,025	14 × 0,05	0,300	0,260	680	12,7	0,35
0,030	98 × 0,02	0,265	0,291	630	12,7	0,42
0,050	28 × 0,05	0,362	0,520	390	17,6	0,70
0,080	42 × 0,05	0,450	0,780	240	25,0	2,2

Размеры, масса и электрическое сопротивление постоянному току при температуре плюс 20 °С, допустимые токовые нагрузки

Таблица 28.8. **Размеры, масса и допустимая токовая нагрузка проводов ПСЩ, ПЩМС, ПЩСМС, ПЩСМЛ и ПЩМЛ**

S, мм²	$n \times d$, мм					D, мм		g, кг/км	Ток, А
	ПСЩ	ПЩМС	ПЩМЛ	ПЩСМС	ПЩСМЛ	ПСЩ, ПЩМС, ПЩМЛ	ПЩСМС, ПЩСМЛ		
0,025	–	14 × 0,05	–	–	–	0,3	–	0,25	0,35
0,05	28 × 0,05	28 × 0,05	–	–	–	0,36	–	0,5	0,7
0,08	42 × 0,05	42 × 0,05	–	–	–	0,45	–	0,75	2,2
0,13	–	72 × 0,05	–	–	–	0,6	–	1,336	3,4
0,18	90 × 0,05	90 × 0,05	–	–	–	0,67	–	1,67	4,3
0,25	126 × 0,05	126 × 0,05	–	–	–	0,75	–	2,334	5,5
0,35	210 × 0,05	210 × 0,05	–	–	–	0,95	–	3,38	7,0
0,50	252 × 0,05	252 × 0,05	–	–	–	1,05	–	4,67	9,0
0,70	180 × 0,071	180 × 0,071	180 × 0,071	–	–	1,5	–	6,59	11,0
0,75	–	–	–	384 × 0,05	–	–	1,5	6,80	11,0
1,00	240 × 0,071	240 × 0,071	240 × 0,071	504 × 0,05	–	2,16	2,10	8,79	15,0
1,6	420 × 0,071	420 × 0,071	420 × 0,071	–	–	2,7	–	15,35	20,0
1,5	–	–	–	756 × 0,05	–	–	2,7	15,05	20,0
2,5	630 × 0,071	630 × 0,071	630 × 0,071	1260 × 0,05	–	2,92	2,83	22,96	26,0
4,0	–	301 × 0,13	301 × 0,13	1050 × 0,071	1050 × 0,071	3,12	3,63	37,9	38,0
6,0	–	456 × 0,13	456 × 0,13	1070 × 0,071	1070 × 0,071	3,94	4,04	57,28	50,0
10,0	–	741 × 0,13	741 × 0,13	2520 × 0,071	2520 × 0,071	4,74	5,3	93,46	75,0

провода ПЩ приведены в табл. 28.5, ПЩС – в табл. 28.6, МПЩ – в табл. 28.7, проводов ПСЩ, ПЩМС, ПЩСМС, ПЩМЛ, ПЩСМЛ – в табл. 28.8.

28.5. ПРОВОДА ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Провода для полупроводниковых приборов изготовляют из медных луженых проволок диаметром 0,08 – 0,20 мм с шагом скрутки не более 14 D. Размеры, масса и электрическое сопротивление постоянному току при температуре плюс 20 °С проводов ПГЛ и ПГОЛ приведены в табл. 28.9.

Таблица 28.9. **Размеры, масса, электрическое сопротивление на длине 1 км проводов ПГЛ, ПГОЛ**

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	q, кг/км	R, Ом, не более
	Провод ПГЛ			
0,16	12 × 0,13	0,54	1,51	126,0
0,20	15 × 0,13	0,61	1,89	98,4
0,30	23 × 0,13	0,78	2,90	64,2
0,40	30 × 0,13	0,83	3,78	49,2
0,50	38 × 0,13	0,94	4,8	38,8
0,75	56 × 0,13	1,13	7,07	27,0
0,80	60 × 0,13	1,17	7,58	24,6
1,0	75 × 0,13	1,30	9,51	19,7

Продолжение табл. 28.9

S, мм²	$n \times d$, мм	D, мм	g, кг/км	R, Ом, не более
1,5	112 × 0,13	1,83	14,2	13,5
2,5	189 × 0,13	2,37	24,1	8,0
3,0	224 × 0,13	2,61	28,6	6,8
4,0	126 × 0,20	3,00	37,7	5,0
6,0	189 × 0,20	3,69	56,6	3,2
7,5	238 × 0,20	4,20	71,2	2,54
10,0	315 × 0,20	4,89	94,3	2,0
12,5	399 × 0,20	5,40	119,5	1,65
16,0	504 × 0,20	6,00	150,4	1,30
20,0	630 × 0,20	6,60	188,6	0,97
25,0	798 × 0,20	7,62	239,0	0,82
30,0	950 × 0,20	8,40	285,4	0,68
48,0	1540 × 0,20	12,60	464,7	0,44
66,0	2088 × 0,20	13,90	631,6	0,31
	Провод ПГОЛ			
0,16	32 × 0,08	0,54	1,56	130,0
0,30	63 × 0,08	0,72	3,07	70,0
0,50	98 × 0,08	1,06	4,84	42,0
0,75	154 × 0,08	1,44	7,64	28,0
1,0	196 × 0,08	1,54	9,72	21,0
1,5	301 × 0,08	1,92	14,84	14,0
2,5	315 × 0,10	2,45	24,0	8,6
3,0	385 × 0,10	2,61	29,30	7,0
4,0	511 × 0,10	3,00	38,80	5,2
6,0	774 × 0,10	4,00	59,0	3,4
10,0	1273 × 0,10	4,50	97,1	2,05
12,5	1568 × 0,10	6,03	120,3	1,70
20,0	1519 × 0,13	7,84	196,5	1,10
30,0	2254 × 0,13	9,53	290,6	0,70
66,0	5005 × 0,13	14,96	647,0	0,32

РАЗДЕЛ ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТЫЙ

ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ

29.1. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА И ШИНЫ

Длительно допустимые токовые нагрузки на неизолированные провода и шины приведены в табл. 29.1 – 29.4; они приняты исходя из допустимой температуры их нагрева до 70 °С при температуре окружающей среды 25 °С. При расположении шин прямоугольного сечения шириной до 60 мм плашмя токовые нагрузки, указанные в табл. 29.3 и 29.4, необходимо уменьшать на 5%, а шин шириной более 60 мм – на 8%.

Таблица 29.1. **Токовая нагрузка, А, на неизолированные провода медные, алюминиевые, бронзовые и сталебронзовые**

S, мм²	Медные М		Алюминиевые А и АКП		Бронзовые Б	Сталебронзовые БС
	Снаружи помещения	Внутри помещения	Снаружи помещения	Внутри помещения		
10	95	60	–	–	–	–
16	133	102	105	75	–	–
25	183	137	136	106	–	–
35	223	173	170	130	–	–
50	275	219	215	165	215	–
70	337	268	265	210	265	–

Продолжение табл. 29.1

S, мм²	Медные М		Алюминиевые А и АКП		Бронзовые Б	Сталебронзовые БС
	Снаружи помещения	Внутри помещения	Снаружи помещения	Внутри помещения		
95	422	341	320	255	330	–
120	485	395	375	300	380	–
150	570	465	440	355	430	515
185	650	540	500	410	500	640
240	760	685	590	490	600	750
300	880	740	680	570	700	890
400	1050	895	815	690	–	980
500	–	–	980	820	–	–
600	–	–	1100	955	–	

Таблица 29.2. **Токовая нагрузка на неизолированные сталеалюминиевые провода АС, АСКС, АСК, АСКП**

S, мм²	Суммарное сечение проволок, мм²		Ток, А	
	алюминиевых	стальных	снаружи помещений	внутри помещений
10	10	1,8	84	53
16	16	2,7	111	79
25	25	4,2	142	109
35	35	6,2	175	135
50	50	8,0	210	165
70	70	11	265	210
95	95	16	330	260

Продолжение табл. 29.2

S, мм²	Суммарное сечение проволок, мм²		Ток, А	
	алюминиевых	стальных	снаружи помещений	внутри помещенй
120	120	19	390	313
	120	27	375	–
150	150	19	450	365
	150	24	450	365
	150	34	450	–
185	185	24	520	430
	185	29	510	425
	185	43	515	–
240	240	32	605	505
	240	39	610	505
	240	56	610	–
300	300	39	710	600
	300	48	690	585
	300	66	680	–
330	330	27	730	–
400	400	22	830	713
	400	51	825	705
	400	64	860	–
500	500	27	960	830
	500	64	945	815
600	600	72	1050	920
700	700	86	1180	1040

29.2. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С БУМАЖНОЙ ПРОПИТАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Длительно допустимые токовые нагрузки на силовые кабели с бумажной изоляцией в алюминиевой или свинцовой оболочке приняты исходя из допустимой температуры

Таблица 29.3. **Токовая нагрузка на медные и алюминиевые шины прямоугольного сечения при различном числе полос на полюс или фазу**

Размеры, мм		Ток, А			
Ширина	Толщина	Медные			
		1	2	3	4
15	3	210	–		–
20	3	275	–		–
25	3	340	–		–
30	4	475	–		–
40	4	625	–/1090		–
40	5	700/705	–/1250		–
50	5	860/870	–/1525	–/1895	–
50	6	955/960	–/1700	–/2145	–
60	6	1125/1145	1740/1990	2240/2495	–
80	6	1480/1510	2110/2630	2720/3220	–
100	6	1810/1875	2470/3245	3170/3940	–
60	8	1320/1345	2160/2485	2790/3020	–
80	8	1690/1755	2620/3095	3370/3850	–
100	8	2080/2180	3060/3810	3930/4690	–
120	8	2400/2600	3400/4400	4340/5600	–
60	10	1475/1525	2560/2725	3300/3530	–
80	10	1900/1990	3100/3510	3990/4450	–
100	10	2310/2470	3610/4325	4650/5385	5300/6060
120	10	2650/2950	4100/5000	5200/6250	5900/6800

Продолжение табл. 29.3

Размеры, мм		Ток, А			
Ширина	Толщина	Алюминиевые			
		1	2	3	4
15	3	165	–	–	–
20	3	215	–	–	–
25	3	265	–	–	–
30	4	365/370	–	–	–
40	4	480	–/855	–	–
40	5	540/545	–/965	–	–
50	5	665/670	–/1180	–/1470	–
50	6	740/745	–/1315	–/1655	–
60	6	870/880	1350/1555	1720/1940	–
80	6	1150/1170	1630/2055	2100/2460	–
100	6	1425/1455	1935/2515	2500/3040	–
60	8	1025/1040	1680/1840	2180/2330	–
80	8	1320/1355	2040/2400	2620/2975	–
100	8	1625/1690	2390/2945	3050/3620	–
120	8	1900/2040	2650/3350	3380/4250	–
60	10	1155/1180	2010/1210	2650/2720	–
80	10	1480/1540	2410/1735	3100/3440	–
100	10	1820/1910	2860/3350	3650/4160	4150/4400
120	10	2070/2300	3200/3900	4100/4860	4650/5200

Примечание. В числителе приведена токовая нагрузка при работе на переменном токе, в знаменателе – на постоянном.

Таблица 29.4. **Токовая нагрузка на стальные шины прямоугольного сечения**

Размер, мм		Ток, А	Размер, мм		Ток, А
Ширина	Толщина		Ширина	Толщина	
16	2,5	55/70	100	3	305/460
20	2,5	60/90	20	4	70/115
25	2,5	75/110	22	4	75/125
20	3	65/100	25	4	85/140
25	3	80/120	30	4	100/165
30	3	95/140	40	4	130/220
40	3	125/190	50	4	165/270
50	3	155/230	60	4	195/325
60	3	185/280	70	4	225/375
70	3	215/320	80	4	260/430
75	3	230/345	90	4	290/480
80	3	245/365	100	4	325/535
90	3	275/410			

Примечание. В числителе указаиа токовая иагрузка при работе на переменном, в знаменателе – на постоянном токе.

нагрева жил кабелей при номинальном напряжении до 3 кВ не более 80 °С, на напряжение 6 кВ не более 65, на 10 не более 60, на 20 и 25 кВ не более 50.

Допустимые токовые нагрузки приведены в табл. 29.5–29.10. Они приняты из расчета прокладки кабеля в траншее на глубине 0,7–1,0 м не более одного кабеля при температуре земли 15 °С и удельном сопротивлении земли 1,2 м · °С/Вт, в воде – при температуре последней 15 °С, в воздухе – внутри и снаружи здаиий при любом числе проложенных кабелей и температуре 25 °С. При иных условиях прокладки следует вводить поправочный коэффициент для указанных допустимых токов нагрузки, пользуясь табл. 29.11.

Допустимые токовые нагрузки на одиночные силовые кабели, прокладываемые в трубах в земле без искусственной веитиляции, следует выбирать как для тех же кабелей, прокладываемых в воздухе, а при смешанном характере прокладки нагрузки – как для участка с наихудшими тепловыми условиями, если длина кабеля больше 10 м. В таких случаях рекомендуется применять вставки отрезков кабеля большего сечения.

При прокладке нескольких кабелей в земле (в том числе и при прокладке в трубах) длительно допустимые нагрузки необходимо уменьшать, применив коэффициенты, приведенные в табл. 29.12, без учета резервных кабелей. Прокладка нескольких кабелей в земле при расстоянии между ними менее 100 мм не рекомендуется.

Допустимые токовые нагрузки на силовые маслонаполненные, газонаполненные и бронированные одножильные кабели и другие кабели новых конструкций устанавливаются разработчиками этих конструкций.

Допустимые длительные токовые нагрузки на кабелн, прокладываемые в блоках, определяют по формуле

$$I = abcI_0,$$

где I_0 – ток, определяемый по табл. 29.13; a – коэффициент, выбираемый по табл. 29.14

Таблица 29.5. **Токовая нагрузка на силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией и свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле**

S, мм²	Ток, А											
	Медные жилы						Алюминиевые жилы					
	1 жила, до 1 кВ	2 жилы, до 1 кВ	3 жилы			4 жилы, до 1 кВ	1 жила, до 1 кВ	2 жилы, до 1 кВ	3 жилы			4 жилы, до 1 кВ
			до 3 кВ	6 кВ	10 кВ				до 3 кВ	до 6 кВ	до 10 кВ	
6	–	80	70	–	–	–	–	60	55	–	–	–
10	140	105	95	80	–	85	110	80	75	60	–	65
16	175	140	120	105	95	115	135	110	90	80	75	90
25	235	185	160	135	120	150	180	140	125	105	90	115
35	285	225	190	160	150	175	220	175	145	125	115	135
50	360	270	235	200	180	215	275	210	180	155	140	165
70	440	325	285	245	215	265	340	250	220	190	165	200
95	520	380	340	295	265	310	400	290	260	225	205	240
120	595	435	390	340	310	350	460	335	300	260	240	270
150	675	500	435	390	355	395	520	385	335	300	275	305
185	755	–	490	440	400	460	580	–	380	340	310	345
240	880	–	570	510	460	–	675	–	440	390	355	–
300	1000	–	–	–	–	–	770	–	–	–	–	–
400	1220	–	–	–	–	–	940	–	–	–	–	–
500	1400	–	–	–	–	–	1080	–	–	–	–	–
625	1520	–	–	–	–	–	1170	–	–	–	–	–
800	1700	–	–	–	–	–	1310	–	–	–	–	–

Таблица 29.6. **Токовая нагрузка на силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в воздухе**

S, мм²	Ток, А											
	Медные жилы						Алюминиевые жилы					
	1 жила, до 1 кВ	2 жилы, до 1 кВ	3 жилы			4 жилы, до 1 кВ	1 жила, до 1 кВ	2 жилы, до 1 кВ	3 жилы			4 жилы, до 1 кВ
			до 3 кВ	до 6 кВ	до 10 кВ				до 3 кВ	до 6 кВ	до 10 кВ	
6	–	55	45	–	–	–	–	42	35	–	–	–
10	95	75	60	55	–	60	75	55	46	42	–	45
16	120	95	80	65	60	80	90	75	60	50	46	60
25	160	130	105	90	85	100	125	100	80	70	65	75
35	200	150	125	110	105	120	155	115	95	85	80	95
50	245	185	155	145	135	145	190	140	120	110	105	110
70	305	225	200	175	165	185	235	175	155	135	130	140
95	360	275	245	215	200	215	275	210	190	165	155	165
120	415	320	285	250	240	260	320	245	220	190	185	200
150	470	375	330	290	270	300	360	290	255	225	210	230
185	525	–	375	325	305	340	405	–	290	250	235	260
240	610	–	430	375	350	–	470	–	330	290	270	–
300	720	–	–	–	–	–	555	–	–	–	–	–
400	880	–	–	–	–	–	675	–	–	–	–	–
500	1020	–	–	–	–	–	785	–	–	–	–	–
625	1180	–	–	–	–	–	910	–	–	–	–	–
800	1400	–	–	–	–	–	1080	–	–	–	–	–

Таблица 29.7. **Токовая нагрузка на одножильные силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой оболочке, небронированные, прокладываемые в воздухе**

S, мм²	Ток, А					
	Медные жилы			Алюминиевые жилы		
	до 3 кВ	20 кВ	35 кВ	до 3 кВ	20 кВ	35 кВ
10	85	–	–	65	–	–
16	120	–	–	90	–	–
25	145	105/110	–	110	80/85	–
35	170	125/135	–	130	95/105	–
50	215	155/165	–	165	120/130	–
70	260	185/205	–	200	140/160	–
95	305	220/255	–	235	170/195	–
120	330	245/290	240/265	255	190/225	185/205
150	360	270/330	265/300	275	210/255	205/230
185	385	290/360	285/335	295	225/275	220/255
240	435	320/395	315/380	335	245/305	245/290
300	460	350/425	340/420	355	270/330	260/330
400	485	370/450	–	375	285/350	–
500	505	–	–	390	–	–
625	525	–	–	405	–	–
800	550	–	–	425	–	–

Примечание. В числителе указаны токи для кабелей, расположенных в одной плоскости с расстоянием в свету 35–125 мм, в знаменателе – для кабелей, расположенных вплотную треугольником.

