**Министерство высшего и среднего специальноГО образования**

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**Х.А. Саттаров, Г.Р. Рафикова, И.И. Бахадиров**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Рекомендовано в качестве учебного пособия**

**Министерством высшего и среднего специального образования**

**Республики Узбекистан**

**ТАШКЕНТ 2020**

**UO'K 621.311.**

**Саттаров Х.А., Рафикова Г.Р., Бахадиров И.И.** Электрическое освещени**е Учебное пособие. Т. 2020 - 205 стр.**

\*\*\*

В данном учебном пособии рассмотрены конструктивные устройства и принцип работы различных источников света. Содержатся положения и рекомендации по проектированию электрического освещения производственных и общественных зданий. Рассмотрены и систематизированы вопросы выбора источников света и осветительных приборов.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности  
5310200 – Электроэнергетика («Электроснабжение») при выполнении расчетно-графических работ по курсу «Электрическое освещение» и раздела выпускной работы «Безопасность жизненного деятельности и экология».

Пособие может быть полезно специалистам при проектировании и эксплуатации осветительных установок.

\*\*\*

Ушбу ўқув қўлланмада турли хил етарли манбаларнинг конструктив ишланмалари ва ишлаш принциплар кўриб чиқилагн. Саноат корхоналари ва жамоа биноларнинг электро ёритиш лойиҳалашнинг низоми ва тавсияларини ўз ичига олади. Ёритиш манбаларининг ва ёритиш асбоболарини танлаш масалалари кўриб чиқтлган ва тизимлаштирилган.

Ўқув қўлланма 5310200 – Электроэнергетика (“Электр таъминоти”) йўналиши мутахасислиги талабалари учун “Электро ёритиш” фанидан мўлжалланган бўлиб, ҳисобий графиги ишларни ва малакавий битирув ишнинг “Ҳаёт хавфсизлиги ва экология” бўлимин бажариш учун мўлжалланган.

Ўқув қўлланма ёритиш қурулмаларини лойихалаш ва эксплуатация қилувчи мутахасисларга ёрдам беради.

\*\*\*

This tutorial discusses the design devices and the principle of operation of various light sources. Provides guidelines and recommendations for the design of electric lighting for industrial and public buildings. The issues of choosing light sources and lighting devices are considered and systematized.

The manual is intended for students of the specialty 5310200 - Electric power industry (“Power supply”) when performing design and graphic work on the course “Electric Lighting” and the section of the final work “Safety of Life Activities and Ecology”.

The manual may be useful to specialists in the design and operation of lighting installations.

**Рецензенты:**

Хакимов Т.Х. – ТГТУ к.т.н., доцент;

Сапаев М. – ТАТУ к.т.н., доцент;

Илхомов М.М. – «NURELEKTROSOZLASH» MCHJ бош директори.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ВВЕДЕНИЕ | 9 |
| Глава 1. | ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ | 11 |
| 1.1. | Светотехнические термины и величины | 11 |
| 1.2. | Освещенность и производительность труда | 17 |
| 1.3. | Требования, предъявляемые к осветительным установкам | 21 |
| 1.4. | Системы и виды освещения | 26 |
| Глава 2. | ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА | 36 |
| 2.1. | Лампы накаливания | 39 |
| 2.2. | Схемы включения газоразрядных ламп и пускорегулирующие аппараты | 49 |
| 2.3. | Выбор источников света | 61 |
| Глава 3. | ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ | 66 |
| 3.1. | Общая характеристика и классификация осветительных приборов | 67 |
| 3.2. | Система обозначения и маркировки светильников | 78 |
| 3.3. | Выбор конструктивного исполнения светильников | 87 |
| Глава 4. | СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ | 97 |
| 4.1. | Общие указания | 97 |
| 4.2. | Высота установки и размещение светильников | 99 |
| 4.3. | Определение числа светильников и мощности ламп | 106 |
| 4.3.1. | Расчет освещенности методом коэффициента использования | 113 |
| 4.3.2. | Расчет освещенности по удельной мощности | 120 |
| Глава 5. | ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК | 125 |
| 5.1. | Общие сведения | 125 |
| 5.2. | Выбор напряжения и источников питания | 132 |
| 5.3. | Выбор схемы питания осветительных установок | 138 |
| 5.3.1. | Схемы питающих сетей освещения | 139 |
| 5.3.2. | Схемы групповых сетей | 145 |
| 5.4. | Расчет электрических осветительных сетей | 152 |
| 5.4.1. | Расчет сечения проводников по условиям нагрева | 154 |
| 5.4.2. | Выбор сечения проводников по условиям механической прочности | 157 |
| 5.4.3. | Расчет сечения проводников по потере напряжения | 159 |
| 5.4.4. | Согласование сечения проводника с номинальным током защитного аппарата | 170 |
| 5.5. | КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ | 177 |
|  | Список литературы | 183 |
|  | Приложение | 185 |
|  | Глоссарий | 202 |

**МУДАРИЖА**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Kirish | 9 |
| 1-bob. | ASOSIY TUSHUNCHALAR | 11 |
| 1.1. | Yoritish shartlari va qiymatlari | 11 |
| 1.2. | Yoritish va mehnat unumdorligi | 17 |
| 1.3. | Yoritish qurilmalariga qo'yiladigan talablar | 21 |
| 1.4. | Yoritish tizimlari va turlari | 26 |
| 2-bob. | ELEKTR YORUG'LIK MANBALARI | 36 |
| 2.1. | Yorqinlik lampalar | 39 |
| 2.2. | Gaz razryadli lampalarini va ishga tushirish qurilmalarini ulash sxemalari | 49 |
| 2.3. | Yorug'lik manbalarini tanlash. | 61 |
| 3-bob. | ELEKTR YORITISH ASBOBLARI. | 66 |
| 3.1. | Yoritish moslamalarining umumiy xususiyatlari va tasnifi | 67 |
| 3.2. | Yoritgichlarni belgilanishi va belgilanish tizimi | 78 |
| 3.3. | Chiroqlarning konstruktiv ishlashini tanlash | 87 |
| 4-bob. | YORITISH HISOB-KITOBLARI | 97 |
| 4.1. | Umumiy ko'rsatmalar | 97 |
| 4.2. | O'rnatish balandligi va chiroqlarni joylashtirish | 99 |
| 4.3. | Lampalar sonini va lampalar quvvatini aniqlash | 106 |
| 4.3.1. | Foydalanish koeffitsienti usuli bilan yoritishni hisoblash | 113 |
| 4.3.2. | Solishtirma quvvat usuli bilan yoritishni hisoblash | 120 |
| 5-bob. | YORITISH QURILMALARINING ELEKTR QISMLARINI LOYIHALASH | 125 |
| 5.1. | Umumiy ma'lumot | 125 |
| 5.2. | Quvvat manbalarini va kuchlanishini tanlash | 132 |
| 5.3. | Yoritish qurilmalarining quvvat sxemasini tanlash | 138 |
| 5.3.1. | Yoritish tarmoqlarini elektr ta’minoti sxemalari | 139 |
| 5.3.2. | Guruh tarmoqlari sxemalari | 145 |
| 5.4. | Elektr yoritish tarmoqlarini hisoblash | 152 |
| 5.4.1. | Qizish sharoitida o'tkazgichlarning yuza kesimini hisoblash | 154 |
| 5.4.2. | Mexanik kuch sharoitida o'tkazgichlar yuza kesimini tanlash | 157 |
| 5.4.3. | Kuchlanish yo'qolishi bo’yicha o'tkazgichlarning yuza kesimini hisoblash | 159 |
| 5.4.4. | Himoya apparati nominal oqimi bilan o'tkazgichning yuza kesimini muvofiqlashtirish | 170 |
| 5.5. | YORITISH ELEKTR TARMOQLARINING KONSTRUKTIV ISHLANISHI | 177 |
|  | Adabiyotlar ro'yxati | 183 |
|  | Ilovalar | 185 |
|  | Lug'at | 202 |

**СONTENT**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | INTRODUCTION | 9 |
| Chapter 1. | BASIC CONCEPT | 11 |
| 1.1. | Lighting terms and quantities | 11 |
| 1.2. | Illumination and productivity | 17 |
| 1.3. | REQUIREMENTS FOR LIGHTING INSTALLATIONS | 21 |
| 1.4. | Lighting systems and types | 26 |
| Chapter 2. | ELECTRIC LIGHT SOURCES | 36 |
| 2.1. | Incandescent lamp | 39 |
| 2.2. | Schemes of inclusion of gas-discharge lamps and start-regulating devices | 49 |
| 2.3. | The choice of light sources | 61 |
| Chapter 3. | ELECTRIC LIGHTING DEVICES | 66 |
| 3.1. | General characteristics and classification of lighting devices | 67 |
| 3.2. | The system of designation and marking of lamps | 78 |
| 3.3. | Choice of design of lamps | 87 |
| Chapter 4. | LIGHTING CALCULATIONS | 97 |
| 4.1. | General guidance | 97 |
| 4.2. | Installation height and placement of fixtures | 99 |
| 4.3. | Determination of the number of lamps and lamp power | 106 |
| 4.3.1. | Calculation of illumination by the use factor method | 113 |
| 4.3.2. | Calculation of illumination by specific power | 120 |
| Chapter 5. | DESIGN OF ELECTRICAL PART OF LIGHTING INSTALLATIONS | 125 |
| 5.1. | General information | 128 |
| 5.2. | Selection of voltage and power sources | 132 |
| 5.3. | Selection of lighting systems power supply scheme | 138 |
| 5.3.1. | Schemes of lighting supply networks | 139 |
| 5.3.2. | Schemes of group networks | 145 |
| 5.4. | Calculation of electric lighting networks | 152 |
| 5.4.1. | Calculation of cross-section of conductors under heating conditions | 154 |
| 5.4.2. | Selection of conductor cross-section according to mechanical strength conditions | 157 |
| 5.4.3. | Calculation of cross-section of conductors by voltage loss | 159 |
| 5.4.4. | Matching the conductor cross-section with the rated current of the protective device | 170 |
| 5.5. | DESIGN OF LIGHTING ELECTRICAL NETWORKS | 177 |
|  | List of references | 183 |
|  | Applications | 185 |
|  | Glossary | 202 |

**ВВЕДЕНИЕ**

При рассмотрении вопросов устройства искусственного освещения следует учитывать, что значительная часть рабочего времени на производственных предприятиях приходится на темное время суток, когда работа проводится при искусственном освещении.

В общем электропотреблении промышленных предприятий затраты электроэнергии на искусственное освещение относительно невелики  
(5 - 15%) и зависят от отрасли промышленности. Тем не менее, следует стремиться к рациональному использованию этой энергии, обоснованно применяя экономичные и наиболее подходящие для конкретных условий источники света и световые приборы.

Задачей оптимального проектирования и рациональной эксплуатации осветительных установок является обеспечение с наименьшими затратами требуемой освещенности и необходимого качества освещения помещений с целью создания нормальных условий для жизнедеятельности людей.

Недопустимо экономить электроэнергию за счет ухудшения освещенности и качества освещения, так как это может повлечь за собой нежелательные последствия: снижение производительности труда, увеличение зрительной нагрузки работников, повышение травматизма  
и т. д.

Вопросы качества проектирования электрического освещения в конечном итоге связаны со здоровьем людей, поэтому следует грамотно подходить к осуществлению данной работы, строго выполняя требования действующей нормативно-технической документации.

При проектировании электрического освещения необходимо, чтобы были обеспечены требуемые уровни освещенности и показатели качества освещения на рабочих местах и в помещениях в целом, поскольку при этом создаются комфортные условия для зрения работающих там людей.

При проектировании осветительных установок условно выделяют светотехническую и электрическую части проекта. В светотехнической части разрабатываются такие основные вопросы, как выбор системы освещения, требуемой освещенности и коэффициента запаса, источников света и осветительных приборов, размещение светильников. В результате расчета определяется число и мощность ламп, необходимых для обеспечения заданной освещенности.

В электрической части проекта решаются задачи питания электроэнергией выбранных световых приборов и защиты сетей освещения.

После принятия решения по всем перечисленным позициям решаются вопросы рациональной эксплуатации осветительной установки.

Правильное выполнение и надлежащая эксплуатация осветительных установок обеспечат рациональный расход электроэнергии на цели освещения, наименьшие капитальные затраты на сооружение осветительных сетей и безопасность обслуживающего персонала.

**ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

**1.1. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ И ВЕЛИЧИНЫ**

Из курса физики известно, что все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля, способны излучать в окружающее пространство лучистую энергию. Она распространяется в виде электромагнитных колебаний с различной длиной волн.

1) Количество энергии, излучаемой в единицу времени, называют **мощностью лучистой энергии или лучистым потоком**.

Лучистая энергия распространяется с длинами волн в диапазоне от долей миллиметра до 1000 км, орган зрения воспринимает только незначительную часть диапазона в пределах длин 0,38 - 0,77 мкм.

Единицей лучистого потока служит **ватт** (**Вт**).

2) **Световой поток *Ф*** - это часть мощности лучистой энергии (лучистого потока), воспринимаемая человеческим глазом как световое ощущение.