Таблица 29.8 **Токовая нагрузка на силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией в свинцовой оболочке, прокладываемые в воде**

S, мм²	Ток, А							
	Медные жилы				Алюминиевые жилы			
	3 жилы			4 жилы	3 жилы			4 жилы
	до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	1 кВ	до 3 кВ	6 кВ	10 кВ	до 1 кВ
16	–	135	120	–	–	105	90	–
25	210	170	150	195	160	130	115	150
35	250	205	180	230	190	160	140	175
50	305	255	220	285	235	195	170	220
70	375	310	275	350	290	240	210	270
95	440	375	340	410	340	290	260	315
120	505	430	395	470	390	330	305	360
150	565	500	450	–	435	385	345	–
185	615	545	510	–	475	420	390	–
240	715	625	585	–	550	480	450	–

в зависимости от сечения кабеля и расположения его в блоке; b – коэффициент, выбираемый в зависимости от номинального напряжения кабеля; до 3 кВ – 1,09; 6 кВ – 1,05; 10 кВ – 1,0; c – коэффициент, выбираемый в зависимости от среднесуточной нагрузки всего блока, а именно: 1,07 при отношении $S_{ср,сут}/S_{ном}$, равном 0,85, и 1,16 при $S_{ном}$, равном 0,7.

Нагрузки на кабели, прокладываемые в двух параллельных блоках одинаковой конфигурации, уменьшаются путем умножения на следующие коэффициенты:

Расстояние между блоками, мм	500	1000	1500	2000	2500	3000
Коэффициент	0,85	0,89	0,91	0,93	0,95	0,96

Таблица 29.9. **Токовая нагрузка на трехжильные силовые кабели с обедненно-пропитанной изоляцией, в общей свинцовой оболочке, на напряжение 6 кВ, прокладываемые в земле и воздухе**

S, мм²	Ток, А					
	Медные жилы			Алюминиевые жилы		
	В земле	В воде	В воздухе	В земле	В воде	В воздухе
16	90	100	65	70	75	50
25	120	140	90	90	110	70
35	145	175	110	110	135	85
50	180	220	140	140	170	110
70	220	275	170	170	210	130
95	265	335	210	205	260	160
120	310	385	245	240	295	190
150	355	450	290	275	345	225

Таблица 29.10. **Токовая нагрузка на трехжильные силовые кабели с бумажной пропитанной изоляцией с отдельно освинцованными жилами, прокладываемые в земле, воде и воздухе**

S, мм²	Ток, А											
	Медные жилы						Алюминиевые жилы					
	20 кВ			35 кВ			20 кВ			35 кВ		
	В земле	В воде	В воздухе	В земле	В воде	В воздухе	В земле	В воде	В воздухе	В земле	В воде	В воздухе
25	110	120	85	–	–	–	85	90	65	–	–	–
35	135	145	100	–	–	–	105	110	75	–	–	–
50	165	180	120	–	–	–	125	140	90	–	–	–
70	200	225	150	–	–	–	155	175	115	–	–	–
95	240	275	180	–	–	–	185	210	140	–	–	–
120	275	315	205	270	290	205	210	245	160	210	225	160
150	315	350	230	310	–	230	240	270	175	240	–	175
185	355	390	265	–	–	–	275	300	205	–	–	–

Таблица 29.11. **Поправочный коэффициент на допустимые токовые нагрузки для кабелей, прокладываемых в земле**

Характеристика земли	Удельное сопротивление земли, Ом·°С/Вт	Поправочный коэффициент
Песок с влажностью более 9%, песчано-глинистая почва с влажностью более 1%	80	1,05
Нормальная почва и песок с влажностью 7–9%, песчано-глинистая почва с влажностью 12–14%	120	1,00
Песок с влажностью 7%, песчано-глинистая почва с влажностью 8–12%	200	0,87
Песок с влажностью до 4%, каменная почва	300	0,75

Таблица 29.12. **Поправочный коэффициент на различное число работающих кабелей, проложенных рядом в земле, в трубах или без труб**

Расстояние между кабелями в свету, мм	Коэффициент для числа кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

29.3. ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА КАБЕЛИ, ПРОВОДА И ШНУРЫ С РЕЗИНОВОЙ И ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Токовые нагрузки на кабели, провода и шнуры данной группы, в том числе кабели в свинцовой, резиновой или ПВХ оболочке, приведены из расчета максимального нагрева жил до 65 °С, при температуре окружающего воздуха 25 и земли 15 °С в табл. 29.15–29.20.

При определении числа проводов, прокладываемых в одной трубе (жил многожильного кабеля или провода), нулевой провод четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводки в расчет не принимаются.

Допустимые токи нагрузки, приведенные в табл. 29.15, действительны независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах). Допустимые длительные токи нагрузки для проводов и кабелей, проложенных в коробах или в лотках пучками, должны приниматься: для проводов – по табл. 29.15, как для проводов, проложенных в трубах; для кабелей – по табл. 29.16 и 29.18, как для кабелей, проложенных в воздухе. При одновременно нагруженных проводах более четырех, проложенных в трубах, коробах или лотках пучками, токи нагрузки для проводов должны приниматься по табл. 29,5, как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6, 0,63 для 7–9 и 0,6 для 10–12 проводов. Для проводов вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводятся.

Таблица 29.13

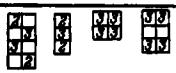
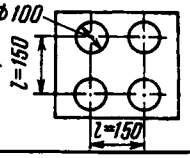
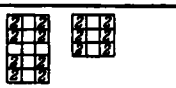
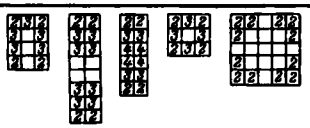
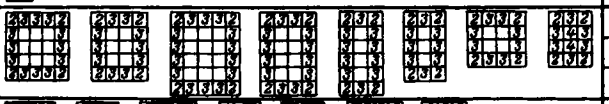
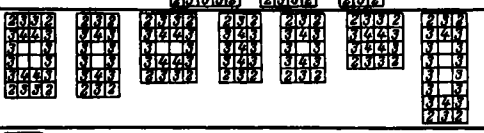
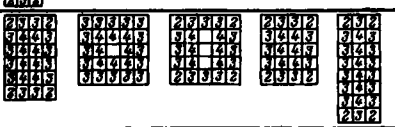
Группа	Конфигурация блоков	№ канала	I, А Медь	I, А Алюминий
I		1	191	147
II	 	2	173	133
		3	167	129
III		2	154	119
IV		2	147	113
		3	136	106
V		2	143	110
		3	135	104
		4	131	101
VI		2	140	108
		3	132	102
		4	118	91
VII		2	136	105
		3	132	102
		4	119	92
VIII		2	135	104
		3	124	96
		4	104	80
IX		2	135	104
		3	118	91
		4	100	77
X		2	133	102
		3	116	90
		4	81	62
XI		2	129	99
		3	114	88
		4	79	65

Таблица 29.14. **Поправочный коэффициент *a*, соответствующий сечению кабели и расиоложению его в блоке**

S, мм^2	Коэффициент для номера канала блока			
	1	2	3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,60
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85

Продолжение табл. 29.14

S, мм^2	Коэффициент для номера канала блока			
	1	2	3	4
95	1,00	1,00	1,00	1,00
120	1,14	1,13	1,13	1,12
150	1,33	1,30	1,29	1,26
185	1,50	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,70	1,68	1,55

Таблица 29.15. **Токовая нагрузка на провода и шнуры с резиновой и ПВХ изоляцией**

S, мм²	Ток, А											
	Проложенные открыто		Проложенные в трубе									
			С медными жилами					С алюминиевыми жилами				
	С медными жилами	С алюминиевыми жилами	Два одножильных	Три одножильных	Четыре одножильных	Один двухжильный	Один трехжильный	Два одножильных	Три одножильных	Четыре одножильных	Один двухжильный	Один трехжильный
0,5	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	17	—	16	15	14	15	14	—	—	—	—	—
1,2	20	18	18	16	15	16	14,5	—	—	—	—	—
1,5	23	—	19	17	16	18	15	—	—	—	—	—
2	26	21	24	22	20	23	19	19	18	15	17	14
2,5	30	24	27	25	25	25	21	20	19	19	19	16
3	34	27	32	28	26	28	24	24	22	21	22	18
4	41	32	38	35	30	32	27	28	28	23	25	21
5	46	36	42	39	34	37	31	32	30	27	28	24
6	50	39	46	42	40	40	34	36	32	30	31	26
8	62	46	54	51	46	48	43	43	40	37	38	32
10	80	60	70	60	50	55	50	50	47	39	42	38
16	100	75	85	80	75	80	80	60	60	55	60	55
25	140	105	115	100	90	100	100	85	80	70	75	65
35	170	130	135	125	115	125	135	100	95	85	95	75
50	215	165	185	170	150	160	175	140	130	120	125	105
70	270	210	225	210	185	195	215	175	165	140	150	135
95	330	255	275	255	225	245	250	215	200	175	190	165
120	385	295	315	290	260	295	—	245	220	200	230	190
150	440	340	360	330	—	—	—	275	255	—	—	—
185	510	390	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	605	465	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	695	535	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	830	645	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 29.16. **Токовая нагрузка на провода с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических оболочках и кабели с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, ПВХ или резиновой оболочке, бронированные и небронированные, с нулевой жилой и без нее**

S, мм²	Ток, А				
	Одножильные	Двухжильные		Трехжильные	
	В воздухе	В воздухе	В земле	В воздухе	В земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	—	—	—	—

Таблица 29.17. **Токовая нагрузка на кабели с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, ПВХ и резиновой оболочке, бронированные и небронированные**

S, мм²	Ток, А				
	Одножильные	Двухжильные		Трехжильные	
	В воздухе	В воздухе	В земле	В воздухе	В земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	395	310	440	270	385
240	465	—	—	—	—

Таблица 29.18. **Токовая нагрузка на шнуры переносные шланговые, легкие и средние, кабели переносные шланговые тяжелые, кабели шахтные гибкие шланговые, прожекторные и переносные провода с медными жилами на напряжение 660 В, с нулевой жилой и без нее**

S, мм²	Ток, А		
	Одножильные	Двухжильные	Трехжильные
0,5	–	12	–
0,75	–	16	14
1,0	–	18	16
1,5	–	23	20
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

Допустимые длительные токи нагрузки для проводов, проложенных в лотках при однородной укладке, следует принимать как для проводов, проложенных в воздухе, а при прокладке в коробах – как для одиночных проводов и кабелей, проложенных открыто с применением снижающих коэффициентов.

Таблица 29.19. **Токовая нагрузка на провода с медными жилами с резиновой изоляцией для электрифицированного транспорта на напряжение 1,3 и 4 кВ**

S, мм²	Ток, А	S, мм²	Ток, А	S, мм²	Ток, А
1,0	20	16	115	120	390
1,5	25	25	150	150	445
2,5	40	35	185	185	505
4	50	50	230	240	590
6	65	70	285	300	670
10	90	95	340	350	745

Таблица 29.20. **Токовая нагрузка на шланговые кабели с медными жилами в резиновой изоляции для передвижных установок на напряжение 3 и 6 кВ и для торфопредприятий на напряжение 0,5; 3 и 6 кВ**

S, мм²	Ток, А				
	Для передвижных установок		Для торфопредприятий		
	3 кВ	6 кВ	0,5 кВ	3 кВ	6 кВ
6	–	–	44	45	47
10	–	–	60	60	65
16	85	90	80	80	85
25	115	120	100	105	105
35	140	145	125	125	130
50	175	180	155	155	160
70	215	220	190	195	–
95	260	265	–	–	–
120	305	310	–	–	–
150	345	350	–	–	–

Таблица 29.21. **Поправочный коэффициент на допустимые токовые нагрузки для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха**

Условная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Коэффициенты при расчетной температуре среды, °С											
		–5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	–
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	1,45	–

29.4. ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ТЕМПЕРАТУРУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При установлении токовых нагрузок на кабели, провода, шнуры и шины для температур земли, воздуха и воды, отличающихся от номинальных, применяют поправочные коэффициенты, указанные в табл. 29.21.

Экономическая плотность тока приведена в табл. 29.22.

Таблица 29.22. **Экономическая плотность тока, А/мм², при различной продолжительности нагрузки в году**

Провода и кабели	Плотность тока при продолжительности, ч		
	1000 – 3000	3000 – 5000	Более 9000
Неизолированные провода и шины:			
медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией и провода с резиновой и ПВХ изоляцией с жилами:			
медными	3,0	2,5	2,0
алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

РАЗДЕЛ ТРИДЦАТЫЙ

ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЕЙ, ПРОВОДОВ И ШНУРОВ

30.1. ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

Кабели, провода и шнуры по действующим ГОСТ и ТУ подвергают электрическим, физико-механическим, климатическим и другим испытаниям, а также проверке конструктивных размеров.

На кабельных заводах изделия проходят приемосдаточные по партиям и периодические испытания. Приемосдаточные испытания, как правило, включают:

а) проверку токопроводящих жил (сечений, конструктивных размеров, числа и шага скрутки жил), толщины изоляции, заполнения, оболочки, защитных покровов, а также строительной длины;

б) проверку отсутствия контактов между жилами и обрывов жил в кабелях связи;

в) измерения электрического сопротивления токопроводящих жил, сопротивления изоляции, емкости, угла диэлектрических потерь, коэффициента затухания, коэффициента связи, емкостной асимметрии, волнового сопротивления;

г) испытания изоляции кабелей, проводов, шнуров высоким напряжением;

д) испытания герметичности оболочек кабеля газом или воздухом с избыточным давлением.

Некоторые приемосдаточные испытания проводят при пооперационном контроле с выдачей гарантий при сдаче готовой продукции.

Периодические испытания, как правило, включают:

а) испытания изоляции и оболочки на нагревостойкость, холодостойкость, маслостойкость, озоностойкость и ряд других воздействий, проверку содержания присадки в свинцовой оболочке, антисептиков защитных покровов, на вытекание составов из защитных покровов при повышенной температуре и др.;

б) измерение угла диэлектрических потерь в зависимости от температуры и напряжения;

в) испытание образцов электрическим напряжением после механических деформаций;

г) испытания на удар, раздавливание, растяжение, кручение, удлинение, вибростойкость, изгибы, сложные деформации и другие механические воздействия.

Ниже приводятся методы некоторых электрических испытаний.

30.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Испытательное напряжение изолированных жил и готовых кабелей проводов и шнуров с резиновой и пластмассовой изоляцией для силовых и осветительных установок и контрольных цепей на переменное напряжение до 6 кВ частотой до 1000 Гц или на постоянное напряжение до 6 кВ нормированы ГОСТ 23286 – 78. Они подразделяются на категории: ЭИ-1 (испытание изолированных жил оболочек и шлангов переменным напряжением без погружения в воду, в воде и после выдержки в ней), ЭИ-2 (испытание изолированных жил оболочек и шлангов пе-

Таблица 30.1. **Испытательное напряжение по категории ЭИ-1**

Напряжение, В		Испытательное переменное напряжение при частоте 50 Гц, В
переменное до значения	постоянное	
127	250	1000
220	400	1500
380	700	2000
660 или 690	1000	2500
1000	2000	3000
3000	6000	7000

Таблица 30.2. **Пиковое значение испытательного напряжения, кВ, по категории ЭИ-2 на АСИ**

Толщина изоляции, мм	Для изоляции	
	резиновой	ПВХ; ПЭ
0,4	–	8
0,5	–	10
0,6 – 1,0	6 – 10	12 – 18
1,1 – 1,5	11 – 15	19 – 23
1,6 – 2,0	16 – 20	24 – 28
2,1 – 2,5	21 – 25	29 – 33
2,6 – 3,0	26 – 30	34 – 38
3,1 – 3,5	31 – 35	39 – 40
3,6 – 4	36 – 40	40

ременным напряжением на проход на аппарате сухого испытания).

При испытании по категории ЭИ-1 время нахождения в воде изолированных жил и готовых кабелей, проводов и шнуров с резиновой изоляцией установлено не менее 6 ч, а с ПВХ или ПЭ изоляцией – не менее 3 ч. Продолжительность испытания переменным напряжением частотой 50 Гц кабелей, проводов и шнуров и отдельных жил по категории ЭИ-1 – не менее 5 мин, а продолжительность нахождения изоляции под полным испытательным напряжением при проведении испытания по категории ЭИ-2 – не менее 0,06 с.

Значение испытательного напряжения при испытаниях по категории ЭИ-1 нормировано в зависимости от номинального напряжения кабелей или проводов (табл. 30.1). Напряжение при испытании на аппарате сухого испытания (АСИ) по категории ЭИ-2 установлено в зависимости от толщины и вида изоляции (табл. 30.2).

Нормы испытательного напряжения кабелей с экранированными металлической оплеткой жилами, указанные в табл. 30.1, уменьшают на 25%, если число экранированных жил составляет 50% и более от общего их количества. Нормы и условия испытаний напряжением кабелей, проводов и шнуров с другими видами изоляции устанавливаются соответствующими стандартами и техническими условиями.

Испытание проводят по методу в соответствии с ГОСТ 2990 – 78.

При испытании напряжением кабелей, проводов и шнуров источник переменного напряжения испытательной установки должен обеспечивать синусоидальную форму кривой напряжения частотой 50 Гц, а источник постоянного напряжения должен иметь пульсацию не более ± 5%.

Регулируемый источник переменного напряжения должен обеспечивать проведение испытания с плавным или ступенчатым изменением напряжения.

Род и значение напряжения, а также время нахождения испытываемого кабеля (провода) под напряжением указывают в стандартах и технических условиях на кабели и провода. Температура воды в испытательном баке должна быть 20 ± 10 °С, если в стандартах и технических условиях не указаны другие значения. Удельное объемное сопротивление воды не должно превышать 10^2 Ом · м.

Схемы испытания кабелей, проводов и шнуров приведены в табл. 30.3 – 30.5. При испытании на металлическом цилиндре образец провода намотан с натяжением не менее 20 Н плотно прилегающими витками в один ряд.

При испытании напряжением значение первоначально приложенного напряжения не превышает 40% испытательного. Повышение напряжения до испытательного производят плавно при любой скорости, а при ступенчатом подъеме напряжение каждой ступени составляет не более 5% испытательного. Значение испытательного напряжения можно снижать с любой скоростью, но плавно, а при ступенчатом регулировании ступенями напряжение ступени должно составлять не более 5% испытательного.

Испытание по категории ЭИ-2 проводят на звукочастотном или другом АСИ. Источник напряжения обеспечивает испытательное переменное напряжение частотой от 50 до 10^6 Гц.

Отклонение от установленного испытательного напряжения не превышает 5% в течение всего времени испытания.

Рабочая длина электрода вычисляется по формуле

$$l = 0{,}06\ v,$$

где v – линейная скорость прохождения провода (жилы) через электрод, м/с; 0,06 – минимальное время приложения испытательного напряжения изоляции, с.