Единицей светового потока является **люмен** (**лм**), однако световой поток, так же как и лучистый, может быть выражен в ваттах.

Один люмен соответствует световому потоку, излучаемому в единичном телесном угле (стерадиан) точечным источником с силой света одна кандела.

3) **Телесный угол** - это часть пространства, заключенная внутри конической поверхности. Величина телесного угла определяется как отношение площади участка сферы ***S***, на которую угол опирается, к квадрату радиуса ***R*** сферы

(1.1)

Единица измерения телесного угла - **стерадиан** (**ср**).

4) Источники света в виде светящейся точки излучают световой поток по всем направлениям равномерно. Действующие технические источники света излучают световой поток в пространстве неравномерно, вследствие чего он имеет неодинаковую плотность.

**Сила света** - это пространственная плотность светового потока, численно равная отношению потока излучения к телесному углу, в котором он излучается.

(1.2)

Единицей измерения силы света является **кандела** (**кд**).

5) Световой поток, падая на любую поверхность, освещает ее. Для количественной оценки плотности светового потока на освещаемой поверхности пользуются понятием освещенности.

**Освещенность Е**- это плотность светового потока по освещаемой поверхности, т.е. отношение светового потока к площади, на которую он распространяется.

(1.3)

Единицей измерения освещенности является **люкс** (**лк**); **лк****лм/м2.**

Световой поток от источника света, падая на поверхность какого-либо предмета, частично ею отражается. Чем больше отраженного светового потока от поверхности предмета попадает в глаз наблюдателя, тем сильнее зрительное ощущение этого предмета. Условия видения количественно характеризуются величиной яркости.

**Яркость *L*** - это отношение силы света светящейся поверхности в данном направлении к проекции излучающей поверхности на плоскость перпендикулярно этому направлению.

(1.4)

Если лучи от освещаемой поверхности направлены к глазу человека перпендикулярно, то яркость освещаемой поверхности

Единица измерения яркости - **кандела на квадратный метр** (**кд/м2**).

7) Отражение окружающих поверхностей существенно влияет на экономические показатели осветительной установки.

**Коэффициент отражения **- отношение отразившегося от тела светового потока ***Ф***к падающему световому потоку ***Ф***:

(1.5)

Рабочие поверхности, на которых зрительно обнаруживается и опознается объект, классифицируют по коэффициенту их отражения и разделяют на три группы: темные *< 0,2*, средние *0,2* *0,4*и светлые  
***> 0,4***.

8) **Объект различия** - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется различать в процессе работы.

9) **Фон** - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различия, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более *0,4*, средним - при коэффициенте отражения поверхности *0,2 - 0,4*, темным - при коэффициенте отражения поверхности менее *0,2*.

10) Оценкой эффективности освещения является **видимость.** Видимость учитывает условия освещения, его изменения и может характеризовать условия работы зрения.

Резкое снижение видимости наблюдается при появлении в поле зрения работающих пятен большой яркости, которыми являются незащищенные источники света или светильники с высокой яркостью. Чрезмерно яркие источники света или светильники (прямое действие), а также их зеркальные отражения (отраженное действие), попадающие в поле зрения работающих, вызывают ухудшение условий работы зрения. Это свойство источников и светильников называется **блескостью**.

Вызываемое блескостью состояние зрения, связанное с ухудшением его нормальной работы, принято называть **ослепленностью**.

**Показатель ослепленности *Р*** - критерий оценки слепящего действия осветительной установки, выражающийся формулой

*Р = (Кос - 1)・1000*, (1.6)

где ***Кос*** - коэффициент ослепленности, равный ***2***; - видимость объекта наблюдения при наличии блеских источников света в поле зрения;  
***2*** - видимость объекта наблюдения при экранировании блеских источников света.

Отрицательное действие блескости на зрение (ослепленность) тем больше, чем точнее выполняемая зрительная работа.

Во всех нормах и правилах искусственного освещения предусматриваются меры по ограничению блескости. Отрицательное действие блескости проявляется и до возникновения ослепленности, когда при относительно небольшой блескости появляются неудобства в работе или так называемый зрительный дискомфорт, приводящий к утомлению зрения.

11) Отрицательное влияние на функции зрения оказывает и изменение яркости во времени, которое вызывает не только необходимость переадаптации, но и неприятный психологический эффект, отвлекая и утомляя внимание работающих.

Пульсация освещенности вызывает явление, называемое **стробоскопическим эффектом**.

**Стробоскопический эффект** - явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

12) **Коэффициент пульсации** освещенности ***Кп***, %, - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, выражающийся формулой

(1.7)

где ***Emax*** и ***Emin*** - максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания; ***Eср*** - среднее значение освещенности за этот же период.

Для газоразрядных ламп - ***Kп= 25...65%***,

для обычных ламп накаливания ***Кп = 7%***,

для галогенных ламп накаливания ***Кп = 1%.***

13) **Цветопередача** - влияние спектрального состава излучения искусственного источника света на воспринимаемый цвет освещаемых объектов при освещении их стандартным источником света.

14) **Цветовая температура** – температура черного тела, при которой оно испускает излучение с той же хроматичностью, что и рассматриваемое излучение. Эта мера объективного впечатления от цвета данного источника света. Единица измерения: **кельвин** (**К**).

***2700К*** – сверхтеплый белый;

***3000К*** – теплый белый;

***4000К*** – естественный белый;

***>5000К*** – холодный белый (дневной).

15) **Индекс цветопередачи** – отношение воспроизведения цветов предметов при освещении их данным источником света к воспроизведению цветов этих же предметов, освещаемых источником света, принятым за эталон (чаще всего Солнцем). Символ: **Rа.**

***Rа91-100*** – очень хорошая цветопередача;

***Rа81-91*** – хорошая цветопередача;

***Rа51-80*** – средняя цветопередача;

***Rа<51*** – слабая цветопередача.

16) **Световая отдача** - отношение излучаемого светового потока к потребляемой мощности, единица измерения - люмен на ватт (**лм/Вт**).

17) **Коэффициент запаса *Кз*** - расчетный коэффициент, учитывающий снижение светового потока источника света в процессе эксплуатации и снижение отражающих свойств поверхностей помещения.

18) **Рабочая поверхность** - это поверхность стола, верстака, части

оборудования или изделия, на которой производится работа и нормируется освещенность. **Условная рабочая поверхность** - условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте *0,8 м*от пола.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что называется мощностью лучистой энергии или лучистым потоком?

2. Что такое сила света ?

3. Поясните формулу определения яркости ***L*** и в чем она измеряется?