Таблица 30.3. **Схемы испытания напряжением кабелей, проводов и шнуров без экранированных жил**

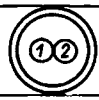
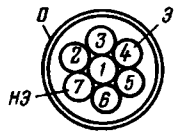
Номер схемы испытания	Число жил	Схема кабеля, провода и шнура	Способы подключения	
			без общей металлической оболочки, брони и специального электрода	в общей металлической оболочке, экране, броне или со специальным электродом
1	1		–	1 против 0
2	2		1 против 2	а) 1 против 2 + 0 б) 2 против 1 + 0
3	3		а) 1 против 2 + 3 б) 2 против 1 + 3	а) 1 против 2 + 3 + 0 б) 2 против 1 + 3 + 0 в) 2 против 1 + 2 + 0 или а) 1 + 2 против 3 + 0 б) 1 + 3 против 2 + 0
4	3	–	1 против 2 против 3	1 против 2 против 3 против 0
5	4		а) 1 против 2 + 3 + 4 б) 2 против 1 + 3 + 4 в) 3 против 1 + 2 + 4 или а) 1 + 2 против 3 + 4 б) 1 + 4 против 2 + 3	а) 1 против 2 + 3 + 4 + 0 б) 2 против 1 + 3 + 4 + 0 в) 3 против 1 + 2 + 4 + 0 г) 4 против 1 + 2 + 3 + 0
6	5 и более		Каждая жила против всех остальных жил, соединенных вместе, или а) все жилы всех нечетных повивов против всех жил всех четных повивов, при этом внутренняя жила (или жилы) принимается за первый повив б) все нечетные жилы всех повивов против всех четных жил всех повивов в) в случае нечетного количества жил в повивах – дополнительно первая жила против последней в каждом повиве	Каждая жила против всех остальных жил, соединенных вместе с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальным электродом, или а) все жилы всех нечетных повивов против всех жил всех четных повивов, при этом внутренняя жила (или жилы) принимается за первый повив, общая металлическая оболочка, экран, броня или специальный электрод – за последний повив б) все нечетные жилы всех повивов против всех четных жил всех повивов, соединенных с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальиым электродом в) в случае нечетного количества жил в повивах – дополнительио первая жила против последней в каждом повиве, соединенной с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальным электродом
7	3 и более (плоский кабель или провод)		Все нечетные жилы против всех четных жил	а) Все нечетные жилы против всех четных жил, соединенных с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальным электродом; б) все четные жилы против всех нечетных жил, соединенных с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальиым электродом

Таблица 30.4. **Схема испытания напряжением кабелей и проводов в общей металлической оболочке, экране, броне со специальным электродом или без них, имеющих одну или более отдельно экранированных жил**

Число жил	Схема кабельного изделия	Способ подключения кабеля или провода
2 и более	 Э – экранированная жила; О – общая металлическая оболочка, экран, броня или специальный электрод, соединенные с заземленным источником напряжения; НЭ – неэкранированная жила; 1–7 – жилы кабеля или провода	а) все экранированные жилы против экранов; б) все неэкранированные жилы всех нечетных повивов против всех неэкранированных жил всех четных повивов, при этом внутренняя жила (или жилы) принимается за первый повив, общая металлическая оболочка, экран, броня или специальный электрод – за последний повив; в) все неэкранированные жилы против всех экранированных, соединенных со всеми экранами; г) все неэкранированные нечетные жилы всех повивов против всех неэкранированных четных жил всех повивов, соединенных с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальным электродом, при этом экранированные жилы в нумерации не участвуют и испытанию по данной схеме не подвергаются. Если в повивах одиночные неэкранированные жилы находятся между двумя экранированными жилами, то такие жилы в нумерации не участвуют и испытанию по данной схеме не подвергаются; д) в случае нечетного количества нумерованных неэкранированных жил в повиве испытывается дополнительно первая жила против последней в каждом повиве, соединенной с общей металлической оболочкой, экраном, броней или специальным электродом. Это испытание проводится только в том случае, если между первой и последней неэкранированными жилами не расположена по крайней мере одна экранированная жила или вместо испытаний по пп. «г», «д» неэкранированные жилы в повивах могут быть испытаны по схеме 7 табл. 30.3 по группам, содержащим более одной жилы и разделенным между собой отдельно экранированными жилами

Примечание. Испытания проводятся по каждому из способов «а» – «д».

Таблица 30.5. **Схема испытания напряжением элементов защитных покровов кабелей**

Число жил	Обозначение проводящих элементов кабеля	Способ подключения для испытания элементов покрова между оболочкой и броней	Способ подключения для испытания элементов покрова или оболочки (при отсутствии брони)
1 и более	1 – все жилы кабеля; 2 – общая металлическая оболочка (экран); 3 – броня	1 + 2 против 3	а) 1 + 2 + 3 против специального электрода; б) 1 + 2 против специального электрода (при отсутствии брони)

Блок сигнализации пробоев обеспечивает длительность сигнализации не менее 5 с и отключение механизма, приводящего в движение приемник аппарата.

АСИ и испытываемый провод должны надежно заземляться. Электрод должен иметь защитное ограждение.

Кабель, провод или шнур считают выдержавшим испытание напряжением, если не произошло пробоя изоляции. При пробое на разделанном конце кабеля или в концевой муфте (заделке) испытываемый кабель разделывают вновь и испытывают повторно.

30.3. ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Электрическое сопротивление токопроводящей жилы проводов, а также токопроводящих изолированных жил кабелей и проводов, длина которых не указана на барабане, бухте или катушке, измеряют на всей испытуемой длине, за исключением тех случаев, когда в стандартах или технических условиях на соответствующие кабели и провода особо оговорена длина образца, отбираемого для измерения.

Измерение электрического сопротивления производят по ГОСТ 7229-76 по схеме с двойным или одинарным мостом.

Испытываемые жилы перед измерением выпрямляют, чтобы не произошло искажения фактического поперечного сечения жилы. Время выдержки образца до измерений в помещении, где производятся измерения, должно быть не менее 6 ч при температуре окружающей среды 25 ± 10 °С и относительной влажности не более 80%, если в стандартах или технических условиях на кабели и провода не указаны другие условия.

Если установлены максимальное и минимальное допускаемые значения сопротивления измеряемого кабеля или провода, то температура токопроводящей жилы во время измерения не должна отличаться от температуры окружающей среды более чем на 2 °С, отсчет измеренного сопротивления производят с точностью до третьего знака.

Сопротивление изоляции (ГОСТ 3345-76) измеряют методом сравнения отклонений гальванометра при постоянном напряжении от 90 до 500 В. Погрешность измерения не должна превышать 10% при измерении в пределах до 10^{10} Ом · км и 25% в пределах от 10^{10} Ом · км и более. Допускается применение других электрических схем при условии сохранения пределов и допустимых погрешностей измерения. В случае, когда погрешность, вызываемая токами поверхностной утечки в местах концевых разделок кабеля, превысит 5%, сопротивление изоляции измеряют с применением охранных колец, наложенных на изолированные жилы кабеля и присоединенных к экрану установки. Отсчет по шкале гальванометра производят через 1 мин после приложения напряжения к измеряемому кабелю или проводу. При повторном измерении кабель разряжают путем соединения металлической жилы с заземлением в течение времени не менее 2 мин.

Если измерение сопротивления изоляции производилось при температуре выше 20 °С и полученный результат не удовлетворяет требованиям стандартов или технических условий, а также если измерение производилось при температуре ниже 15 °С, то сопротивление изоляции, Ом · км, должно быть приведено к температуре 20 °С по формуле

$$R_{20} = kR_t,$$

где R_t — сопротивление изоляции при температуре измерения, 10^6 Ом · км; k — температурный коэффициент сопротивления изоляции для конкретного кабеля.

Сопротивление изоляции R на длину l пересчитывают по формуле

$$R = R_{20}/l,$$

где l — длина кабеля или провода, км.

Диэлектрические потери ($\mathrm{tg}\,\delta$) в изоляции кабеля и провода определяют в соответствии с ГОСТ 12179-76 при помощи высоковольтного моста переменного тока. Погрешность измерения не должна превышать $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ + + 5% измеренной величины.

Измерение проводят в помещениях при температуре 25 ± 10 °С и относительной влажности воздуха не более 80%, если в стандартах и технических условиях на кабели и провода не указаны другие условия. Температура кабелей и проводов при измерении не должна отличаться от температуры окружающей среды более чем на ± 3 °С.

Измерение проводят одним из следующих способов, указанных в стандартах или технических условиях на кабели и провода:

а) измерение между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и водой;

б) между каждой токопроводящей жилой и экраном;

в) между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и с экраном, металлической оболочкой и броней.

Если измеренное значение приращения тангенса угла диэлектрических потерь $\Delta\,\mathrm{tg}\,\delta$ превышает значение, установленное в стандартах или технических условиях на кабели и провода, следует проводить повторные измерения.

Измеренное значение $\mathrm{tg}\,\delta$ пересчитывают на температуру 20 °С по формуле

$$\mathrm{tg}\,\delta_{20} = \mathrm{tg}_t[1 + 0{,}02(20 - t)],$$

где $\mathrm{tg}\delta_{20}$ — тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 20 °С; tg_t — тангенс угла диэлектрических потерь при температуре измерения; t — температура измерения, °С.

Электрическое сопротивление экранов из полимерных материалов измеряют соответственно ГОСТ 17492-72 на каждом отрезке кабеля. Постоянное напряжение должно регулироваться в пределах 0—300 В и иметь ток нагрузки не менее 5 мА (измерительные приборы должны иметь класс точности не ниже 1,5; входное сопротивление вольтметра — не менее 20 кОм/В). Повреждение жилы кабеля производят иглой диаметром 2,5 ± 0,1 мм с углом заточки 30° в радиальном направлении перпендикулярно оси кабеля на расстоянии не менее 10 мм от конца

оболочки или ее надреза. Глубина проникновения стальной иглы должна быть равна расстоянию от поверхности оболочки кабеля до центра повреждаемой жилы.

При каждом повреждении жилы кабеля определяют электрическое сопротивление экрана по соотношению показаний вольтметра и миллиамперметра. За электрическое сопротивление экрана принимают сопротивление между поврежденной основной жилой и жилой заземления. Если измерение производится при температуре, превышающей 25 или ниже 15 °С, то сопротивление экрана необходимо привести к температуре 20 °С по формуле

$$R_{20} = \frac{R_t}{0{,}8 + t/100},$$

где R_t – сопротивление экрана при температуре измерения; t – температура, при которой проводилось измерение.

Результатом измерения считают наибольшую величину сопротивления экранов, полученную при измерении.

РАЗДЕЛ ТРИДЦАТЬ ПЕРВЫЙ

КАБЕЛЬНАЯ ТАРА, УПАКОВКА, МАРКИРОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

31.1. ДЕРЕВЯННЫЕ БАРАБАНЫ

Деревянные барабаны по ГОСТ 5151-79 Е изготовляют из обрезных досок хвойных пород не ниже 3-го сорта по ГОСТ 8486-66. Барабаны № 5–18а включительно допускается изготовлять из древесины мягких лиственных пород не ниже 2-го сорта по ГОСТ 2695-83, кроме березы. Щеки барабанов № 5–20 изготовляют из двух слоев, а № 25 и выше – из трех или четырех слоев досок. Щеки барабанов № 17–20а можно изготовлять из трех слоев досок с наружным слоем, состоящим из сегментов толщиной 20–25 мм. При двух и четырех слоях доски одного слоя располагают под прямым углом к доскам смежного слоя. При трех слоях доски одного слоя располагают под углом 60° к доскам смежного слоя. Толщина досок в каждом слое должна быть одинаковой и не должна различаться более чем на 40%, тонкий слой располагают на внутренней стороне щеки. Доски щек под осевое отверстие барабанов № 14–18а из лиственных пород должны изготовляться из хвойных пород по ГОСТ 8486-66. Допускается изготовление щек барабанов № 5–8а из клееной фанеры марки ФК, наружных слоев – не ниже сорта ВВ/С, внутренних – не ниже сорта С/С по ГОСТ 3916-69. Число слоев не менее 3. В осевое отверстие барабанов № 17–30 вставляются втулки из чугуна марки не ниже С4-12-28 по ГОСТ 1412-79 или стали марки не ниже Ст3 по ГОСТ 380-71. Стальные втулки могут быть штампованными или сварными. Крепление втулки осуществляется болтами по ГОСТ 7798-70. Под гайками с внутренней стороны на щеки ставят шайбы по ГОСТ 6958-78. Барабаны № 5–8а из древесины лиственницы имеют толщину щек и шейки меньше на 3 мм. Шероховатость поверхности досок щеки и шейки должна быть не более 320, а досок круга и обшивки – не более 1250 мкм по ГОСТ 7016-82.

Для обшивки барабанов допускается применять пиломатериалы лиственных пород и березы по ГОСТ 2695-83 без гнили, а также необрезные доски любых пород, обапол по ГОСТ 5780-77 и горбыль для барабанов № 5–18а, влажность пиломатериалов для изготовления барабанов должна быть не более 22 ± 3%.

Размеры барабанов приведены в табл. 31.1.

Во избежание резкого перегиба выводимого из барабана нижнего конца кабеля или провода в щеке барабана прорезают выводное отверстие, защищенное от механических повреждений металлическим, фанерным, пластмассовым или резиновым листом толщиной не менее 0,5 мм. В барабанах № 14 и выше нижний конец кабеля или провода закрепляют внутри барабана специальным приспособлением (улиткой). Верхний конец кабеля или провода закрепляют на внутренней стороне щеки. Кабель или обмоточный провод на барабан наматывают плотными ровными рядами без ослабления и перекрещивания витков, причем последний ряд кабелей должен быть не ближе 50, а проводов не

Таблица 31.1. **Деревянные барабаны**

№ барабана	Диаметр щеки $D_щ$, мм	Наружный диаметр шейки $d_ш$, мм	Длина шейки l, мм	Толщина щеки S, мм	Толщина шпечного круга S_1, мм, не менее	Толщина шейки S_2, мм	Толщина обшивки S_3, мм не менее	Диаметр отверстия, мм		Шпилька			Расчетная масса барабана с обшивкой, кг
								осевого	поводкового	Диаметр, мм	Длина, мм	Количество, шт.	
5	500	200	230	38	25	16	16	35	35	12	350	3	18
6	600	200	250	38	25	19	16	35	35	12	370	3	25
8	800	450	230	38	25	19	16	50	50	12	350	4	43
8а	800	450	400	38	25	19	16	50	50	12	515	4	51
8б	800	450	500	38	25	19	16	50	50	12	615	4	53
10	1000	545	500	50	25	22	19	50	50	12	650	4	56
12	1220	650	500	50	25	22	19	70	50	12	650	4	132
12а	1220	650	710	50	25	22	19	70	50	16	860	4	151
14	1400	750	710	58	25	28	19	70	50	16	875	6	217
14а	1400	900	500	58	25	22	19	70	50	16	665	6	200
14б	1400	1000	600	58	25	28	19	70	50	16	765	6	234
16	1600	1200	600	58	32	30	25	70	50	16	765	6	308
17	1700	900	750	70	32	28	25	80	50	16	950	6	367
17а	1700	900	900	70	32	28	25	80	50	16	1100	6	390
18	1800	1120	900	80	40	36	25	80	50	20	1120	6	535
18а	1800	900	900	80	40	36	25	80	50	20	1120	6	494
20	2000	1220	1000	90	50	36	32	80	50	20	1250	6	763
20а	2000	1000	1060	90	50	36	32	80	50	20	1320	6	725
20б	2000	1500	1000	90	50	36	32	80	50	20	1250	6	941
22	2200	1320	1000	118	50	46	32	100	50	20	1250	8	965
22а	2200	1480	1050	118	50	46	32	100	50	20	1300	8	1029
22б	2200	1680	1100	118	50	46	32	100	50	20	1350	8	1110
25	2500	1500	1300	130	60	56	40	120	50	24	1600	8	1540
26	2650	1500	1500	140	60	56	40	120	50	24	1800	8	1812
30	3000	1800	1800	180	60	56	40	150	50	24	2180	10	2334

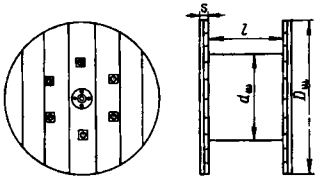


Рис. 31.1. Деревянный барабан

ближе 25 мм от края щеки. Барабаны обшивают одним слоем досок, обтягивают по торцам стальной упаковочной лентой. По согласованию с потребителем обшивку производят с интервалом через одну доску или поставляют без обшивки.

Полную длину кабеля или провода, укладываемого на барабан, определяют по формуле

$$L = \frac{\pi l (D_щ^2 - d_ш^2)}{4D^2},$$

где L – полная длина кабеля или провода, м; l – длина шейки барабана, мм; D – диаметр кабеля или провода, мм; $d_ш$ – диаметр шейки барабана, мм; $D_щ$ – диаметр по намотанному кабелю или проводу на барабане, мм (рис. 31.1).

Длина кабеля или провода на барабане в зависимости от диаметра приведена в табл. 31.2.