4. Какие свойства вызывают отрицательное влияние на функцию зрения?

5. Перечислите основные термины и величины?

**1.2. ОСВЕЩЕННОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА**

Для зрительной работоспособности большое значение имеет освещение. В светотехнической практике важно знать, какие характеристики освещения, какое их сочетание и в какой мере влияют на работу зрения и какими средствами осветительной техники могут быть достигнуты условия наименьшей утомляемости зрения в течение рабочего времени. Перечисленным вопросам посвящено большое количество исследований гигиенических, физиологических и светотехнических.

Влиянию освещенности на работу зрения и производительность труда уделяется максимальное внимание. Существенно важным в данном вопросе является положительное влияние увеличения освещенности на такие характеристики, как: острота зрения, устойчивость ясного виденья, скорость различения, контрастная чувствительность. Это влияние различно и зависит как от геометрических и оптических характеристик объекта, так и от качества освещения.

Проведенные исследования показали, что с увеличением освещенности рассматриваемой поверхности производительность труда повышается, особенно при переходе от освещенности, измеряемой десятками люксов, к освещенности 500-600 лк, а при точных работах - 1000 лк и более. Дальнейшее увеличение освещенности дает уже меньший рост производительности.

Улучшение условий освещения промышленных предприятий ведет не только к повышению производительности труда, но и к улучшению качества продукции, снижению брака, а также к улучшению условий труда, т.е. снижению утомления и травматизма, сохранности зрения, росту культуры производства.

Однако повышение уровня освещения связано с повышением затрат на осветительную установку и увеличением расхода электроэнергии. Перед проектировщиком осветительной установки стоит довольно сложная задача спроектировать осветительную установку, отвечающую требованиям норм и правил при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах.

Различают естественное, искусственное (электрическое) и совмещенное (естественное и искусственное) освещение.

**Естественное освещение** *-* это освещение помещений солнечным

светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Здесь необходимо иметь в виду, что прямые солнечные лучи могут неблагоприятно сказываться на работающих, вызывая ослепление в результате попадания в глаза интенсивных световых лучей, повышение температуры воздуха и оборудования. В этих случаях предусматриваются солнцезащитные устройства: жалюзи, шторы, светорассеивающие экраны, солнцезащитные козырьки и т. п.

Социологические и психологические исследования зданий, которые были полностью лишены освещения или имели очень незначительную площадь световых проемов, показали, что световая среда в них оценивалась отрицательно большинством работающих, что приводило к текучести кадров и служило источником разнообразных жалоб.

Результаты исследований показывают, что по сравнению с искусственным естественное освещение обеспечивает более высокий уровень производительности зрительной работы.

Важность визуальной связи человека, находящегося в помещении, с наружным пространством объясняется также положительным воздействием суточных изменений освещенности на биологические ритмы жизнедеятельности человеческого организма.

Известна роль естественного освещения помещений в профилактике солнечного голодания, которое следует связывать с действием всего оптического излучения Солнца, а не только его ультрафиолетовой части.

Роль естественного освещения в зданиях была понята в полной мере, когда выяснилось, что оно может служить одним из важных способов экономии электроэнергии в условиях нарастающего энергетического кризиса, резкого роста стоимости электроэнергии.

Рациональное использование естественного освещения в зданиях в настоящее время рассматривается как важный фактор экономии электроэнергии. При этом обращается внимание на то, что оптимальный результат достигается при комплексном проектировании систем естественного и искусственного освещения, отопления и вентиляции с учетом строительного решения здания и климата места строительства.

Опыт эксплуатации зданий, которые были спроектированы с учетом этих положений, показывает, что за счет более полного использования естественного освещения достигается экономия электроэнергии на  
20 - 50%.

Отечественная и зарубежная практика строительства показывает, что во многих помещениях современных зданий не удается обеспечить требуемые уровни естественного освещения и приходится применять совмещенный вариант, при котором в светлое время суток естественное освещение в отдельных зонах или на всей площади помещений дополняется искусственным освещением.

Расчеты показывают, что в этом случае площадь окон можно несколько уменьшить и тем самым достигнуть некоторого снижения единовременных вложений при незначительном увеличении эксплуатационных расходов. Естественное освещение, как правило, предусматривается во всех помещениях с постоянным пребыванием людей. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены соответствующими главами СНиП на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

**Искусственное освещение** применяется в темное время суток и днем, когда это требуется по условиям технологии производства работ. Основное назначение искусственного освещения состоит в создании условий, позволяющих глазу человека выполнять необходимую зрительную работу различать предметы, определять их форму и т.п.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На какие виды делится освещение?

2. В чем заключается рациональное использование естественного освещения в зданиях в настоящие время?

3. Какие помещения допускаются проектировать без естественного освещения?

4. На какие виды подразделяются естественное освещение?

5. Когда применяется искусственное освещение и в чем состоит его основное назначение?

**1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОСВЕТИТЕЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ**

Каждое помещение производственного здания имеет определенное функциональное назначение, и устраиваемое в нем электрическое освещение должно отвечать многим требованиям, соответствующим назначению помещения, характеру возникающих у людей зрительных задач и ряду других условий. Некоторые из требований приведены ниже.

1) Основное требование - освещенность на рабочем месте – должна соответствовать гигиеническим нормативам.

Искусственное освещение должно создавать в помещениях определенные условия, необходимые для успешного решения возникающих у людей зрительных задач. Эти условия характеризуются минимальной освещенностью и требованиями к качеству освещения, обусловленными действующими нормами искусственного освещения.

Чтобы искусственное освещение наиболее полно отвечало условиям зрительной работы, специалистам, занимающимся проектированием осветительных установок, необходимо знакомство с технологией производства в той мере, в какой это требуется для проектирования и устройства осветительных установок. Например, для многих работ важно, как направлен свет на рабочее место; некоторые работы требуют мягкого рассеянного света, другие - резко направленного света. Получение требуемого направления света достигается применением наиболее целесообразной системы освещения, использованием светильников с оптимальным для данных зрительных работ светораспределением и правильным их размещением в помещении.

2) Решающее значение для многих производств имеет правильный выбор типов источников света (ламп). Это относится к помещениям, в которых при искусственном освещении необходимо различать цвета и цветовые оттенки так же или почти так же правильно, как при естественном освещении. Известно, что большинство источников света, применяемых в осветительных установках, не обеспечивает правильную цветопередачу, что объясняется различием между спектральным составом излучения ламп разных типов и спектром естественного света.

3) Светильники в производственных помещениях должны быть расположены так, чтобы они обеспечивали равномерное распределение освещенности по всему помещению или части помещения, для которой нормируется одна и та же освещенность. Неравномерное распределение освещенности неблагоприятно влияет на зрение, неоправданно увеличивается расход электроэнергии на освещение.