31.2. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ БАРАБАНЫ

Металлические многооборотные барабаны по ОСТ 16.0.684-014-86 изготовляют из алюминиевых сплавов II группы по ГОСТ 2685-75. Барабаны должны иметь чистую и гладкую поверхность, не допускаются трещины, инородные включения и раковины, допускается заделка раковин путем заварки или покрытия эпоксидно-диановой неотвержденной смолой по ГОСТ 10587-84. Допускается применение сплавов 1 группы. Шероховатость поверхности внутренней стороны щеки и наружной шейки не должна быть более 60 мкм, шероховатость наружной поверхности щеки не должна быть более 160 по ГОСТ 2789-73. В шейке барабана, вплотную к щеке, должно быть отверстие диаметром 25–30 мм для вывода концов проводов. Отверстия должны быть без заусенцев,

Таблица 31.2. **Длина кабеля или провода, м, наматываемых на барабан**

D, мм	Номер барабана																							
	5	6	8	8а	8б	10	12	12а	14	14а	14б	16	17	17а	18	18а	20	20а	20б	22	22а	22б	25	26	30
5	860	1320	3550	3600	3610	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	440	690	1800	1840	1850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	215	340	890	900	960	2200	3100	3120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	160	240	605	625	650	1520	2150	2170	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	95	150	390	400	415	970	1380	1400	2750	1550	1550	1560	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17	–	120	300	310	335	760	1070	1090	2140	1250	1250	1270	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	90	215	225	240	550	775	800	1650	875	875	400	2120	2150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	175	185	200	450	640	660	1280	725	725	730	1750	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25	–	–	135	145	160	350	495	510	990	560	560	570	1350	1400	1680	1690	2120	2120	2000	–	–	–	–	–	–
27	–	–	110	120	130	300	425	440	815	480	480	490	1160	1300	1440	1450	1940	1940	1760	–	–	–	–	–	–
30	–	–	90	100	110	240	345	360	690	390	400	410	940	1000	1160	1180	1870	1570	1370	2020	2620	2620	–	–	–
32	–	–	–	–	–	210	310	320	605	340	350	360	825	880	1020	1040	1370	1370	1210	1790	2300	2300	–	–	–
35	–	–	–	–	–	180	250	270	505	285	290	215	690	750	850	870	1150	1150	1000	1490	1930	1930	–	–	–
37	–	–	–	–	–	150	225	240	450	255	260	270	620	670	760	780	1030	1030	975	1330	1730	1730	–	–	–
40	–	–	–	–	–	135	205	220	385	220	230	240	530	600	645	665	880	880	830	1135	1470	1470	1790	–	–
42	–	–	–	–	–	–	–	–	350	200	200	210	480	500	595	605	800	800	750	1030	1340	1340	1620	–	–
45	–	–	–	–	–	–	–	–	305	170	180	190	420	435	510	525	695	695	615	900	1170	1170	1440	–	–
47	–	–	–	–	–	–	–	–	280	160	170	180	385	400	470	480	640	640	600	825	1070	1070	1300	–	–
50	–	–	–	–	–	–	–	–	245	140	150	155	335	350	415	425	565	565	515	725	945	945	1140	1650	2600
52	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	310	320	380	395	520	520	500	670	875	875	1060	1520	2400
55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	280	290	340	355	465	465	410	600	785	785	945	1360	2150
57	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	260	270	310	325	435	435	395	560	725	725	880	1270	2000
60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	235	250	280	295	390	390	320	505	655	655	795	1150	1800
65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	200	210	265	275	335	335	300	430	560	560	680	975	1540
70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	220	235	285	285	225	370	480	480	585	840	1320
75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	195	205	250	250	215	320	420	420	510	730	1150
80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	220	220	180	285	370	370	450	645	1010
85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250	325	325	395	570	900
90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	225	290	290	355	510	820
95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	315	455	720
100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	285	410	650
105	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	370	590
110	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	340	535
115	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	490
120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	450

Таблица 31.3. **Металлические барабаны**

№ барабана	Исполнение	Диаметр, мм: щеки $D_ш$	наружный шейки $d_ш$	внутренний шейки $d_{1ш}$	осевого отверстия d	отверстия для вывода d_1
7М	1	700 ± 2,5	400 ± 2,5	376 ± 2,5	40 ± 1,5	30 ± 2,0
	2	700 ± 2,5	400 ± 2,5	380 ± 2,5	40 ± 1,5	25 ± 1,0
	3	700 − 4,0	400 − 3	380 + 4,0	−	25 ± 1,0

№ барабана	Расстояние между щеками у шейки l, мм	Расстояние между щеками у края щек, мм	Длина полная с учетом толщины щек, мм	Толщина щеки S, мм	Масса, кг
7М	$230^{+1,5}_{-3,5}$	$230^{+1,5}_{-3,5}$	286 ± 3,0	22 ± 3,0	42 ± 1,0
	$220^{+1,5}_{-3,5}$	$230^{+1,5}_{-3,0}$	275 ± 3,0	22,5 ± 3,0	42 ± 1,0
	220 + 3,0	230 + 3,0	275 − 3,0	22,5 − 3,0	26,9 ± 1,0

наростов и заливов. Несоосность осевых отверстий в барабанах 7М-1 и 7М-2 не должна превышать 3 мм. Радиальное биение наружной поверхности шейки относительно посадочного конуса приемного устройства не должна быть более 5 мм для всех исполнений.

Размеры металлических барабанов приведены в табл. 31.3. Нижний конец провода укладывают в выводное отверстие в шейке барабана, верхний конец должен быть надежно закреплен внутри барабана.

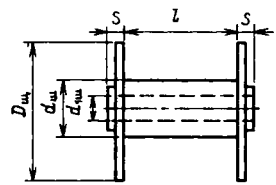


Рис. 31.2. Пластмассовая цилиндрическая катушка

31.3. ПЛАСТМАССОВЫЕ КАТУШКИ

Пластмассовые катушки цилиндрические (рис. 31.2) и конические (рис. 31.3) по ТУ 16.507.000-82 предназначены для намотки обмоточных проводов диаметром от 0,015 до 4,0 мм и прямоугольных сечением до 30 мм².

Катушки изготовляются методом литья под давлением из ударопрочного полистирола. Допускается применение вторичного сырья. Значение ударной вязкости при добавлении вторичного сырья не должно снижаться более чем на 20% первичного. Катушки не должны деформироваться при эксплуатации, транспортировании и хранении, иметь чистую и гладкую поверхность без трещин, выбонн, иедоливов. Гладкая по-

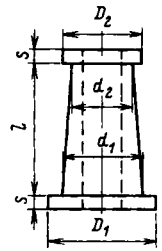


Рис. 31.3. Пластмассовая коническая катушка

верхность катушек обеспечивается соблюдением чистоты обработки поверхности литьевых форм, которая должна быть не ниже 1,6 мкм по ГОСТ 2789.73. Размеры и масса пластмассовых катушек цилиндрических приведены в табл. 31.4, а конических – в табл. 31.5. На шейке, внутренних

Таблица 31.4. **Цилиндрические пластмассовые катушки**

Типоразмер катушки	Диаметр, мм			Длина шейки l, мм	Толщина щеки S, мм	Допуск на соосность осевых отверстий, мм	Разрывное усилие, Н	Масса, кг			
	щеки $D_щ$	наружный шейки $d_ш$	внутренний шейки $d_{1ш}$					без арматуры	с арматурой	полистирола	металла
32	32	20	11 + 0,1	38	6 ± 0,1	0,12	539	0,017	–	0,018	–
50	50	32	11 + 0,1	39	6 ± 0,15	0,12	980	0,022	–	0,023	–
63	63	40	11 + 0,1	49	7 ± 0,15	0,16	1225	0,04	–	0,042	–
80	80	50	16 + 0,2	64	8 ± 0,15	0,16	1470	0,07	–	0,074	–
100	100	63	16 + 0,2	80	10 ± 0,2	0,16	1470	0,125	–	0,131	–
125	125	80	16 + 0,2	108	12,5 ± 0,2	0,20	1960	0,20	–	0,210	–
160	160	100	22 + 0,2	128	16,0 ± 0,2	0,20	1960	0,35	–	0,368	–
200	200	125	22 + 0,2	160	20 ± 0,3	0,20	3920	0,682	–	0,716	–
250 *	250	160	22 + 0,2	160	20 ± 0,4	0,30	6860	1,433	–	1,505	–
250	250	160	36 + 0,5	160	20 ± 0,4	0,30	6860	1,425	–	1,496	–
355	355	224	36 + 0,5	160	20 ± 0,4	0,30	6860	3,02	3,26	3,171	0,26

* Дополнительный типоразмер.

Таблица 31.5. **Конические пластмассовые катушки**

Типоразмер катушки (масса провода, кг)	Диаметр, мм		Диаметр шейки, мм		Длина шейки l, мм	Толщина щеки S (с предельным отклонением), мм	Допуск на соосность осевых отверстий, мм	Разрывное усилие, Н	Масса, кг			
	первой щеки D_1	второй щеки D_2	у первой щеки d_1	у второй щеки d_2					без арматуры	с арматурой	полистирола	металла
200/315(25)	200	190	125	112	265	25 + 0,3	0,3	6860	1,25	–	1,313	–
250/270(25) *	250	235	180	160	234	18 + 0,3	0,3	6860	1,38	1,45	1,45	0,08
250/400(50)	250	236	160	140	335	32,5 + 0,5	0,5	8820	2,25	2,87	2,363	0,68
280/360(50) *	280	250	180	160	320	20 + 0,3	0,5	8820	2,21	3,0	2,21	1,0
315/500(90)	315	300	200	180	425	37,5 + 0,8	0,5	10780	4,35	5,3	4,568	1,24
400/630(180)	400	375	250	224	530	50 + 1,0	0,5	14700	7,3	1,0	8,138	4,8

* Не перспективная, в новых разработках не применять.

поверхностях щек и посадочных конусов не допускаются облой и следы литников. Щеки составных катушек присоединяются к шейке полистирольным клеем. Цилиндрическую катушку 355 и конические 250/400, 315/500 и 400/630 допускается изготовлять разъемными. Щеки катушек присоединяют к шейке стяжными шпильками. Концы шпилек и щек не должны выступать за края катушек. Проворачивание щек относительно шейки не допускается. Показатель текучести расплава от 1,5 до 10 г/мин.

31.4. ДЕРЕВЯННЫЕ КАТУШКИ

Деревянные катушки составные, изготовляемые по ОСТ 16.0.684-341-78 (рис. 31.4), применяются для намотки эмалированных и обмоточных проводов. Размеры катушек приведены в табл. 31.6. Щеки катушек изготовляют из фанеры марок ФСФ, ФК сорта не ниже АВ/В по ГОСТ 3916-69, шейки – из березы. Допускается изготовление щек

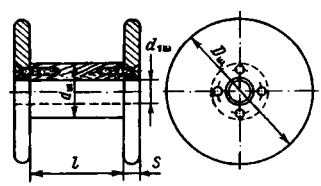


Рис. 31.4. Деревянная составная катушка

из бука, клена и граба I, II сортов по ГОСТ 9462-71. Влажность древесины для шеек должна быть не более 15%. Щеки прикрепляются к шейке плотно с помощью клея, гвоздей или шурупов. Гвозди должны быть предварительно выдержаны в подсоленной воде или 10%-ном растворе соляной кислоты до появления ржавчины. Гвозди вбиваются под углом 20–25° к оси катушки. На одной щеке катушки должно быть отверстие для поводка, а на другой щеке, вплотную к шейке, должно быть отверстие для вывода

Таблица 31.6. **Деревянные катушки**

№ катушки	Диаметр, мм					Длина шейки l, мм	Толщина щеки S, мм
	щеки $D_{щ}$	шейки $d_{ш}$	осевого отверстия $d_{1ш}$	поводкового отверстия	отверстия для провода		
8	190	80	16,5	–	5	75	8 + 1
8а	160	80	16,5	–	5	75	8 + 1
8б	160	65	16,5	–	5	75	8 + 1
9	190	80	36,0	–	5	106	10 + 2
10	190	90	36,0	15	5	150	10 + 2
11	250	90	40,0	15	5	150	12 – 2
11а	250	90	36,0	15	5	120	8 + 2
12	270	140	45,0	15	5	120	8 – 2
12а	250	140	23,0	15	5	160	12 – 2

конца провода. Поверхность катушки должна быть чистой, шероховатость не должна превышать для внутренней стороны 100, наружной 320 мкм по ГОСТ 7016-82. Поверхность должна быть лакированной. Намотка проводов на катушки производится плотными ровными рядами без перекрещивания витков. Расстояние между верхним витком провода и краем щеки катушки должно быть не менее 3 мм для провода с токопроводящей жилой диаметром до 0,05 мм включительно и не менее 5 мм – свыше 0,05 мм.

31.5. УПАКОВКА

Кабели и провода наматываются на барабаны, катушки рядами без ослабления и перепутывания витков. При выборе размеров (номеров барабанов, катушек, бухт и специальных контейнеров) необходимо соблюдать минимально-допустимый диаметр изгиба изделия, устанавливаемый в нормативно-технической документации на кабели и провода; число строительных длин или отрезков на барабане, катушке или в бухте должно быть не более трех, одной и той же марки, сечения и размера и номинального напряжения. Кабели связи коаксиальные и симметричные наматывают на барабан одной строительной длиной. Длина отрезков на барабане указывается последовательно, начиная с верхнего. Упаковка изделий для районов Крайнего Севера и труднодоступных районов производится в соответствии с ГОСТ 15846-79. Барабаны, бывшие в употреблении (кроме № 30), для кабелей экспортного исполнения не применяются. На барабане № 30 и катушках, бывших в употреблении, для кабелей экспортного исполнения не должно быть трещин, сколов, забоин грязи, старой маркировки. Деревянные катушки должны быть покрыты лаком. Для внутрисоюзных поставок допускается применение импортных барабанов. При отгрузке двух и более грузовых мест (за исключением барабанов) в адрес одного грузополучателя они должны быть объединены в транспортные пакеты в соответствии с ГОСТ 21929-76. При применении многооборотной тары старая маркировка закрашивается.

Упаковка кабелей и проводов, намотанных на деревянные барабаны, должна соответствовать ГОСТ 5151-79Е, а металлических – ОСТ 16.0.684-014-80. При поставке кабелей и проводов на экспорт наружные стороны щек деревянных барабанов окрашивают; поставка изделий на экспорт на металлических барабанах запрещается, кроме случая, когда поставкой оговорен возврат металлических барабанов. Концы каждой строительной длины кабелей, намотанных на барабаны, должны быть закреплены, выведены между витками и доступны для испытаний. Нижний конец должен быть выведеи за щеку барабана. Длина нижнего коица, подвергающегося испытанию электрическим напряжением, оговаривается нормативно-технической документацией на кабели и провода; конец, выведенный за щеку барабана, должен быть защищен. Верхний конец крепится врастяжку к обеим внутренним плоскостям щек или к одной стороне щеки при помощи металлических скоб или гвоздей способом, исключающим повреждение изделия. При креплении верхнего конца врастяжку (кроме бронированных кабелей и неизолированных проводов) применяется шнур из синтетического материала или кабельная пряжа, для бронированных кабелей и неизолированных проводов – стальная оцинкованная проволока. Верхний конец кабеля, поставляемого на металлических барабанах (кроме неизолированных проводов) крепят перевязочным материалом, обматывая его вокруг шейки барабана и закрепляя. Концы кабелей в резиновой, ПВХ или ПЭ оболочках герметично заделывают колпачками, обматывают лентой, соответствующей материалу оболочки, или горячим

Гвозди			Шурупы			Рекомендуемые диаметры провода, мм
Количество на одну щеку, шт.	Марка	Размеры, мм	Количество на одну щеку, шт.	Марка	Размеры, мм	
6	П	2,5 × 50	5	А	3,5 × 40	0,355–0,96
6	П	2,5 × 50	5	А	3,5 × 40	0,355–0,96
6	П	2,5 × 50	5	А	3,5 × 40	0,355–0,96
6	П	2,5 × 50	5	А	3,5 × 40	0,41–1,68
8	П	3,0 × 70	5	А	3,5 × 40	0,40–2,5
8	П	3,0 × 70	5	А	3,5 × 40	1,04–2,5
6	П	3,0 × 70	5	А	3,5 × 40	1,01–2,5
8	П	3,0 × 70	8	А	3,5 × 50	0,38–2,12
10	П	3,0 × 70	10	А	3,5 × 50	1,62–4,0

способом, концы кабелей в металлической оболочке запаивают припоем или заделывают металлическими колпачками. Верхний слой обмоточных проводов, кроме проводов с монолитной изоляцией, а также поставляемых на экспорт, не имеющих защитных покрытий, обертывают влагонепроницаемым материалом, закрепляют перевязочным материалом или заклеивают. Барабаны обшивают или обматывают матами, кроме барабанов с кабелями связи (коаксиальиыми или симметричными), которые обертывать матами ие допускается. При поставках кабелей на экспорт барабаны должны иметь сплошную обшивку, барабаны до № 8 включительно допускается обертывать упаковочным материалом. Упаковка кабелей, намотанных на деревянные и металлические барабаны или пластмассовые катушки, производится в соответствии с нормативно-техиической документацией. Верхний конец кабеля или провода закрепляют петлей иа шейке катушки или выводят на щеку. Концы нижних отрезков и нижний конец последнего отрезка с волокнистой, эмалево-волокнистой, стекловолокнистой и эмалево-стекловолокиистой изоляцией выводят между витками на щеку катушки, верхний конец последнего отрезка закрепляют петлей на шейке катушки или закручивают с нижними концами. Нижний конец отрезка провода с эмалевой изоляцией закрепляют на шейке катушки иаложеиием на него последующих витков. Катушку с проводом обертывают одним слоем оберточной бумаги или пластмассовой пленки. Обертку закрепляют верхним концом провода, перевязочным материалом или склеивают. Ширина обертки должна быть не менее расстояиия между щеками катушки (длиа шейки). Катушки с проводом упаковывают в ящики, пакеты на поддонах или укладывают в коитейнеры. В ящики упаковывают провода на катушках со щекой диаметром до 160 мм и при мелких отправках на катушках со щекой диаметром свыше 160 мм. При железнодорожных, автомобильных отгрузках, включая контейнерные, провода на катушках со щекой диаметром до 160 мм укладывают с помощью лотков, а со щекой диаметром свыше 160 – с помощью прокладок. Перед укладкой в ящик (деревянный или из гофрироваиного картона) катушки со щеками диаметром до 125 мм укладывают в стопы по ширине или длиие ящика. Допускается размещать катушки в гнездах из картона. Перед укладкой катушек или стоп в ящик на дно укладывают два листа упаковочного водонепроницаемого материала для проводов с эмалевой, волокиистой, эмалево-волокнистой, стекловолокнистой, эмалево-стекловолокнистой и бумажной изоляцией, для других проводов – два листа упаковочного материала. Концы листов отгибают за боковые и торцовые стенки ящика, размер выступающей части должен быть не менее высоты ящика. Стопы или катушки укладывают в ящик рядами по ширине или длине ящика и слоями по высоте, каждый слой перекладывая листом картона толщиной 1–5 мм. После укладки катушки или стопы закрывают по всей поверхиости выступающими концами влагонепроницаемого или упаковочного материала. Упаковываиие должно быть плотным, свободиое простраиство заполнено отходами упаковочного материала. Ящики с упакованным проводом стягивают по торцам упаковочной лентой или проволокой. Концы ленты соединяют внахлест или в замок. Концы проволоки свивают. Бухты провода перевязывают не менее чем в трех местах. Бухты катанки и подката массой до 150 кг и провода длиной до 50 м перевязывают проволокой ие меиее чем в двух местах, приблизительно равномерно распределеииой по окружности. Бухты проволоки перевязывают мягкой проволокой, катанку и прокат – отходами, соответствующими материалу полуфабриката. Маломерные бухты одной марки и сечения собирают в стопы и

перевязывают в одном месте. Перевязанные бухты или стопы бухт обертывают упаковочным материалом или укладывают в мешки. Бухты упаковывают в ящики, мешкн, в пакеты на поддонах, в барабаны картонные навивные нли укладывают в контейнеры. При малых отправках железнодорожным транспортом мешки зашивают машинным способом. Масса груза в мешке не должна превышать 80 кг. Упаковка бухт в ящики производится таким же способом, как и катушек. При отгрузке бухт провода с пластмассовой и резиновой изоляцией крытым автомобильным или железнодорожным транспортом допускается не укладывать их в транспортную тару. Без транспортной тары отгружают проволоку, намотанную на металлические катушки со щекой диаметром свыше 160 мм, проволоку диаметром выше 1,0 мм в бухтах, шины, полосы и коллекторную медь. Проволоку, намотанную на металлнческие катушки, обертывают картоном, упаковочной тканью или двумя слоями упаковочной бумаги и оберткой, одним слоем пластмассовой пленки. Проволока в бухтах должна быть обернута пластмассовой пленкой, упаковочной тканью или другим упаковочным материалом. Упаковка товаросопроводительной документации производится по ГОСТ 23216-78. При упаковке кабелей и проводов на деревянных барабанах ее укладывают в специальный карман, расположенный на внутренней стороне щеки барабана. При упаковке на металлических барабанах документацию укладывают под обертку и закрепляют перевязочным материалом. Упаковка продукции, поставляемой в страны с тропическим климатом, осуществляется так же, как и для внутрисоюзных поставок. Крепление концов должно осуществляться скобами из оцинкованного железа, оцинкованной проволокой, антисептированной кабельной или синтетической пряжей. Верхние слои кабеля на барабанах под обшивкой должны быть обернуты ПЭ и ПВХ пленкой, на катушках – двумя слоями ПЭ или ПВХ пленки и перевязаны антисептированным шнуром или шнуром из синтетического материала. Катушки с проводами укладывают в чехлы из ПЭ пленки толщиной не менее 0,15 мм и укладывают в деревянные ящики. Упаковка продукции в ящики нз гофрированного картона не допускается. Пачки шин, полос и коллекторной меди обматывают ПЭ или ПВХ пленкой или водонепроницаемой бумагой с перекрытием и обертывают упаковочной тканью или ПВХ пленкой, укладывают в деревянные ящики или защищают деревянными рейками, скрепленными оцинкованной проволокой. Стальная лента для барабанов н проволока для ящиков должны быть оцинкованы.