4) Яркость на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно, так как при пере ходе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность возникает утомление глаз. Продолжительность процесса адаптации зависит от соотношения яркостей рассматриваемых поверхностей. Аналогичное явление возникает при переходе из плохо освещенного в сильно освещенное помещение и наоборот. Равномерному распределению яркости способствует светлая окраска потолка, стен и оборудования.

5) Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения показатели ослепленности в помещениях (независимо от системы освещения) не должны превышать значений, указанных   
в таблице 1.1.

Прямая блёсткость создается поверхностями источников света, и ее уменьшение осуществляется снижением яркости источников света, соответствующим выбором защитного угла светильника и увеличением высоты подвеса светильников, использованием светильников отраженного (снизу источника света помещают непрозрачный рефлектор, и большинство лучей попадает на рабочее место не прямо, а после отражения от потолка и стен помещения) или рассеянного света (источник света помещается в полупрозрачный рефлектор, и свет рассеивается во все стороны).

Таблица 1.1

Минимально допустимый показатель ослеплённости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разряд зрительной работы по СНиП 2.01.05-98 | Показатель ослепленности при пребывании людей в помещении | |
| постоянном периодическом | постоянном периодическом |
| I, II | 20 | - |
| III, IV, V, VII | 40 | 60 |
| IV, VII, VIII | 60 | 80 |

Отраженная блёсткость создается поверхностями с большими коэффициентами отражения по направлению к глазам. Ослабление отраженной блёсткости достигается подбором направления светового потока и заменой блестящих поверхностей матовыми.

6) В течение всего времени работы осветительной установки освещенность не должна снижаться ниже определенного уровня, часто и резко изменяться как вследствие колебаний напряжения в осветительной сети, вызванных, например, включением мощных силовых электроприемников, так и от раскачивания или неустойчивого положения светильников.

Напряжение у источников света должно быть близким к номинальному, и отклонения как в большую, так и в меньшую сторону не должны превышать определенных пределов.

Снижение напряжения ниже минимально допустимого приводит к заметному снижению освещенности, а для газоразрядных ламп, кроме того, вызывает затрудненное зажигание и неустойчивое горение или даже погасание.

Излишне высокое напряжение приводит к преждевременному выходу ламп из строя, перегреву и в некоторых случаях загоранию пускорегулирующих аппаратов.

7) Во многих помещениях производственных зданий должно предусматриваться аварийное освещение, обеспечивающее при аварийном отключении рабочего освещения минимально необходимые осветительные условия - в одних случаях для продолжения работы, в других для ориентировки людей в помещении и безопасной их эвакуации.

Необходимо также предусматривать меры по обеспечению надежности и бесперебойности питания освещения электроэнергией, и в особенности аварийного освещения для продолжения работы и всех видов освещения зданий без естественного освещения.

8) Все элементы осветительных установок - светильники, групповые щитки, понижающие трансформаторы, электроустановочные изделия, осветительные сети и т.п. - должны быть достаточно долговечными, безопасными в отношении поражения электрическим током для людей, находящихся в помещении и обслуживающих электроустановки, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва.

Обеспечение указанных условий достигается применением зануления или заземления и некоторых других мер электробезопасности, выбором оборудования, соответствующего условиям среды в помещениях, и защитой элементов осветительных сетей и оборудования от повреждений при эксплуатации.

9) При строительстве новых и реконструкции действующих производственных зданий на монтаж электрического освещения обычно отводится крайне ограниченное время, поэтому при разработке проектов осветительных установок следует принимать такие проектные и конструктивные решения, которые позволяют в наибольшей степени производить монтаж освещения индустриальными методами.

10) Осветительные установки в производственных зданиях должны быть выполнены так, чтобы обеспечивалась удобная и безопасная их эксплуатация, особенно доступ к светильникам для чистки и смены вышедших из стоя ламп. На крупных производственных предприятиях целесообразно организовывать специализированные мастерские для ремонта светотехнического оборудования и чистки светильников.

11) Установки электрического освещения, как и все другие электроустановки производственных помещений, должны удовлетворять требованиям действующих Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

# Кроме требований ПУЭ осветительные установки должны отвечать нормам проектирования СП 35-112-2005 “ Система нормативных документов в строительстве СВОД правил по проектированию и строительству”; при эксплуатации освещения необходимо руководствоваться “Правилами эксплуатации электроустановок потребителей” и “Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей”.

12) В некоторых производственных помещениях в силу географических условий или по характеру и условиям работы полностью или частично отсутствует естественное освещение. Действующие в Узбекистане “Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий” для компенсации ультрафиолетовой недостаточности у людей, работающих в указанных условиях, требуют устройства на предприятиях установок искусственного ультрафиолетового облучения.

13) Как и все инженерные устройства, осветительные установки должны по возможности обладать наибольшей экономической эффективностью. На экономичность освещения оказывает влияние много разных факторов, и часто выявить наиболее экономичное решение оказывается непросто.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На какие требования должно отвечать электрическое освещение каждого помещения производственного здания?

2. Чем достигается получение требуемого направления света?

3. Каким образом должны быть расположены светильники в производственных помещениях?

4. Каким образом создается прямая блескость и как осуществляется её уменьшение?

5. К чему приводит снижение напряжения ниже минимального допустимого?

6. Каким образом должны быть установлены установки электрического освещения?

**1.4. СИСТЕМЫ И ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ**

По способам размещения светильников в производственных помещениях различают две системы освещения: **систему общего освещения и систему комбинированного освещения.**

**Система общего освещения** предназначена для освещения помещения и расположенных в помещении рабочих мест.

При общем освещении светильники устанавливаются в верхней зоне помещения, т.е. непосредственно на потолке или на подвесах к нему, на стенах и колоннах помещения. Эти светильники называются светильниками общего освещения.

Для системы общего освещения различают два способа размещения светильников - равномерное и локализованное.

**Равномерное освещение** создает равномерную освещенность на площади всего помещения. При равномерном освещении светильники устанавливаются рядами с одинаковыми или не очень отличающимися расстояниями между ними. Расстояния между светильниками в ряду также принимаются одинаковыми.

**Общее локализованное освещение** устраивается в тех же случаях, когда не требуется нормируемая освещенность по всей площади, а достаточно создать ее в местах основного производства работ. На остальной же площади, где выполняются вспомогательные операции или производится общее наблюдение, освещенность может быть пониженной.

Преимущество локализованного освещения перед общим равномерным заключается в сокращении мощности осветительной установки.