31.6. МАРКИРОВКА

Маркировку наносят на барабаны, кабельную арматуру, оболочку или изоляцию кабеля или провода, мерную ленту или ярлыки, прикрепляемые к барабану, катушке, бухте. Условное обозначение продукции допускается наносить на ящики с упакованными проводами. Маркировка кабелей и проводов, намотанных на барабан, производится на наружной стороне щеки барабана, или внутренней стороне шейки металлического барабана, или на металлическом или фанерном ярлыке. Допускается применять картонные ярлыки илн ярлыки из плотной бумаги для барабанов до № 10. Провода, намотанные на катушку, маркируются на ярлыках, изготовленных из плотной бумаги или картона, провода, намотанные в бухту, и автокомплекты – на ярлыках, изготовленных из металла, фанеры, картона или плотной бумаги. Маркнровка продукции, отправляемой без дополнительной упаковки в транспортную тару (катанки, шин, проволоки и др.), производится на фанерных, металлических, картонных ярлыках или ярлыках нз плотной бумаги. При отправке кабелей и проводов одного размера, одной марки и к одному грузополучателю (за исключением поставок на экспорт) ярлыки должны быть прикреплены не менее чем в 10 местах, в том числе не менее двух ярлыков у дверей вагона. Кабельная арматура маркируется непосредственно на изделии или на ярлыке. Маркировочные данные об изделии при групповой упаковке в транспортную тару должны быть нанесены на ярлыках, упакованных внутрь тары. Крепление ярлыков к барабанам, бухтам производится перевязочным материалом (шпагатом, проволокой), или приклеиванием к щеке металлических барабанов, или прибиванием гвоздями к щеке деревянных барабанов. Ярлыки из плотной бумаги приклеивают к щеке катушкн нли наружной стороне упаковочной бумаги. Ярлыки из картона привязывают. Крепление ярлыков бумажным шпагатом не разрешается. Для обмоточных и монтажных проводов, испытываемых в воде, допускается крепление ярлыка к концам намотанного провода. На ярлыке из картона и плотной бумаги должно быть одно или два отверстия, отстоящих от верхнего края ярлыка не менее чем на 10 мм.

Металлнческие ярлыкн должны быть стойкими к коррозии или иметь защитные

покрытия, предохраняющие маркировку. Ярлык из картона или плотной бумаги, прикрепленный к наружной стороне щеки барабана, должен быть защищен от воздействия влаги. Поверхность ярлыка из фанеры должна быть чистой, ровной, толщиной не менее 3 мм, края – ровными без зазубрин. Маркировку наносят одним из способов: литографией, окраской, тиснением, с помощью мерной опознавательной ленты; маркировку на металлические ярлыки наносят краской, фотоспособом, выбиванием с последующим покрытием атмосферостойким лаком (за исключением ярлыков из алюминия), литографией. Маркировку на фанерный, картонный, бумажный ярлык наносят штампом, типографским способом или от руки несмываемой краской или пастой темного цвета. Маркировку на барабаны наносят по трафарету несмываемой краской. Высота букв и цифр должна быть не менее 1,5 мм. Маркировка продукции должна содержать следующие данные: массу в килограммах (для проводов, учитываемых по массе), длину кабелей и проводов в метрах (для изделий, учитываемых по длине), ГОСТ или ТУ на кабели и провода, подпись «Сделано в СССР», розничную цену (для товаров народного потребления), табельный номер, маркировку транспортной тары по ГОСТ 14192-77 с обязательным нанесением манипуляционного знака «Осторожно, хрупкое» или других данных, установленных в нормативно-технической документации на кабели н провода. На наружной стороне щеки барабана предусмотрена предупредительная подпись «Не класть плашмя» и стрелка, указывающая направление вращения барабана при его перекатывании.

31.7. ХРАНЕНИЕ

При хранении барабаны с кабелем или проводом не должны лежать плашмя. Барабаны с кабелем или проводом (кроме кабелей и проводов с изоляцией из влагопоглощающих материалов с эмалевой, эмалево-волокнистой и другой изоляцией) следует хранить на открытых специально оборудованных площадках, кабели связи (при комплектации) – на строительных кабельных площадках в течение срока, не превышающего 6 мес. В таре предприятия-изготовителя или в бухтах провода с волокнистой, эмалевой, эмалево-волокнистой изоляцией и изоляцией из других влагопоглощающих материалов следует хранить только в закрытых помещениях. Концы кабелей при хранении должны быть защищены от попадания влаги, а кабели и провода – от механических воздействий, а также воздействия паров кислот, щелочей и других агрессивных сред на тару и продукцию, а также от солнечных лучей, атмосферных осадков и пыли. При распаковке катушки устанавливают на стеллажи; каждый ряд катушек, установленных на щеку, должен быть переложен листом фанеры или картона. Обертку с катушек и бухт следует снимать только перед использованием провода. Хранить катушки и бухты без обертки (кроме случаев, где она не предусмотрена) не разрешается. Хранение бухт навалом не допускается.

31.8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование кабелей и проводов производится всеми видами транспорта в соответствии с предусмотренными правилами перевозок для каждого вида транспорта, с учетом максимального использования вместимости (грузоподъемности) транспортных средств. При транспортировании кабели и провода не должны подвергаться воздействию паров кислот, щелочей и других агрессивных сред, воздействующих на оболочку и защитные покрытия. При транспортировании барабаны не должны лежать плашмя (на щеке), за исключением авиационных перевозок. Перекатывание барабанов следует производнть по стрелке, указывающей направление вращения. При транспортировании барабаны должны быть закреплены (при железнодорожных перевозках – в соответствии с условиями погрузки и крепления грузов). При креплении барабанов запрещается пробивать доски щек и обшивки барабанов гвоздями и скобами. При транспортировании в полувагонах барабаны № 16–30 устанавливают в один ярус, барабаны № 10–14 – в два яруса, № 5–8 – в три яруса. Барабаны, устанавливаемые в два-три яруса, должны быть обшиты. Транспортирование барабанов с кабелем № 10 и выше железнодорожным и водным транспортом без обшивки или обертки матами не допускается. При автомобильных перевозках высота укладки ящиков не должна превышать высоты борта машины или прицепа более чем на половину высоты ящика. Высота укладки катушек не должна превышать высоты борта машины. При укладке должны соблюдаться манипуляционные знаки 1; 3 и 11 соответственно ГОСТ 14192-77. Кабели и провода укрывают брезентом и сверху закрепляют веревками. Транспортирование проводов с волокнистой, эмалевой, эмалево-волокнистой и другим

влагопоглощающим материалом производится в крытых транспортных средствах. При мелких отправлениях железнодорожным транспортом не разрешается применять решетчатые ящики и ящики из гофрированного картона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бачелис Д. С., Белоруссов Н. И., Саакян А. Е.** Электрические кабели, провода и шнуры (Справочник)/Под ред. Н. И. Белоруссова. – 3-е изд. М.: Энергия, 1971.

2. **Белоруссов Н. И., Саакян А. Е., Яковлева А. И.** Электрические кабели, провода и шнуры (Справочник)/Под ред. Н. И. Белоруссова. – 4-е изд. М.: Энергия, 1979.

3. **Белоруссов Н. И.** Электрические кабели и провода. М.; Энергия, 1971.

4. **Белоруссов Н. И., Гроднев И. И.** Радиочастотные кабели. – 3-е изд. М.: Энергия, 1973.

5. **Бибергаль Л. А., Нагн Н. А., Соломовник С. С.** Кабели и провода для электронной аппаратуры. Л.: Энергия, 1964.

6. **Брискер А. С., Руга А. Д., Шарле Д. Л.** Городские телефоиные кабели (Справочник)/Под ред. Д. Л. Шарле. М.: Радио и связь, 1984.

7. **Глупушкин П. М., Саакян А. Е., Щербаков Д. П.** Кабельные резины. М.: Энергия, 1966.

8. **Монтажные** провода для электронной аппаратуры/А. Л. Гольдберг, В. П. Иноземцев, Л. И. Кранихфельд и др./Под ред. Л. Н. Кранихфельда. – 2-е изд. М.: Энергия, 1973.

9. **Горбенко Л. А., Месенжник Я. З.** Кабели и провода для геофизических работ. М.: Энергия, 1977.

10. **Городецкий С. С., Лакерник Р. М.** Испытание кабелей и проводов. М.: Эиергия, 1971.

11. **Гроднев И. И.** Кабели связи. – 2-е изд. М.: Энергия, 1976.

12. **Дикерман Д. Н., Кунегин В. С.** Провода и кабели с фторопластовой изоляцией. М.: Энергоиздат, 1982.

13. **Кабыстивв Г. Ф.** Обмоточные провода с волокиистой изоляцией и технология их производства. – 2-е изд. М.: Энергия, 1976.

14. **Кранихфельд Л. И., Веселовский С. Б., Фролов В. Г.** Кабели управления и контрольные. М.: Энергия, 1975.

15. **Кранихфельд Л. И., Рязанов И. Б.** Теория, расчет и коиструирование кабелей и проводов. М.: Высшая школа, 1972.

16. **Ларни Ю. Т.** Оптические кабели. М.: Энергоатомиздат, 1984.

17. **Ларнив Э. Т.** Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии. М.: Энергоатомиздат, 1984.

18. **Майофвс И. М.** Химия диэлектриков. М.: Высшая школа, 1970.

19. **Макеев А. С., Рабжаев В. Б., Бабич Г. М.** Автотракторные провода и жгуты проводов. М.: Эиергоиздат, 1981.

20. **Месевжник Я. З.** Кабели для нефтегазовой промышлеиности. Ташкент: ФАН, 1973.

21. **Нвкотии П. П., Перфвлетов А. Н., Камниский В. С.** Материалы кабельного производства. Л.: Госэнергоиздат, 1963.

22. **Озерной М. И., Соболев В. Г.** Шахтные гибкие кабели. М.: Недра, 1966.

23. **Пешков И. Б.** Эмалированные провода. – 2-е изд. М.: Энергия, 1975.

24. **Пешков И. Б.** Обмоточные провода. М.: Энергия, 1983.

25. **Освовы** кабельной техники/В. А. Привезеицев, И. И. Гроднев, С. Д. Холодный и др./Под ред. В. А. Привезенцева. – 2-е изд. М.: Энергия, 1975.

26. **Саакяи А. Е.** Технический контроль производства кабелей, проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1957.

27. **Сучков В. Ф., Светлова В. И., Фникель Э. Э.** Жаростойкие кабели с магнезиальной изоляцией. М.: Энергоатомиздат, 1984.

28. **Сычев Л. И., Реут Л. З.** Шахтные гибкие кабели. М.: Недра, 1971.

29. **Укстин Э. Ф., Худикова В. А.** Измерения характеристик кабелей электросвязи. Л.: Энергия, 1967.

30. **Финкель Э. Э., Брагинский Р. П.** Нагревостойкие провода и кабели с радиационно-модифицированиой изоляцией. М.: Энергия, 1975.

31. **Эйльман Л. С., Королев В. И., Цесарский В. М.** Проводниковые материалы для кабелей и проводов. М.: Энергия, 1966.

32. **Шарле Д. Л.** Конструирование и расчет городских телефонных кабелей. М.: Эиергоиздат, 1982.

33. **Шенгер Л. Ф.** Расчет конструкций кабелей, проводов и шнуров. М.: Госэнергоиздат, 1960.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

А 35, 37
ААБвГУ 45, 59
ААБвУ 45
ААБлГУ 45, 56
ААБлГЭ 45, 51
ААБлУ 45, 56
ААБлЭ 45
ААБ2лУ 45
ААБ2лШвУ 45, 56
ААБ2лШпУ 45, 56
ААГУ 45, 56
ААПлГУ 45, 52
ААПлУ 45, 56
ААПлШв 45, 52
ААП2лГУ 45, 56
ААП2лУ 45, 56
ААП2лШв 45, 56
ААШвУ 45, 56
ААШвЭ 45
ААШпсУ 45
ААШпУ 45, 56
АВАШв 90, 103
АВБ6Шв 90, 95
АВБВ 91, 103
АВВГ 90, 95
АВВГ-С 92
АВГ 154
АВРБ 107, 114
АВРБГ 107, 114
АВРБн 107, 112
АВРТ 107, 114
АВРТБ 107
АВРТБГ 107
АВРТБн 107, 112
АВРТГ 107
АВТВ 154
АВТВУ 154
АВТУ 154
АЖ 35, 38
АЖкп 35, 39
АКВБ6Шв 251, 257
АКВВБ 257
АКВВБ6Г 251, 257
АКВББГ 251, 257
АКВВГ 251, 257
АКВВГэ 251
АКВВГП 251, 257
АКВВГЭ 251, 257
АКНР 208, 214
АКНРП 208, 214
АКНРУ 208, 214
АКНРЭ 208, 214
АКП 35, 37
АКПБ6Шв 251, 260
АКПВБ 251, 260
АКПВБ6Г 251, 260
АКПВБГ 251, 260
АКПВГ 251, 260
АКПВГ–П 251
АКПВПГ–П 260
АКПсБ6Шв 251, 260
АКПсВБ6Г 251, 260
АКПсВБГ 251, 260
АКПсВГ 251, 260
АКПсВБ–П 251, 260
АКПсВГЭ 252, 260
АКРВБ 250, 255
АКРВББГ 250, 255
АКРВБГ 250
АКРВГ 250
АКРВГЭ 250, 255
АКРНБ 250, 255
АКРНБ6Г 250, 255
АКРНБГ 250, 255
АКРНГ 250, 255
АКРПТ 135, 151
АКРПТн 135, 151
АМГ 500
АМГЛ 500
АМПВ 154, 166
АМППВ 154, 166
АН 35, 38
АНКП 35, 38
АНРБ 107, 113
АНРБГ 107, 113
АНРГ 107, 109
АОАБлУ 69
АОСБГУ 45, 69
АОСБУ 45
АОСБлУ 45, 69
АОСБ2лГУ 69
АОСБнУ 45
АОСБлнУ 69
АОСКУ 45
АОСКлУ 69
Ап 35, 37
АПБ 457, 463
АПБ6Шв 90, 95
АПБД 457, 462
АПБУ 457
АПВ 154, 164
АПВГ 90, 95
АПвАШв 91, 103
АПвБ6Шв 91, 95
АПВГ–С 92
АПвВГ 91, 96
АПВУ 164
АПвВ 92
АПвВГ 92, 95
АПвВШв 92, 97
АПвП 92
АПвПс 92
АПсГ 35, 37
АППВ 154, 164
АППР 153, 162
АПРИ 153, 162
АПРН 153, 162
АПРТО 153, 162
АПРФ 153, 161
АпС 35, 39
АПсБ6Шв 90, 95
АПсВГ 90, 96
АПСВГ 95
АПсВГ-С 92
АПСД 457, 488
АПсК 35, 39
АПсКП 35
АПсКс 35, 39
АРТ 153, 161
АС 35, 39
АСБвУ 52, 60
АСБГУ 46, 66
АСБлУ 46, 53, 60
АСБ2лГУ 46, 67
АСБ2лУ 46, 55, 66
АСБУ 45, 60
АСБнУ 46, 55, 59
АСБ2лШвУ 46, 57
АСБлнУ 46, 55
АСБЭ 46
АСГУ 46, 55, 66
АСК 35, 39
АСКлУ 46, 66
АСКП 35, 39
АСКС 35, 39
АСПГУ 46, 66
АСПлУ 46, 60
АСП2лГУ 46, 60
АСП2ЛУ 46, 66
АСПлнУ 46, 60
АСПУ 46, 66
АСРБ 107, 113
АСРБГ 107, 110
АСРБ2лГ 107, 110
АСРГ 107, 109
АСШвУ 46, 60
АСШвЭ 46
АТРВ 381, 386
АТРП 381, 386
АТСДИВ 392
АТСКВ 392
АТСНВ 392
АТСРВ 392
АТСШВ 392
АШП 117, 126
АШТ 117, 126

Б

Б 35, 42
БИН 194, 202
БИН-Н 194, 202
БИНЭ 194, 202
БИНЭ-Н 194, 202
БИНЭ3 199, 202
БИНЭ3–Н 199, 202
БПВЛ 190, 203
БПВЛА 195, 203
БПВЛМ 195, 203
БПБЛМЭ 194, 203
БПВЛЭ 194, 203
БПГРЛ 194, 203
БПВЭ 199
БПВЛМ 200
БПВЛМЭ 200
ВПГРЛ 194, 203
БрФ 36, 44
БрФО 36, 44
БС 35, 42
БСФО 195, 204
БСФЭ 195, 204

В

ВАШв 90, 101
ВББ 91, 103
ВБ6Шв 90, 96
ВВГ 90, 96
ВКАП 329
ВКПАП 329, 346
ВКПАП–10 329
ВКПАПБГ 329, 346
ВКПАПБГ-10 329
ВКПАПБШп 329, 346
ВКПАПБШп-10 329
ВКПАПКШп 329
ВКПАПСтШп 329
ВКПАПСтШп-10 329
ВКПАПт 329, 346
ВКПАПт–10 329
ВКПАПут 329, 946
ВКПАПут–10 329
ВКПАПСтБГ 346
ВКР–18 294, 325
ВП 117
ВПВ 154, 166
ВПП 154, 166
ВПСЭК 380, 387
ВРБ 107, 112
ВРБГ 107, 112
ВРБН 107, 109
ВРТБ 107, 112
ВРТБГ 107, 112
ВРТБн 107, 112
ВРТГ 107, 109

Г

ГКРЛ 146
ГПМП 243, 249
ГПСМП 243, 249
ГПСМПО 243, 249
ГРШЭП 117, 123
ГРЭ 135, 147
ГСМ 243, 249

З

ЗКАБп 334, 359
ЗКАКпШп 334, 359
ЗКАШп 334, 359
ЗКВ 334, 359
ЗКВБ 334, 359
ЗКВК 334, 359
ЗКП 334, 359
ЗКПБ 334, 359
ЗКПК 334, 359

К

КАТВ 294, 328
КАТП 294
КБКЭ 325
КВБ6Шв 251, 257
КВВБ 251, 257
КВВБГ 251, 257
КВВБ6Г 251, 257
КВВБн 251, 257
КВВГ 257
КВВГз 251
КВВГЭ 251, 257
КВВГ-П 251, 257
КВГВ 135, 150
КВГРЭ 134, 136
КВКРВБ 209, 229
КВМЭ 380, 385
КВМЭ-П 380, 385
КВОРН-3 135, 142
КВОРН-6 135, 142

КВП6Шв 251, 257
КВСК 195, 204
КВТРВБ 209, 229
3КВР-75 134, 136
3КВР-150 131, 136
3КВЭЛ 134, 137
4КВЭЛ 134, 137
КГ 132, 133
КГ1-2-50кШ 242
КГ1-30-50 242, 246
КГ1-30-180 241, 246
КГ1-50-90К 231, 246
КГ1-55-90 241, 246
КГ1-55-180 241, 246
КГ1-70-250 241, 246
КГ3-3-70Ш 242, 247
КГ3-10-70ВО 242, 247
КГ3-18-70Во 242, 247
КГ3-18-70ШМ 242, 247
КГ3-40-90 242, 246
КГ3-60-90 242, 246
КГ3-60-90ПО 242, 246
КГ3-60-180 241
КГ7-70-90 242, 247
КГ7-70-180 241
КГ17-70-180ШМ 241, 247
КГВВ 268, 281
КГВЭУШ 117, 125
КГЗ 119
КГН 132, 133

КГНН-10 242, 247
КГОВЭШ 117, 125
КГП 136, 149
КГТШЭ 128, 130
КГШ 268, 283
КГЭШ 117, 121
КГЭШП 117, 125
КГЭШТ 117, 121
КИПЭ 403, 413
КМАБп-4 329, 338
КМАБп-4-60 329
КМАБпГ-4 329
КМАБпГ-4-60 329
КМАБпШп-4 329, 335
КМАБпШп-4-60 329
КМАКпШп-4 329
КМАКпШп-4-60 329
КМАШп-4 329, 338
КМАШп-4-60 329
КМБ-4 329, 338
КМБ-8/6 329, 338
КМБГ-4 329, 338
КМБГ-4-60 329
КМБГ-8/6 330, 338
КМБГ-8/6-60 330
КМБл-4 335
КМБл-8/6 330, 338
КМБл-6/6-60 330
КМБп-4 330
КМБп-4-60 330
КМБШп-4 330, 338
КМБШп-4-60 330
КМВ 403, 411
КМВВЭ 208
КМВП 403, 410
КМГ-4 330, 338
КМГ-4-60 330
КМГ-8/6 330, 338
КМГШп-4 330, 338
КМГШп-4-60 330
КМГЭ-10/60 293
КМГЭ-20/60 293
КМЖ 232, 235
КМЖВ 232, 235
КМК-4 330, 338
КМК-4-60 330, 338
КМК-8/6 330, 338
КМК-8/6-60 330, 338
КМКл-4 330, 338
КМКл-4-60 330
КМКл-8/6-60 330
КМКпШп-4 330, 338
КММ 392, 399
КМПВ 209, 222
КМПВЭ 209, 223
КМПВЭВ 209, 228
КМПЭВ 205, 228
КМПЭВЭ 209, 228
КМПЭВЭВ 209, 228
КМС-1 380, 382
КМС-2 380, 382
КМТ 404
КМЭБ-4 330, 338
КМЭБл-4 330, 338
КМЭБл-4-60 330
КМЭБп-4 330, 338
КМЭБп-4-60 330
КМЭБпШп-4 330, 338
КМЭБпШп-4-60 330, 338
КМЭК-4 330, 338
КМЭКлШп-4 330, 338
КНМСпС 257
КНМСпСп 237
КНМСН 232
КНМСНХ 232
КНМСНХ-Н 232
КНМСпН 232
КНМСС 232, 237
КНМС2С 232
КНМС3С 232
КНМСпС 232, 238
КНМСп2с 232
КНМСп3с 232, 238
КНР 208, 216
КНРк 208, 217
КНРП 208, 217
КНРПк 208, 217
КНФпТ 209, 218
КНРпТП 209, 218
КНРпТк 209, 218
КНРпТПк 209, 218
КНРпТУ 209, 218
КНРпТЭ 209
КНРпТЭк 209, 218
КНРТ 208, 216
КНРТП 208, 216
КНРТУ 208, 216
КНРТЭ 208, 216
КНРТЭк 208
КНРЭ 208, 217
КНРЭТ 208, 218
КНРЭТП 208, 218
КНРЭТУ 208, 218
КНРЭТЭк 209, 218
КНРУ 209, 218
КНРЭ 208
КОГ-1 135, 144
КОГ-2 135, 144
КП-4В 294, 325
КП-4П 294, 325
КПБШВ 251, 260
КПБК 128, 129
КПБП 128, 129
КПВ 267, 274
КПВБ 267, 274
КПВ-П 267, 274
КПВ-Пм 267, 274
КПВ-Пн 267, 274
КПВ6п 380, 382
КПВк 380, 382
КПВБ 251, 260
КПВБ6Г 251, 260
КПВБГ 251, 260
КПВГ 251, 260
КПВГ-П 251, 260
КПВР 404, 421
КПВРЭ 404
КПГ 128, 133
КПГн 128, 133
КПГс 128, 133
КПГсн 128, 133
КПГУ 128, 137
КПГК-5/18-4 331, 347
КПГК-5/18-6 331
КПГЭК-5/18-4 331
КПГЭК-5/18-6 331
КПГУ 136
КПК-5/18-2,6 331
КПК-5/18-4 331
КПК-5/18-6 331
КПК-5/18-4 + 4 331
КПК-5/18-4 + 6 331
КПК-5/18-6 + 6 331
КПК-9,2/34,5–4 331, 347
КПК-9,2/37,5-6 331, 347
КППв 380, 382
КППб1Шв 251, 260
КППР 404, 421
КППР(М) 404, 421
КППРО 404, 421
КППРЭ 404, 421
КППРЭО 404, 421
КППЭ 403, 413
КПТО 294, 328
КПТС 294, 328
КПТС-41 325
КПсБ6Шв 251, 260
КПсВБ6Г 251, 260
КПсВБГ 251, 260
КПсНБн 251, 260
КПсВБ 252
КПсВГ 251, 260
КПсВГ-П 251, 260
КПсВГЭ 252, 260
КПсПб1Шв 252
КПСРВМ 184, 187
КПСРМ 184, 187
КПТА 287, 328
КПТМ 289, 328
КПЭБ-5/18 331, 347
КПЭК-5/18-4 331, 347
КПЭК-5/18-6 331, 347
КПЭК-5/18-4 + 4 331, 347
КПЭК-5/18-4 + 6 331, 347
КПЭК-5/18-6 + 6 331, 347
КПЭС 135, 145
КРВБ 250, 255
КРВБ6Г 250, 255
КРВБГ 250, 255
КРВБН 250
КРВГ 250, 256
КРВГЭ 250, 255
КРГД 266
КРЗ 135, 144
КРКВ 208, 220
КРКВЭ 208, 220
КРВПМ 380, 390
КРВПС 380, 390
КРК 380
КРМТ 184, 191
КРПСТ 184, 191
КРНБ 250, 255
КРНБ6Г 250, 258
КРНБГ 250, 255
КРНБн 250
КРСБ 251, 255.
КРСБГ 251, 255
КРСГ 251, 355
КРСК 251, 255
КРНГ 255
КРСПВ 209
КРСПВЭ 209
КРСБ 251, 255
КРСБГ 251, 255
КРСГ 251, 255
КРСК 251, 255
КРНГ 255
КРШС 266, 270
КРШСМ 266, 279
КРШС-П 266
КРШУ 266
КРШУМ 266
КРШУЭ 266
КРВПМ 350, 390
КРПЛС 380, 390
КРШУЭМ 266
КРЭТВ 266
КСВ 380, 382
КСКПЭ 380, 382
КСКПЭп 380, 382
КСКЭ 380, 352
КСКЭМ 380, 382
КСПВ-27 149
КСПЗП 334, 361
КСПЗПБ 334, 361
КСПЗПк 361
КСПП 334, 361
КСППБ 334, 361
КСППБт 334, 361
КСППЗПБт 334, 361
КСР 136, 149
КСРПВ 232
КСРПВЭ 232
КТМСМ(ХК) 232, 239
КТМСпМ(ХА) 232, 239
КТМСпМ(ХК) 232, 239
КТМС(ХК) 232
КТМСп(ХК) 232, 239
КТП 380, 385
КТПВ 380, 386
КТПЭВ 380, 386
КТС 380, 385

КТШЭ 128, 130
КТШЭ-П 128, 130
КУГВВ 265, 283
КУГВВЭ 265, 283
КУГВЭВ 268, 283
КУТРТ 212, 266
КУДФРУ 268, 280
КУДФЭРУ 268, 284
КУПВ 267, 278
КУПВ-П 267, 278
КУПВ-Пм 267, 279
КУПВ-Пн 267, 279
КУПКР-П 217
КУПР 267, 276
КУПР-Пм 267, 276
КУПР-Пн 267, 276
КУПР-500 268, 281
КУПР-П 267, 276
КУС 268, 284
КЦПВ-74 243, 249
КШВГТ-10 117, 119
КШВГЭВ 117
КЭВ 266

Л

ЛЛПСА 404
ЛЛПСВ-100 404, 423
ЛЛПСВ-120 404, 423
ЛЛПСВ-150 404, 423
ЛЛПСВ6-150 404, 423
ЛПВ 404, 423
ЛПП 404, 423
ЛППВ 404, 423
ЛППЛ 404, 419
ЛПРГС 195, 201
ЛПРГСЭ 195, 201
ЛСО-2 404, 422
ЛСВ-4 404, 422
ЛСП-2 404, 422
ЛСП-4 404, 422
ЛТВ-В 381, 386
ЛТВ-П 381, 386
ЛТР-В 381, 386
ЛТР-П 381, 386
ЛЭВ 457, 470
ЛЭЛ 457, 470
ЛЭЛД 457
ЛЭЛО 457, 470
ЛЭЛО-Е 457, 471
ЛЭНП 457, 471
ЛЭП 457, 470
ЛЭПКО 457, 470
ЛЭПШО 457, 471
ЛЭТ 457, 470
ЛЭТЛО 457, 470
ЛЭШД 457, 470
ЛЭШО 457

М

М 35, 41
МА 500, 501
МВДТ 46, 84
МВДТк 46
МВЭВ 403
МГ 500, 501
МГДПО 403, 415
МГСЛ 405, 426
МГСЛЭ 406, 426
МГСТ 405, 426
МГШ 405, 426
МГШД 405, 426
МГШДЛ 405, 426
МГШДО 405, 426
МГШДОП 405, 426
МГШВ 403, 411
МГШВ-1 403
МГШВЭ 403
МГШВЭ-1 403
МГШВЭВ 403
МГШП 403, 414
МГШПЭ 403, 414
МГЭ 500, 501
МДПО 403, 415
МДПЭО 403, 415
МЗПЭВ 392, 401
МЗРЭВ 392, 401
МК 36, 44
МКАБп 331, 357
МКАБпГ 331, 357
МКАБпШп 331, 357
МКАКпШи 331, 357
МКАШп 331, 357
МКБ 331, 357
МКБл 357
МКБАБл 331
МКБАБп 331, 358
МКБАБпШп 331, 358
МКБАКл 331, 358
МКБАКп 332, 358
МКБАКпШп 332, 358
МКБАШп 331, 358
МКБГ 357
МКБлГ 357, 345
МКГ 357
МКГШп 357
МКК 357
МККПАБл 332, 345
МККПАБлГ 332, 345
МККПАБп 332, 345
МККПАБпШп 332, 345
МККПАКл 332
МККПАКп 332
МККПАКпШп 332, 345
МККПАШп 332, 345
МККПГ 332
МККШв 334, 359
МККШп 334, 359
МКПАБл 332, 354
МКПАБп 332, 354
МКПАПпШп 332, 354
МКПАКл 332, 354
МКПАКп 332, 354
МКПАКпШп 332, 354
МКПАШп 354
МКПуАБп 332, 354
МКПуАБпГ 332, 354
МКПуАШв 332, 354
МКПуАШп 332, 354
МКПГ 332, 354
МКСАБл 332, 350
МКСАБлГ 332
МКСАБп 350
МКСАБпГ 350
МКСАБпШп 350
МКСАШп 334, 359
МКСАКПШп 350
МКСАБпГ 332
МКСАБпШп 332
МКСАБпШпу 332
МКСАКпШп 332
МКСАСБп 332
МКСАСБпШп 332
МКСАСТпШп 332
МКСАШп 332
МКСАШпу 332
МКСБ 332, 350
МКСБГ 332, 350
МКСБл 332, 350
МКСБпШп 332
МКСБШп 332, 350
МКСГШп 355
МКСГ 332, 350
МКСГСтпШп 332, 350
МКСГШп 332
МКСК 332, 350
МКСКл 332, 350
МКССгШп 332, 350
МКССтШпу 332
МКТАБп-4 330, 344
МКТАБпШп-4 330, 344
МКТАШп-4 330, 344
МКТП-4 330, 344
МКТПБ-4 330, 344
МКТС-4 330, 344
МКТСБ-4 330, 344
МКТСБГ-4 330, 344
МКТСБл-4 330, 344
МКТСК-4 344
МКТСКл-4 330, 344
МКТСШв 330, 344
МКТЦ-6/1 294, 325
МКТЦ-6/2 294, 325
МКШ 403, 405
МКЭШ 403, 408
МЛП 404, 415
МЛПГ 404, 415
МЛПЭ 404, 415
МЛТП 404, 415
МЛТПГ 404, 415
МЛТПЭ 404, 415
МНАШв 46
МНАпШв 46
МНАШву 46
МНС 46
МНСА 46
МНСК 46
МНСШв 46
МПО 404, 434
МПО33-11 404, 417
МПОЭ33-11 404, 417
МПО33-12 404, 417
МПОЭ33-12 404, 417
МПОУ 404, 414
МПОУЭ 404, 414
МПШ 500, 502
МРП 405, 418
МРМВ 380, 359
МРМП 380, 389
МРПЭ 405, 418
МРППЭ 380, 389
МРМПЭБ 380, 389
МРШМ 260
МРШНЭ 209, 219
МРШН 209, 219
МРШ-М 266, 274
МС26-12 404, 418
МС32-11 403, 413
МС36-12 418
МСО32-11 403, 413
МСЭ32-11 403, 413
МСС 84
МССА 84
МССК 84
МССШв 84
МСТП 404, 415
МСТПГ 404, 415
МСТПЛ 404, 415
МСТПЭ 404, 415
МФ 36, 44
МФО 36, 44
МШВ 403, 411
МШВ-1 403, 411
МШДЛ 405, 426
МШП 403, 314
МЭРШн-100 267, 274
МЭРШ-М 266, 274
МЭРШ-Н 266, 274
МЭРШН-100 209, 219
МЭРШНЭ-100 209, 219
МЭШДЛ 405, 426

Н

НВ 403, 408
НВГЭ 405, 408
НВК 405, 408
НВКЭ 209
НВМ 405, 408
НВМЭ 405, 408
НВЭ 405, 408
НГР 109
НГРШМ 209, 218
НЛФ 36, 44
НЛФО 36, 44
НП 403, 412
НПК 403, 412
НПКЭ 403, 412
НПЭ 403, 412
НРБ 107, 113
НРБГ 107, 113
НРГ 107, 113
НРШМ 208, 218
НРШМ–Т 135

О

ОАБлУ 69
ОАБ2лУ 70
ОАБлШвУ 70
ОК-50-1В-1/0 334, 348
ОК-50-1В-2/0 334, 348
ОК-50-1В-4/0 334, 348
ОК-50-1В-6/0 334, 348
ОК-50-1В-8/0 334, 348
ОК-50-1В-10/0 334, 348
ОК-50-1В-12/0 334, 348
ОК-50-2-4/0 335, 348
ОК-50-2-8/0 335, 348
ОК-50-3-6/0 335, 348
ОК-50-4-6/0 335, 348
ОК-50-4-8/0 335, 348
ОСБл 45
ОСБн 45