**Система комбинированного освещения** применяется в помещениях, где выполняются тонкие и точные зрительные работы. Комбинированное освещение состоит из общего равномерного и местного освещения, создающего повышенную освещенность на рабочей поверхности. Применение одного местного освещения внутри производственных помещений не допускается, поскольку образуются резкие тени, зрение быстро утомляется и создается опасность производственного травматизма.

Систему комбинированного освещения следует, как правило, применять для производственных помещений:

* при выполнении зрительных работ наивысшей, очень высокой, высокой, средней и малой точности (разрядов I, II, III, IV, Vа и Vб норм СНиП 2.01.05-98);
* при выполнении зрительных работ любых разрядов, если характер этих работ предъявляет требования к качеству освещения, не выполняемые при общем освещении (например, строго определенное или переменное направление свата, специальный спектральный состав света и т.п.).

В остальных случаях следует применять систему общего освещения.

В помещениях, где производятся зрительные работы разрядов II, III, IV, Vа и Vб, по СНиП 2.01.05-98допускается устройство системы общего освещения при наличии технических, экономических и гигиенических обоснований, а также при условии, что при общем освещении могут быть полностью соблюдены требования к качеству освещения (например, случаи технической невозможности устройства местного освещения в помещениях с очень большой плотностью расположения рабочих мест, с возможностью выполнения работ по всей площади помещения и т.п.).

В производственных помещениях, в которых предусматривается местное освещение единичных, изолированно расположенных рабочих мест (например, рабочих столов, верстаков, отдельных щитов и пультов, измерительных приборов и т.п.), в административно-конторских помещениях при устройстве местного освещения столов, а также в помещениях, в которых предусматривается переносное освещение для ремонтных, наладочных и других работ, освещенность от общего освещения должна приниматься в соответствии с характером основных работ, выполняемых в данном помещении. При этом суммарная освещенность рабочих помещений, имеющих местное освещение, должна соответствовать нормируемой для комбинированного освещения.

При устройстве в производственных и складских помещениях со стандартным оборудованием общего освещения (в том числе в системе комбинированного освещения) последнее следует выполнять локализованным во всех случаях, когда это дает удешевление установки, уменьшение установленной мощности или повышение качества освещения, в частности:

а) при необходимости по характеру работы или планировки помещения и здания на различных участках разной освещенности, в том числе при наличии в помещении площадей, специально выделенных для проходов или складирования;

б) при наличии в помещениях крупногабаритного оборудования, создающего затенения рабочих поверхностей или препятствующего равномерному расположению светильников;

в) при наличии в помещении крупных рабочих поверхностей или сосредоточенных групп таких поверхностей с повышенными требованиями к освещению по сравнению с остальной частью помещения или с определенными требованиями к направлению света и к освещению наклонных или вертикальных поверхностей;

г) в складских помещениях со стеллажным хранением материалов.

В административно-бытовых, конторских, лабораторных, проектно конструкторских и вспомогательных помещениях, как правило, должно устраиваться общее равномерное освещение, но при известном и постоянном расположении рабочих мест рекомендуется такое расположение рядов люминесцентных светильников, при котором обеспечивается наиболее благоприятное направление света в отношении ограничения отраженной блескости и падающих теней.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и специальное, которое может быть охранным, дежурным, эритемным, бактерицидным и др.

**Рабочее освещение** создает требуемую освещенность при нормальном режиме осветительной установки. При погасании рабочего освещения в аварийных случаях во многих помещениях и производствах (согласно требованиям СНиП и ПУЭ) необходимо устраивать аварийное освещение.

**Аварийное освещение** подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

**Освещение безопасности** следует предусматривать в случаях, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

* взрыв, пожар, отравление людей;
* длительное нарушение технологического процесса;
* нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач, и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение  
  работ и т.п.;
* нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях в производственных помещениях и на территориях предприятий, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения, от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий.

Светильники рабочего освещения и светильники освещения безопасности в производственных, общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от независимых источников.

**Эвакуационное освещение** в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

* в местах, опасных для прохода людей;
* в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел. или имеющих площадь более  
  150 м2;
* по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 чел.;
* в лестничных клетках жилых зданий высотой 6 этажей и более;
* в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования;
* в помещениях общественных и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещениях могут одновременно находиться более 100 чел.
* в производственных помещениях без естественного света, где может одновременно находиться 20 и более человек.

Эвакуационное освещение независимо от наличия освещения безопасности должно предусматриваться по основным проходам и на выходах в виде световых указателей “выход”.

Минимальная освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях - не менее 0,2 лк.

Светильники и световые указатели эвакуационного освещения должны быть присоединены к сети, не связанной с сетью рабочего освещения, начиная от щита подстанции (распределительного пункта освещения), или при наличии только одного ввода, начиная от вводного распределительного устройства.

Указатели выходов могут быть световыми, со встроенными в них источниками света, присоединяемыми к сети аварийного освещения, и несветовыми (без источников света) при условии, что обозначение выхода (надпись, знак и т.п.) освещается светильниками аварийного освещения. При этом указатели должны устанавливаться на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также в местах поворота коридора. Дополнительно должны быть отмечены указателями выходы из коридоров и рекреаций, примыкающих к помещениям, перечисленным выше.

Эвакуационное освещение автоматически переключается при прекращении их питания на третий независимый внешний или местный источник (аккумуляторная батарея, дизель-генераторная установка и т.п.).

Для аварийного освещения (освещения безопасности и эвакуационного) следует применять:

а) лампы накаливания;

б) люминесцентные лампы - в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 5°С и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90 % номинального;

в) разрядные лампы высокого давления при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения питающего напряжения, так и в холодном состоянии.

Осветительные приборы аварийного освещения (освещения безопасности, эвакуационного) допускается предусматривать горящими, включаемыми одновременно с основными осветительными приборами нормального освещения, и негорящими, автоматически включаемыми при прекращении питания нормального освещения.

Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения специально нанесенной буквой ***А*** красного цвета.

Освещение безопасности может выполняться в виде местного или локализованного освещения поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме, с устройством в этом случае в проходах эвакуационного освещения.

Светильники аварийного освещения рекомендуется по возможности устанавливать в удалении от оконных проемов.

При технической целесообразности вместо устройства стационарного аварийного освещения допускается применение ручных светильников с автономными источниками питания (с аккумуляторными батареями или сухими элементами).

**Охранное освещение** (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время специальным персоналом. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы.

Для охранного освещения могут использоваться любые источники света, за исключением случаев, когда охранное освещение нормально не горит и автоматически включается от действия охранной сигнализации или других технических средств. В таких случаях должны применяться лампы накаливания.