ОСБУ 45
ОСБГУ 45
ОСБлУ 70
ОСБлГУ 70
ОСБлнУ 70
ОСКУ 45
ОСКлу 70

П

ПА 35, 43
ПАЛ 154, 167
ПАЛО 154, 167
ПБ 457, 461
ПБД 457, 461
ПБДО 469
ПБП 457, 464
ПБПУ 457, 464
ПБУ 457, 463
ПБбШв 90, 95
ПВ-1 153, 164
ПВ-2 153, 164
ПВ-3 153, 164
ПВ-4 154, 164
ПВ-Л 154
ПВА 196, 201
ПВАЛ 196, 201
ПВАЭ 196, 201
ПвАШв 91, 101
ПвБбШв 91, 96
ПВБл 155, 168
ПВВ 194, 196
ПВГ 90, 95
ПвВГ 91, 95
ПВВГ 155, 169
ПВВП 191, 196
ПВДП-1 459, 494
ПВДП-2 459, 494
ПВДО 457
ПВЖ 381, 388
ПВЗС-25 91
ПВКВ 155
ПВКФ 155
ПВКФ-6 155, 169
ПВКФЭ-10 155, 169
ПВЛ 194, 196
ПВЛТ 184, 188
ПВЛТ-1 184, 188
ПВЛТТ-1 184, 188
ПВЛТЭ 184, 188
ПВЛТЭ-1 184, 188
ПВЛТТЭ-1 184, 188
ПВЛУ 191, 196
ПВЛУЭ 191, 196
ПВЛЭ 191
ПВМП-2 403, 413
ПВМП-2,5 403, 413
ПВМП-4 403, 413
ПВОО 457
ПВП 404, 420
ПВП-1 404, 420
ПВПМС 404, 420
ПВПОК 168
ПВПФ 155, 168
ПВПЭБ 457
ПВРВ 194
ПВС-5 191, 196
ПВС-7 191, 196
ПВС-9 191, 196
ПВС 174, 180
ПВСГ 91, 101
ПВФС 155
ПВФР 156, 168
ПВЧС 392, 393
ПВЭН 156, 168
ПГВА 196, 201
ПГВАБ 196, 201
ПГВАД 196, 201
ПГВАЭ 196, 201
ПГЛ 500, 505
ПГОХ 500, 503
ПГОХ 426
ПДА 457, 492
ПКСА 36
ПКСВ 392
ПКФВТ 156, 169
ПКФМТ 156, 169
ПЛВВ 404, 420
ПЛД 457, 468
ПЛМ 404
ПЛПБбГ 405, 420
ПЛПМО 405, 420
ПЛТВМК 405, 420
ПЛТВХК 405, 425
ПЛТПМК 405, 423
ПЛТПХК 405, 423
ПНСД 457
ПНЭТКСОТ 457
ПНЭТ имид 432, 435
ПНЭТП 432, 440
ПОЖ 457, 490
ПОЖ-700 457, 473
ПОЖ-КМ 495, 497
ПОЖ-НХ 495, 499
ПОЖМ 473
ППВ 154, 164
ППВМ 457, 493
ППВП 457, 493
ППЖ 380, 388
ППЛБО 457, 442
ППР 405
ППСВМ 184, 187
ППСРМ 184, 187
ППСРН 184, 187
ППСРМО 184, 186
ППСТ 184, 186
ППФ 457, 404
ППФИ-Е 457, 494
ППФИ-К 457, 494
ПРВД 153
ПРГ-6000 153, 162
ПРГИ 153, 162
ПРД 153, 162
ПРИ 153, 162
ПРКА 165, 167
ПРН 153, 162
ПРМТ 184, 191
ПРП 153, 160
ПРПВМ 380, 388
ПРППА 380, 388
ПРПМ 380, 388
ПРПСТ 184, 191
ПРС 132, 171
ПРСУ 132
ПРСП 381, 388
ПРРП 155, 161
ПРТО 153, 164
ПРФ 153, 161
ПРФл 153, 161
ПС 35, 180, 190
ПсБбШв 90, 95
ПсВГ 90, 95
ПСВЛ 154, 165
ПСВЛУ 154, 165
ПСВП 381, 388
ПСД 457, 473
ПСД-1 457, 482
ПСДл 457, 473
ПСДК 457, 482
ПСДКл 457, 473
ПСДКС 457
ПСДКТ 457, 484
ПСДКТ-А 457, 475
ПСДКТ-Л 457, 478
ПСДП 457, 485
ПСДТ 457
ПСДТ—Л 457, 473
ПСЛЛ 154
ПСОТ 457
ПСРМО 186
ПСУ-155 155, 167
ПСУ-180 155, 167
ПСШ 184, 190
ПСШ 500, 502
ПСЭО 184, 190
ПСЭШ 184, 190
ПТБ 457, 466
ПТБУ 457, 466
ПТВ 405, 427
ПТВЖ 381, 388
ПТВО 405, 427
ПТВП 405, 427
ПТВТ 405, 427
ПТВЭВ 405, 426
ПТГ-660 243, 248
ПТГВ 405, 427
ПТГВО 405, 427
ПТГВТ 405, 427
ПТГВЭВ 405, 427
ПТЛА 195, 205
ПТЛ-200 195, 205
ПТЛ-250 195, 205
ПТЛЭ-200 194, 205
ПТЛЭ-250 194, 205
ПТН 405, 421
ПТНО 405, 429
ПТНО-900 405, 429
ПТНЭ 405, 429
ПТП 405, 429
ПТПЖ 381, 385
ПТПЭ 405, 424
ПТФ 405, 426
ПТФДЭ 405, 428
ПТФЭ 405, 428
ПШЭ 457, 462
ПЩ 500, 502
ПЩМЛ 500, 502
ПЩМС 500, 502
ПЩС 500, 502
ПЩСМЛ 500, 502
ПЩСМС 500, 502
ПЭБО 457, 468
ПЭВ-1 432, 435
ПЭВ-2 432, 435
ПЭВА 432, 433
ПЭВАт 432, 433
ПЭВВП 429, 494
ПЭВД 432, 437
ПЭВДБ 432, 437
ПЭВКМ-1 495, 497
ПЭВКМ-2 495, 497
ПЭВКТ-1 495, 497
ПЭВКТ-2 495, 497
ПЭВЛ 432, 437
ПЭВММ-1 495, 496
ПЭВММ-2 495, 496
ПЭВМТ-1 495, 496
ПЭВМТ-2 495, 496
ПЭВНК-1 432, 437
ПЭВНК-2 432, 437
ПЭВНХ-1 495, 499
ПЭВНХ-2 495, 499
ПЭВСОК 495
ПЭВП 432, 470
ПЭВСОК-Л 495
ПЭВТЛ-1 432, 437
ПЭВТЛ-2 432, 437
ПЭВТЛД 432, 438
ПЭВТЛЛО 457, 467
ПЭВТЛК 432, 438
ПЭВТЛК-1 432, 438
ПЭВТЛН-1 432, 437
ПЭВТЛН-2 432, 437
ПЭЛ 432, 437
ПЭЛБД 457, 468
ПЭЛБО 457, 469
ПЭЛО 457, 467
ПЭЛШКД 457, 468
ПЭЛШКО 457, 468
ПЭКМ 495, 497
ПЭКТ 495, 496
ПЭМВ 457
ПЭМВО 457, 469
ПЭММ 495, 496
ПЭМП 432, 439
ПЭМС 495, 496
ПЭМТ 495, 496
ПЭМФ 432, 436
ПЭНХ 495, 499
ПЭПЛОТ 457, 467
ПЭС-1 432, 435
ПЭС-2 432, 435
ПЭСА 432, 433
ПЭСВ-1 432, 436
ПЭСВ-2 432, 436
ПЭСВ-3 432, 436
ПЭСВ-4 432, 436
ПЭТ-155 432, 435
ПЭТ-200 432, 435
ПЭТ имид 432, 435
ПЭТВ-1 432, 437
ПЭТВ-2 432, 437
ПЭТВ-2ТС 432, 437
ПЭТВ-БЖ 432, 437
ПЭТВр 432, 437
ПЭТВА 432, 437
ПЭТВМ 432, 437
ПЭТВП 432, 437
ПЭТВЦ 432, 437
ПЭТВПДЛ-3 457, 492
ПЭТВПДЛ-4 457, 492
ПЭТВБД 457, 489
ПЭТВЛО 457, 467
ПЭТВСД 457, 478

ПЭТВКМ 497
ПЭТВКТ 497
ПЭТММ-155 495, 499
ПЭТМТ-155 195, 496
ПЭТВСОК 495
ПЭТВСОК-Л 495
ПЭТП-155 432, 440
ПЭТП-200 432, 440
ПЭФ 432, 435
ПЭШД 437
ПЭШО 457, 467
ПЭШОКМ 497
ПЭШОКТ 497
ПЭШОММ 496
ПЭШОМТ 496

Р

РВШЭ 380
РД-15 294
РД-75-3-11 294, 323
РД-75-3-12 294, 323
РД-126 323
РД200-7-11 294, 323
РД200-7-12 294, 323
РДБ82 294, 323
РДБО-82 294, 323
РК50 287
РК50-0,6-21 287, 311
РК50-0,6-22 287, 311
РК50-1-11 287, 301
РК50-1-12 287, 301
РК50-1-21 287, 301
РК50-1-22 287, 311
РК50-1-23 287
РК50-1,5-11 287, 301
РК50-1,5-12 287, 301
РК50-1,5-21 287, 311
РК50-2-11 287, 301
РК50-2-12 287, 301
РК50-2-13 287, 301
РК50-2-12А 287
РК50-2-15 287, 301
РК50-2-16 287, 301
РК50-2-21 287, 311
РК50-2-22 287, 311
РК50-2-26 287, 311
РК50-2-34 287, 316
РК50-3-11 287, 301
РК50-3-13 287, 301
РК50-3-21 287–311
РК50-3-22 287
РК50-3-23 287, 311
РК50-3-26 287, 311
РК50-4-11 287, 301
РК50-4-13 287, 301
РК50-4-14 287
РК50-4-14ОП 287
РК50-4-15 278
РК50-4-21 288, 312
РК50-4-42 288, 320
РК50-4-46 288, 320
РК50-7-11 288, 301
РК50-7-11С 288, 302
РК50-7-12 288, 302
РК50-7-15 288, 302
РК50-7-16 288, 302
РК50-7-21 388, 312
РК50-7-22 288, 312
РК50-7-28 288, 312
РК50-7-29 288
РК50-7-44(в) 288, 320
РК50-9-11 288, 302
РК50-9-12 288, 302
РК50-9-23 288
РК50-9-44 288, 320
РК50-11-11 288, 302
РК50-11-13 288, 302
РК50-11-21 288, 312
РК50-13-15 288, 303
РК50-13-15Б 288
РК50-13-15ОП 288
РК50-13-17 288, 303
РК50-17-17 288, 303
РК50-17-51 288
РК50-17-51С 288
РК50-17-51Г 288
РК50-17-51СГ 288
РК50-24-15 288, 303
РК50-24-15Б 288
РК50-24-15ОП 288
РК50-24-16 289, 303
РК50-24-17 289, 303
РК50-33-15 289, 303
РК80-33-15Б 289
РК50-33-15ОП 289
РК50-33-17 289, 303
РК50-44-15 289, 303
РК50-44-15Б 289
РК50-44-15ОП 289
РК50-44-17 289, 303
РК74 289
РК75-1-11 289, 301
РК75-1-12 289, 301
РК75-1-13 289, 301
РК75-1-21 259, 311
РК75-1-22 289, 311
РК75-1-24 289, 311
РК75-1,5-11 289, 301
РК75-1,5-12 289, 300
РК75-1,5-21 289, 311
РК75-1,5-22 289, 311
РК75-2-11 289, 301
РК75-2-11А 289
РК75-2-12 289, 301
РК75-2-13 289, 301
РК75-2-13А 289
РК75-2-21 289, 311
РК75-2-22 289, 311
РК75-3-21 289
РК75-3-22 289, 311
РК75-3-23 289, 311
РК75-3-31 289, 316
РК75-3,7-11АИ 291, 328
РК75-3,7-11АК 291, 328
РК75-3,7-12АИ 291, 328
РК75-3,7-12АК 291, 328
РК75-3,7-13АИ 291, 328
РК75-3,7-13АК 291, 328
РК75-3,7-14АИ 291, 328
РК75-3,7-14АК 291, 328
РК75-4-11 291, 302
РК75-4-11АИ 291, 328
РК75-4-11АК 291, 328
РК75-4-11С 291, 302
РК75-4-12 291, 302
РК75-4-12АИ 291, 328
РК75-4-12АК 291, 328
РК75-4-12С 291, 302
РК75-4-13 291, 302
РК75-4-15 291, 302
РК75-4-15АИ 291, 328
РК75-4-15АК 291, 328
РК75-4-16 291, 302
РК75-4-16АИ 291, 328
РК75-4-16АК 291, 328
РК75-4-18 291, 302
РК75-4-21 291
РК75-4-22 291, 312
РК75-4-37 291, 316
РК75-4-43 291, 320
РК75-7-11 291, 302
РК75-7-11АИ 291, 328
РК75-7-11АК 291, 328
РК75-7-11С 291
РК75-7-12 291, 302
РК75-7-12АИ 292, 328
РК75-7-12АК 292, 328
РК-75-7-15 292, 302
РК75-7-15АИ 292, 328
РК75-7-15АК 292, 328
РК75-7-16 292, 302
РК75-7-16АИ 292, 328
РК75-7-16АК 292, 328
РК75-7-21 292, 312
РК75-7-22 292
РК75-7-310 292, 316
РК75-7-311 316
РК75-9-12 292, 302, 328
РК75-9-12АИ 292, 328
РК75-9-12АК 292
РК75-9-13 292, 302
РК75-9-13АИ 292
РК75-9-13АК 292, 328
РК75-9-13С 292, 302
РК75-9-14 292, 302
РК75-9-18 292, 302
РК75-9-42 292, 320
РК75-13-11 292, 303
РК75-13-15Б 292
РК15-13-15ОП 292
РК75-13-17 292, 303
РК75-13-17Б 292
РК75-13-17Ба 292
РК75-13-17БГ 292
РК75-13-17К 292
РК75-13-18 292, 303
РК75-13-32 292, 316
РК75-17-12 292, 303
РК75-17-17 303
РК75-17-17Б 292
РК75-17-17Ба 292
РК75-17-17В 292
РК75-17-17К 292
РК75-17-22 292, 312
РК75-17-31 292, 316
РК75-24-15 292, 303
РК75-24-15Б 292
РК75-24-15ОП 292
РК75-24-15Б 292
РК75-24-15ОП 292
РК75-24-17 292, 303
РК75-24-17Б 292
РК75-24-17Бг 292
РК75-24-17К 292
РК75-24-18 292, 303
РК75-33-15 292, 303
РК75-33-15Б 292
РК75-33-15ОП 292
РК75-33-17 292, 303
РК75-33-17Б 292
РК75-33-17Ба 292
РК75-33-17БГ 292
РК75-44-15 292
РК75-44-15Б 292
РК75-44-15ОП 292
РК75-44-17 292, 303
РК100-1,5-31 292, 316
РК100-4-31 292, 316
РК100-7-11 292, 302
РК100-7-13 292, 302
РК100-7-21 292, 312
РК100-7-34 292, 316
РК150 292
РК150-37-31 292, 316
РК150-7-31 292, 316
РК150-7-32 292, 316
РК156 293
РКГМ 155, 169
РКГМПТ 155, 169
РКД-2-2,5/9 293, 316
РКД-2-3,5/9 292, 316
РКД-2-7/29 292, 216
РКК-5/18 293
РКМ-2,8/10 293
РКМ-5/18 293
РКМГЭ1/50(100) 293
РКМГЭ1/75(100) 293
РКМО-2,5/10 293
РКСГ-2М 293
РКОГТ 293, 320
РКПВГ-10 293
РКПГ-10 293
РКПГ-12 293
РКПГ-20 293
РКПГВ-10/60 293
РКПГВ-20/60 293
РКПГР-10/60 293
РКС-15/38 293
РКС-15/50 293
РКТР 293
РКТФ-56 293, 320
РКТФ-71 293, 320
РКФ-1 293
РКФ-1 293
РКЭФС-1 293
РКЭФС-19 293
РКЭФС-63 293
РМПВН 403, 413
РПШ 135, 139
РПШМ 135, 139
РПШЭ 135, 139
РПШЭМ 135, 139
РС400-7-11 294, 321
РС400-7-12 294, 321
РС400-7-15 294, 321
РС1000-7-11 294, 321

С

СББ6Шв 252, 265
СББ6Шп 252, 265
СБГУ 46, 64
СБлУ 46, 67
СБ2лУ 46, 67
СБ2лГУ 46, 58
СБ2лШвУ 46, 61
СБлнУ 46, 55
СБпУ 46, 58
СБУ 45, 67
СБШвУ 46, 58
СБВБ 252, 268
СБВБГ 252, 265
СБВГ 252, 265
СБПБ 252, 265
СБПБГ 252, 265
СБПУ 252, 265
СГУ 46, 64
СКлУ 46, 67
СКОЭ 380, 387
СПУ 46, 57
СПГУ 46, 67
СПлУ 46, 67
СП2лУ 46, 67
СП2лГУ 46, 58
СПлнУ 46, 58
СПОВ 208, 223
СПОВЭ 208, 223
СПОЭВ 208, 223
СПП 154, 165
СПШвУ 46, 58
СПОЭВЭ 208
СРБ 107, 113
СРБг 107, 113
СРБ2лГ 107, 113
СРГ 107, 110
СРМ 208
СТПАПП 369, 374
СТПАППБ 369, 374
СТПАППБГ 370, 374
СТПАПБп 370, 374
СТПААВ 370, 374
СТПВ 380, 386
СТПЭВ 380, 386
СШвУ 46, 66
СЭК 380, 387
СЭПК-4-2 331, 355
СЭПК-4-4 331, 355
СЭПК-4-6 331, 355
СЭПК-4-4 + 4 331, 355
СЭПК-4-4 + 6 331, 355
СЭПК-4-6 + 6 331, 355

Т

ТАШ 350, 390
ТАШп 370, 377
ТАШс 380, 390
ТБ 370, 378
ТБГ 370, 378
ТВК-33 294, 328
ТВКМ-33 394, 325
ТГ 370, 378
ТДСБ 334
ТДСБГ 334
ТДСБл 334
ТДСБлГ 334
ТДСБн 334
ТДСГ 334
ТДСГун 334
ТДСК 334
ТДСКл 334, 369
ТДСупБ 334, 369
ТДСупБГ 334, 369
ТДСупБл 334, 369
ТДСупБлГ 334, 369
ТДСупБп 334, 369
ТДСупК 334, 369
ТДСупКл 334, 369
ТЗАБ6Шп 367
ТЗАБл 367
ТЗАБп 367
ТЗАБпШп 367
ТЗАШп 367
ТЗАПп 367
ТЗАБпШп 367
ТЗАП 396
ТЗБ 333, 366
ТЗБГ 333, 366
ТЗБл 333, 366
ТЗБлГ 333, 366
ТЗБп 333
ТЗГ 333, 366
ТЗК 333, 366
ТЗКл 333, 366
ТЗупБ 366
ТЗупБл 366
ТЗупБп 267
ТЗупБГ 333
ТЗупБл 333
ТЗупБлГ 333
ТЗупБп 333
ТЗупК 333
ТЗупКл 333
ТЗПАБп 333, 964
ТЗПАБпГ 333, 364
ТЗПАШп 333, 364
ТЗПАБпШп 333, 364
ТЗПАКпШп 333, 364
ТЗПАуБпШп 333, 364
ТЗПАуШп 333, 364
ТЗПкАБл 333
ТЗПкАБп 333
ТЗПкАБпШп 333
ТЗПкАШп 333
ТЗСАБп 333, 362
ТЗСАБпГ 333, 362
ТЗСАБпШп 333, 362
ТЗСАКпШп 333, 362
ТЗСАСБп 333, 362
ТЗСАБпШп 333, 362
ТЗСАСтпШп 333, 362
ТЗСАШп 333, 362
ТЗСБ 333, 362
ТЗСБГ 333
ТЗБл 333
ТЗСБШп 333
ТЗСГ 333
ТЗСГШп 333
ТЗСК 333
ТЗСКл 333
ТЗССтШп 333
ТЗЭБ 333, 367
ТЗЭупБ 334, 362
ТЗЭБГ 333
ТЗЭБл 333
ТЗЭБлГ 333
ТЗЭБп 333
ТЗЭГ 333
ТЗЭупГ 334
ТЗЭК 334
ТЗЭКл 364
ТЗЭупБ 334
ТЗЭупБГ 334
ТЗЭупБл 334
ТЗЭупБлГ 334
ТЗЭупБп 334
ТЗЭупК 334
ТЗЭупКл 334
ТК 370, 378
ТКК-80 292, 325
ТКМК-65 294, 325
ТКПВ-24 234, 325
ТКПВ-31 294, 325
ТКПК-24 294, 325
ТКПК-31 294, 325
ТКПР-24 294, 325
ТКЦ-31 294, 325
ТКЦ-37 294, 325
ТКЦ-60 294, 325
ТМШКПВ 380
ТМШКПВЭ 380
ТПВ 370
ТПВБГ 370
ТПП 370
ТППэп 370
ТППэпБ 370
ТППэпБГ 370
ТППэпБ6Шп 370
ТППЗ 370
ТППБГ 370
ТППБ6Шп 370
ТППт 370
ТППЗ 370
ТППЗБ 370
ТППЗБ6Шп 370
ТППЗэп 370
ТППЗэпБ 370
ТППЗэпБШп 370
ТПпП 370
ТПпПэп 370
ТПпПЗ 370
ТПпПЗБ6Шп 370
ТПпПБ6Шп 370
ТРВ 381, 386
ТРП 381, 386
ТРШБВЭ 380, 390
ТРШПВ 380, 390
ТРШПВЭ 380, 390
ТРШЭ 380, 390
ТСВ 380, 389
ТСКВ 380, 387

Ф

ФКБ 330

Ц

ЦААБ
ЦААБвУ 46, 72
ЦААБвГУ 46, 72
ЦААБлУ 46, 72
ЦААБлГУ 46, 72
ЦААБ2лУ 46, 72
ЦААБлнУ 46, 72
ЦААБШвУ 46, 72
ЦААБШпУ 46, 72
ЦААПлУ 46, 72
ЦААПлГУ 46, 72
ЦААП2лУ 46, 72
ЦААПлнУ 46, 72
ЦААПлШвУ 46, 72
ЦААШвУ 46, 72
ЦААШпсУ 46, 72
ЦАОСБУ 46, 72
ЦАОСБГУ 46, 72
ЦАОСБлУ 46, 72
ЦАСБУ 46, 72
ЦАСБГУ 46, 72
ЦАСБлУ 46, 72
ЦАСБпУ 46, 72
ЦАСБШвУ 47, 73
ЦАСКлУ 47, 73
ЦАСПУ 47, 73
ЦАСПГУ 47, 73
ЦАСПлУ 47, 73
ЦАСПпУ 47, 73
ЦАСПШвУ 47, 73
ЦАСШвУ 47, 73
ЦОСБУ 46, 73
ЦОСБлГУ 46, 73
ЦОСБлУ 46, 74
ЦСБУ 46, 73
ЦСБГУ 46, 73
ЦСБлУ 46, 73
ЦСБпУ 46, 73
ЦСБШвУ 47, 73
ЦСКлУ 47, 73
ЦСПУ 47, 73
ЦСПГУ 47, 73
ЦСПлУ 47, 78
ЦСПпУ 47, 73
ЦСПШвУ 47, 73
ЦСШвУ 47, 73

Ш

ШВА 175, 180
ШВВ 403, 409
ШВВМ 403, 409
ШВВП 174, 180
ШВП 175, 180
ШВП-1 175, 180
ШВП-2 175, 180
ШВП-3 175, 180
ШВП-4 175, 180
ШВЛЗ 175, 180
ШВЛС 175, 173
ШВОЗ 175, 180
ШВОС 175, 180
ШВПА 175, 180
ШВЛ 151
ШВЧИ 392, 395
ШВС 404, 416
ШВПТ 174, 180
ШГЭИВ 392, 396
ШЗГ 392, 402
ШЗГЛ 392, 402
ШКВ 392, 396
ШКВО 392, 396
ШКС 403
ШМВ 392, 399

ШМП 392
ШМПП 392
ШМПП-В 392
ШМПЭВ 392
ШМПЭИВ 392
ШОВ3 392
ШОП3 392
ШПС 174
ШПЭВ 372
ШПЭ 392
ШПП 174, 180
ШПЭПухл 136, 151
ШРО 175, 180
ШРС 175, 180
ШСВ 392, 396
ШСВМ 392, 396
ШСМВ 392, 396
ШСМРВ 403, 409
ШТ 392, 396
ШТГЭЛМ 392
ШТЛ 392, 396
ШТЛГ 392, 396
ШТМ 392, 396
ШТЛИЭ 392, 395
ШТЛИЭО 392
ШТЛЭ 392
ШТЭ 392, 395
ШТЭЛ 392
ШТЭМ 392, 395
ШТР 175, 180
ШТС 392, 396
ШТСИЭ 392
ШТСМ 392
ШТСЭ 392
ШТЭЛ 395

Э

ЭВТ 117, 121

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Раздел 1. **Конструктивные элементы кабелей, проводов и шнуров**

1.1. Классификация кабельной продукции и ее основные элементы 4

1.2. Токопроводящие жилы 4
Токопроводящие медные и алюминиевые жилы кабелей, проводов и шнуров 4
Токопроводящие жилы силовых кабелей 9

1.3. Изоляция кабелей, проводов и шнуров 10
Пропитанная бумажная изоляция 10
Полиэтиленовая изоляция 12
Нормы толщины изоляции . . . 14
Изоляция из политетрафторэтилена (фторопласта) 15
Изоляция из поливинилхлоридного пластиката 16
Резиновая изоляция 17
Другие типы изоляции 19

1.4. Электромагнитные экраны кабелей, проводов и шнуров 19
Металлические ленточные экраны 19
Гибкие проволочные экраны . . . 19
Электропроводящие экраны . . . 19

1.5. Скрутка изолированных жил в кабель 20
Правильная скрутка однородных кабелей 20
Правильная скрутка комбинированных кабелей 20
Пучковая и разнонаправленная скрутка кабелей 21
Поясная изоляция 21

1.6. Оболочки кабелей 21
Алюминиевые оболочки 22
Свинцовые оболочки 22
Стальные оболочки 25
Оболочки из ПВХ пластиката 25
Нормы толщин оболочек . . . 26
Полиэтиленовые оболочки . . . 26
Резиновые оболочки 26

1.7. Защитные покровы кабелей . . . 27
Подушка кабеля 30
Броня из стальных лент 32
Проволочная броня 32
Волокнистые наружные покровы 33
Пластмассовые защитные покровы 33
Легкие защитные покрытия кабелей, проводов и шнуров . . . 34

Раздел 2. **Проводв веизолвроваввые для воздушных линий электропередачи и электрифицированного траиспорта**

2.1. Номенклатура 35
2.2. Алюминиевые провода 36
2.3. Провода из алюминиевого сплава 37
2.4. Сталеалюминиевые провода . . 38
2.5. Медные провода 41
2.6. Бронзовые, сталебронзовые и стальные провода 42
2.7. Алюминиевые и медные полые провода 42
2.8. Броизовые, медные и сталеалюминиевые коитактные провода 43

Раздел 3. **Силовые кабели с проинтанной бумажной изоляцией**

3.1. Номенклатура 45
3.2. Конструктивные элементы силовых кабелей 49
3.3. Кабели иа напряжение 1—10 кВ, пропитанные маслоканифольным составом 51
3.4. Силовые кабели на напряжение 20 и 35 кВ 68
3.5. Силовые кабели с обедненно-пропитанной бумажной изоляцией 71
3.6. Силовые кабели с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом 71
3.7. Параметры силовых кабелей с пропитанной бумажиой изоляцией 75
3.8. Общие сведения 76
3.9. Единые технические указания по выбору и применению силовых кабелей 77
3.10. Маслонаполненные кабели . . . 81

Раздел 4. **Свловые кабели с пластмассовой изоляцией**

4.1. Номенклатура 89
4.2. Кабели общего назначения на напряжения 0,66; 1; 3 и 6 кВ 89

4.3. Специализированные силовые кабели с пластмассовой изоляцией 101
4.4. Высоковольтные кабели 104

Раздел 5. **Силовые кабели с резиновой изоляцией**

5.1. Номенклатура 106
5.2. Конструктивные элементы . . . 106
5.3. Электрические параметры кабелей 115
5.4. Рекомендации по выбору и прокладке силовых кабелей с резиновой изоляцией 116

Раздел 6. **Кабели, провода и шнуры для горных разработок и землеройных работ**

6.1. Номенклатура 117
6.2. Кабели для землеройных и открытых горных работ 117
6.3. Шахтные кабели и шнуры . . . 120
6.4. Провода для промышленных взрывных работ 127

Раздел 7. **Кабели для нефтяных промыслов**

7.1. Номенклатура 127
7.2. Кабели для погружных нефтенасосов. 127
7.3. Кабели для электробурения . . . 130

Раздел 8. **Кабели и провода с резиновой изолицией гибкие общего назначения**

8.1. Номенклатура 131
8.2. Конструктивные элементы кабелей 131
8.3. Электрические параметры . . . 134

Раздел 9. **Специализированные гибкие кабели и провода**

9.1. Номенклатура 134
9.2. Гибкие кабели высокого напряжения 134
9.3. Провода для радиоустановок 138
9.4. Аэродромные кабели 142
9.5. Кабели для электросварки . . . 144
9.6. Кабели и провода различных назначений 146

Раздел 10. **Провода для электротехнических устаиовок**

10.1. Номенклатура 152
10.2. Конструктивные элементы и монтажно-эксплуатационные показатели проводов 152
10.3. Провода с резиновой изоляцией 158
10.4. Провода с пластмассовой изоляцией 163
10.5. Провода с нагревостойкой изоляцией 166
10.6. Провода для выводов электродвигателей 167
10.7. Параметры проводов 167

Раздел 11. **Шнуры и провода соединительные для бытовых электрических машин и ириборов**

11.1. Номенклатура 173
11.2. Конструкция шнуров 176
11.3. Армированные и разделанные мерные шнуры 178
11.4. Параметры шнуров и проводов 182

Раздел 12. **Кабели и провода для иодвижного состава рельсового транспорта и троллейбусов**

12.1. Номенклатура 183
12.2. Кабели и провода для подвижного состава, выпускаемые по ГОСТ 6598-73 183
12.3. Провода для подвижного состава, выпускаемые по техническим условиям 187
12.4. Параметры кабелей и проводов 192

Раздел 13. **Провода авиациовые, автомобильные и тракторные**

13.1. Номенклатура 193
13.2. Провода высокого напряжения 193
13.3. Провода низкого напряжения (бортовые) 198

Раздел 14. **Судовые кабели**

14.1. Номенклатура 207
14.2. Кабели основной серии 207
14.3. Кабели с изоляцией из облученного полиэтилена 222
14.4. Кабели малогабаритные с пластмассовой изоляцией и в оболочке 225
14.5. Кабели для взрывоопасных сред 229
14.6. Параметры судовых кабелей 230

Раздел 15. **Жаростойкие кабели и провода с мииеральиой изолицией**

15.1. Номенклатура 231
15.2. Силовые и контрольные кабели с магнезиальной изоляцией . . . 233
15.3. Нагревательные кабели 237
15.4. Термопарные кабели с изоляцией из периклаза 238

Раздел 16. **Кабели и ировода для геофизических работ**

16.1. Номенклатура 241
16.2. Кабели грузонесущие 243
16.3. Кабели и провода для полевых геофизических работ 248

Раздел 17. **Кабели контрольные, сигиализации и блокировки**

17.1. Номенклатура 250
17.2. Контрольные кабели 252
17.3. Рекомендации по выбору и эксплуатации контрольных кабелей 263
17.4. Кабели для сигнализации и блокировки 263

Раздел 18. **Кабели управления**

18.1. Номенклатура 265
18.2. Кабели с резиновой изоляцией 265
18.3. Кабели с ПЭ изоляцией . . . 274
18.4. Кабели с изоляцией из ПВХ пластиката 281
18.5. Кабели с нагревостойкой изоляцией 284

Раздел 19. **Радиочастотные кабели**

19.1. Номенклатура 286
19.2. Основные конструктивные элементы кабелей 295
19.3. Основные технические требования к радиочастотным кабелям 296
19.4. Коаксиальные кабели со сплошной ПЭ изоляцией 300
19.5. Коаксиальные кабели со сплошной фторопластовой изоляцией 310
19.6. Коаксиальные кабели с полувоздушной ПЭ изоляцией 315
19.7. Коаксиальные кабели с полувоздушной фторопластовой изоляцией 319
19.8. Радиочастотные спиральные кабели 321
19.9. Радиочастотные симметричные кабели 322
19.10. Комбинированные радиочастотные и камерные телевизионные кабели 324
19.11. Кабели для коллективных и индивидуальных приемных телевизионных антенн 327

Раздел 20. **Коаксиальные и симметричные кабели связи**

20.1. Номенклатура 329
20.2. Коаксиальные магистральные кабели 337
20.3. Малогабаритные коаксиальные кабели 343
20.4. Коаксиальные кабели для зоновой связи 345
20.5. Подводные коаксиальные кабели 346
20.6. Оптические кабели 348
20.7. Симметричные высокочастотные кабели с кордельно-полистирольной изоляцией 349
20.8. Симметричные кабели с кордельно-трубчатой ПЭ изоляцией . . . 354
20.9. Симметричные экранированные подводные кабели 355
20.10. Симметричные высокочастотные кабели с ПЭ изоляцией . . . 356
20.11. Магистральные высокочастотные кабели связи с кордельно-бумажной изоляцией 356
20.12. Одночетверочные симметричные кабели для зоновой связи 358
20.13. Высокочастотные кабели местной связи 360
20.14. Симметричные низкочастотные кабели с кордельно-полистирольной изоляцией 362
20.15. Симметричные низкочастотные кабели с ПЭ изоляцией 364
20.16. Симметричные низкочастотные кабели связи с кордельно-бумажной изоляцией 365
20.17. Низкочастотные комбинированные кабели дальней связи . . . 368

Раздел 21. **Кабели связи телефонные**

21.1. Номенклатура 369
21.2. Кабели с ПЭ изоляцией . . . 370
21.3. Кабели с воздушно-бумажной и пористо-бумажной изоляцией 375

Раздел 22. **Станционные, распределительные и шахтные кабели и провода связи**

22.1. Номенклатура 379
22.2. Станционные коаксиальные и симметричные кабели 382
22.3. Телефонные станционные кабели 383
22.4. Распределительные кабели и провода 385
22.5. Телефонные линейные провода 386
22.6. Кабели телефонные соединительные и коммутационные 386
22.7. Вводно-соединительные кабели 387
22.8. Кабели и провода для сельской связи 387
22.9. Кабели и провода для радиовещания 388
22.10. Кабели телефонные шахтные 390

Раздел 23. **Провода и шнуры связи**

23.1. Номенклатура 391
23.2. Шнуры для автоматических телефонных станций 391
23.3. Кроссовые и станционные высокочастотные провода и шнуры 391
23.4. Телефонные шнуры 395
23.5. Коммутаторные шнуры 398
23.6. Шнуры соединительные для абонентских телефонных устройств и радиоаппаратуры 398
23.7. Кабели, провода и шнуры для звукозаписывающих устройств 399

Раздел 24. **Монтажные кабели и провода**

24.1. Номенклатура 402
24.2. Кабели и провода с ПВХ изоляцией 402
24.3. Кабели и провода с комбинированной волокнисто-ПВХ изоляцией 410
24.4. Кабели и провода с ПЭ изоляцией 412
24.5. Провода с комбинированной волокнисто-ПЭ изоляцией 414
24.6. Кабели и провода с изоляцией из облученного ПЭ 414
24.7. Кабели и провода с фторопластовой изоляцией 417
24.8. Провода с резиновой изоляцией 418
24.9. Плоские (ленточные) кабели и провода 418
24.10. Провода с волокнистой изоляцией 425
24.11. Термопарные и термоэлектродные провода 426

Раздел 25. **Обмоточные провода с эмалевой взолицией**

25.1. Номенклатура 430
25.2. Алюминиевые провода 433
25.3. Медные провода 434

Раздел 26. **Провода обмоточные с эмалевоволокивстой, волоквистой, плвстмассовой и пленочной изолицвей**

26.1. Номенклатура 457
26.2. Провода с волокнистой изоляцией 460
26.3. Провода с бумажной изоляцией 463
26.4. Подразделенные и транспонированные провода 464
26.5. Провода с эмалево-волокнистой изоляцней 467
26.6. Гибкне прямоугольные провода 469
26.7. Высокочастотные провода . . . 469
26.8. Нагревостойкие провода . . . 472
26.9. Провода с пластмассовой н пленочной изоляцией 491

Раздел 27. **Провода сопротивленив**

27.1. Номенклатура 495
27.2. Манганиновые провода 495
27.3. Константановые провода . . . 497
27.4. Нихромовые провода 498

Раздел 28. **Провода неизолированные гвбкве**

28.1. Номенклатура 499
28.2. Автомобильный плетеный провод 499
28.3. Медные провода 500
28.4. Провода для щеток электрических машнн 501
28.5. Провода для полупроводниковых приборов 503

Раздел 29. **Токовые ввгрузки ва квбели, проводв и шнуры**

29.1. Длительно допустнмые токовые нагрузкн на неизолнрованные провода и шины 503
29.2. Длнтельно допустнмые токовые нагрузки на силовые кабелн с бумажной пропитанной изоляцней 504
29.3. Длительно допустнмые токовые нагрузки на кабелн, провода и шнуры с резиновой и пластмассовой изоляцией 508
29.4. Поправочные коэффицненты на температуру окружающей среды 511

Раздел 30. **Испытанин кабелей, проводов и шнуров**

30.1. Виды испытаний 512
30.2. Электрические испытания высоким напряжением 512
30.3. Измерения электрических параметров кабелей и проводов . . . 515

Раздел 31. **Кабельнан тара, упаковка, маркировка, трвнспортировввве в хранение**

31.1. Деревянные барабаны 517
31.2. Металлнческие барабаны . . . 518
31.3. Пластмассовые катушкн . . . 520
31.4. Деревянные катушки 521
31.5. Упаковка 522
31.6. Маркировка 524
31.7. Хранение 525
31.8. Транспортирование 525
Список литуратуры 526
Алфавитный указатель марок кабелей, проводов н шнуров 527

Этот файл был взят с сайта

http://all-ebooks.com

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях. После ознакомления с содержанием данного файла Вам следует его незамедлительно удалить. Сохраняя данный файл вы несете ответственность в соответствии с законодательством.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.
Публикация данного документа не преследует за собой никакой коммерческой выгоды.
Эта книга способствует профессиональному росту читателей и является рекламой бумажных изданий.
Все авторские права принадлежат их уважаемым владельцам.
Если Вы являетесь автором данной книги и её распространение ущемляет Ваши авторские права или если Вы хотите внести изменения в данный документ или опубликовать новую книгу свяжитесь с нами по email.