В темное время суток в нерабочее время для выполнения надзора по

условиям пожарного и охранного режима необходимо **дежурное освещение**. На дежурное освещение выделяют часть светильников рабочего или аварийного освещения.

В помещениях, силовые электроустановки которых питаются по  
II категории надежности электроснабжения (по ПУЭ), а также в помещениях с круглосуточной работой, в которых светильники эвакуационного освещения выделены из числа светильников рабочего освещения, рекомендуется повышать освещенность, создаваемую эвакуационным освещением до значений, установленных для освещения безопасности. В частности, в крупных помещениях с круглосуточной работой в целях сокращения протяженности групповой сети рекомендуется, если это возможно по условиям питания, выделение для освещения безопасности и эвакуационного освещения целых рядов светильников общего освещения.

Условно к производственному освещению относят бактерицидное и эритемное облучение помещений.

**Бактерицидное облучение** (освещение) создается для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи  
с λ = 0,254...0,257мкм.

**Эритемное облучение** создается в производственных помещениях, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Максимальное эритемное воздействие оказывают электромагнитные лучи  
с λ = 0,297мкм. Они стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание и другие функции организма человека.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На какие системы освещения делятся освещения по способам размещения светильников в производственных помещениях?

2. Перечислите два способа размещения светильников для системы общего освещения?

3. Что создает равномерное освещение?

4. В каких случаях устраивается общее локализованное освещение?

5. Где применяется система комбинированного освещения?

6. На какое освещение подразделяют искусственное освещение по функциональному назначению?

7. Что создает рабочее освещение?

8. На какие виды подразделяется авариное освещение?

9. В каких случаях следует применять освещение безопасности?

10. В каких местах следует предусматривать эвакуационное освещение?

11. Область применения охранного и дежурного освещения?

**ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА**

**Источником искусственного света**, в общем виде, можно назвать устройство, предназначенное для превращения какого-либо вида энергии в видимое излучение.

В электрическом освещении электроэнергия превращается в световую в источниках света, которые разделяются на две основные группы: тепловые, снованные на принципе теплового излучения, и газоразрядные. К первой группе относятся лампы накаливания общего назначения и галогенные (КГ и КИ), ко второй - трубчатые люминесцентные лампы низкого давления, ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью (ДРЛ), металлогалогенные типов ДРИ, ДРИЗ, ксеноновые типов ДКсТ, ДКсТЛ, натриевые лампы типа ДНаТ.

В тепловых источниках видимое излучение получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити до температуры, близкой к температуре плавления вольфрама. Чтобы нить не сгорела, из стеклянной колбы удаляют полностью воздух или заполняют колбу инертным газом.

В газоразрядных лампах используется явление светового излучения газов или паров металла при прохождении через них электрического тока электрического разряда.

Именно эти два типа до недавнего времени (конец 90-х годов ХХ века) охватывали все многообразие искусственных источников света – от сверхминиатюрных ламп накаливания мощностью в сотые доли ватта до разборных ксеноновых ламп мощностью до 150 кВт*.*

В последние годы, кроме этих двух типов, появился и начал все активнее вторгаться во все области третий тип электрических источников света - **полупроводниковый.** Именно этому новому типу принадлежит будущее - уже лет через 10-12 может начаться массовое повсеместное внедрение полупроводниковых источников света - **светодиодов** *-* не только для световой сигнализации, где они уже сегодня составляют серьезную конкуренцию традиционным лампам накаливания, но и для общего освещения.

В настоящее время также существуют и неэлектрические искусственные источники света - **химические**, в которых свет создается при протекании некоторых химических реакций; **фотолюминесцентные**, где свет образуется за счет длительного послесвечения некоторых люминофоров после освещения их естественным или искусственным светом; **радиолюминесцентные**, в которых свет возбуждается под действием радиоактивного облучения. Но все эти источники, хотя и находят достаточно широкое применение, создают лишь мизерные доли суммарного светового потока, вырабатываемого искусственными источниками.

Прежде чем перейти к рассмотрению принципов работы электрических источников света, их особенностей, параметров и областей применения, необходимо познакомиться с общими параметрами, по которым и можно 26 сравнивать различные источники, чтобы выбирать наиболее подходящие из них в конкретных случаях (таблица 2.1).

Для источников света наиболее важное значение имеют следующие

показатели:

* **номинальное напряжение** (***Uн***) – напряжение, на которое рассчитана лампа или на которое она может включаться с предназначенной для этого специальной аппаратурой;
* **световая отдача** – это отношение светового поток к потребляемой мощности (***лм/Вт***), характеризует энергетическую экономичность источника света;
* **продолжительность горения ламп**, является одной из важнейших

эксплуатационных характеристик и определяет стоимость профилактики и ремонта осветительной установки;

* **единичная номинальная мощность лампы** (***Рн***), оказывает влияние на число устанавливаемых светильников, а для многоламповых светильников также и на их размеры;
* **цветность излучения** (то есть спектральный состав света) имеет решающее значение при выборе источника света в помещениях, где требуется правильная цветопередача при искусственном освещении.

Таблица 2.1

Сравнительные данные различных источников света

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Источник света | Диапазон мощности, Вт | Световая отдача, лм/Вт | Срок службы, час |
| Лампа накаливания общего назначения | 15 ÷ 1500 | 10 ÷ 20 | 1000 |
| Кварцевые галогенные лампы (КГ) | 100 ÷ 20000 | 20 ÷ 26 | 2000÷3000 |
| Люминесцентные лампы (ЛЛ) | 20(18) ÷ 80(65) | 65 ÷ 80 | 6000÷15000 |
| Дуговые ртутные лампы типа ДРЛ | 50 ÷ 1000 | 45 ÷ 50 | 10000÷15000 |
| Металлогалогенные лампы типа ДРИ | 125 ÷ 3500 | 60 ÷ 80 | 3000 ÷ 10000 |
| Натриевые лампы типа ДнаТ | 50 ÷ 400 | более 100 | 6000÷12000 |
| Ксеноновые лампы типа ДКсТ | 10000÷55000 | 30 ÷ 50 | 300÷800 |

Кроме указанных показателей имеются дополнительные характеристики источников света:

* способность ламп быстро загораться после погасания из-за прекращения питания (важно при использовании ламп для аварийного освещения);
* значение спада светового потока ламп в течение эксплуатации (влияет на коэффициент запаса, учитываемый при расчете освещения);
* влияние на световые и электрические характеристики ламп уровня и колебаний напряжения;
* влияние температуры воздуха в местах установки ламп на их работу;
* стоимость ламп и некоторые другие.

### В настоящее время в Узбекистане источники света изготавливаются следующими предприятиями: СП «Neo sun light», СП ООО «WEGA Lighting»., "ELEKTRO LAYT" ООО, "SPEKTR STROY INVEST" ООО, "PROF ENERGY EXPERT" ЧП., "AKFA LIGHTING" ТМ ГЛАВНЫЙ ШОУ-РУМ., "ANGREN KARVON" ООО. И другиее.

Известные зарубежные предприятия и фирмы GENERAL ELECTRIC, PHILIPS, SIEMENS, OSRAM, TUNGSRAM, COMTECH и другие выпускают сегодня также широкий спектр ламп разных видов и назначений.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какое устройство называется источником искусственного света?

2. Какому типу источников искусственного света принадлежит будущее?

3. Какие показатели имеют наиболее важное значение для источников света?

**2.1. ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ**

Лампы накаливания (ЛН) являются наиболее массовыми источниками света. Это объясняется простотой и удобством их эксплуатации, невысокой ценой, универсальностью применения. ЛН имеют большое разнообразие по назначению и конструктивному исполнению.

Для освещения применяются лампы накаливания общего назначения и галогенные лампы накаливания.

Из курса физики известно, что твердое тело при нагревании излучает лучистую энергию, количество которой увеличивается с повышением температуры. При низких температурах телом излучаются невидимые инфракрасные лучи. С повышением температуры тело начинает светиться сначала вишнево-красным, затем красным, оранжевым и, наконец, белым светом. На принципе теплового излучения и основана работа ламп накаливания. При протекании тока через нить накала лампы, которая изготовляется из тугоплавкого металла - вольфрама, она нагревается до  
2500 ÷ 27000С. Чем выше температура нити, тем больше света она излучает. Лампы накаливания имеют низкий коэффициент полезного действия. Только 4-7% потребляемой электрической энергии превращается в энергию видимых излучений, т.е. видимый свет, а остальная часть расходуется на невидимые глазом излучения и тепловые потери.

Конструктивно лампы накаливания состоят из колбы шароконусной или грибовидной формы, в которую заварена гребешковая ножка со смонтированным на ней вольфрамовым телом накала (рис. 2.1).

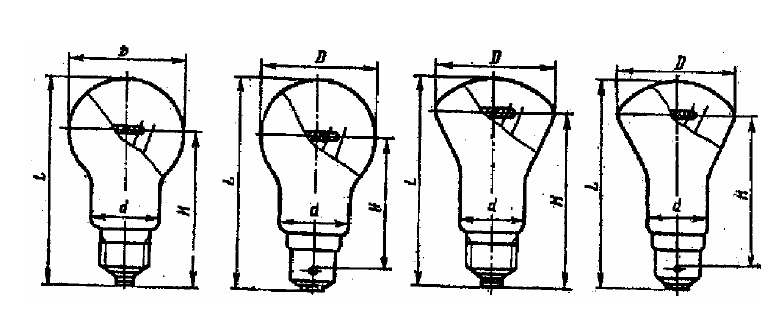


Рис. 2.1. Конструкция ламп накаливания с цоколями различного типа:

*L* - полная длина лампы; *Н -* высота светового центра, *D* - диаметр лампы,

*d* - диаметр с цоколями

По форме тела накала лампы выполняются моноспиральными и биспиральными. Конструктивно биспиральная лампа отличается от моноспиральной тем, что у нее нити имеют форму двойных спиралей, т.е. спирали, свитой из спирали. У этих ламп световая отдача примерно на 10% выше, чем у обычных (моноспиральных) ламп.

Лампы накаливания изготовляются пустотными (вакуумными) и газонаполненными. Отсутствие воздуха в колбе предохраняет вольфрамовую нить от окисления, увеличивая срок службы. Газовая среда (аргон с добавкой азота или криптон) уменьшает скорость испарения раскаленной нити, создавая при этом условия для повышения температуры нити, а следовательно, увеличивает световой поток. Но ввиду дороговизны криптона лампы выпускаются маломощными (40 - 100 Вт) и в небольшом количестве.

По цветности излучения ЛН значительно желтее естественного дневного света, и при них не обеспечивается правильная цветопередача, поэтому для освещения рабочих поверхностей, требующих определения различных цветов и оттенков, их не используют.

Лампы накаливания общего назначения выпускаются в диапазоне мощности 15-1500 Вт на напряжении 127 и 230 В. Световая отдача ламп лежит в пределах 7-19 лм/Вт, повышаясь с увеличением мощности и снижением номинального напряжения лампы. Срок службы не менее 1000 часов (при номинальном напряжении). Лампы имеют простейшую схему включения, надежны в работе, независимы от температуры внешней среды, но очень чувствительны к отклонениям подводимого напряжения. При отклонении напряжения на 1% от номинального световой поток изменяется на ±3,7%, мощность – на 1,5%, световая отдача – на 2,2%, срок службы – на ± 14%.

Технические данные ламп накаливания приведены в приложении А (табл. А.1).

**Достоинства ламп накаливания:**

* простота конструкции и эксплуатации;
* изготовляются в широком ассортименте, на разные мощности и напряжения, различных типов, приспособленных к разным условиям применения;
* низкая стоимость большинства видов этих ламп;
* очень низкий коэффициент пульсации светового потока (Кп=5-10%), что меньше утомляет зрение. Кроме того, не наблюдается стробоскопический эффект;
* включение в сеть без дополнительных аппаратов;
* работают (хотя и с резко изменяющимися характеристиками) даже при значительных отклонениях напряжения сети от номинального;
* незначительное (около 15%) снижение светового потока к концу срока службы;
* почти полная независимость от условий окружающей среды, в том числе от температуры; компактность.

**К основным недостаткам ламп накаливания** относятся:

* низкая экономичность (4-7%);
* дают свет, в котором преобладают желтые тона, и поэтому не обеспечивают правильную цветопередачу, особенно при маломощных лампах и при снижении напряжения в сети;
* низкая световая отдача, составляющая 10-20 лм/Вт при невысокой продолжительности горения (не более 2000 час);
* недостаточная механическая прочность.

**Лампы накаливания с зеркальным отражающим слоем** являются и источником света, и осветительной арматурой. В зависимости от площади отражателя можно получить широкий или узкий направленный по оси лампы световой поток. Применяются для: наружного освещения; больших и парадных помещений; высоких производственных помещений; подсветки архитектурных элементов.

**Лампы накаливания декоративные** предназначены для общего, местного и декоративного освещения жилых и общественных помещений. Применяются в люстрах, бра.

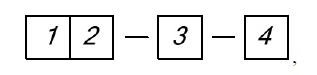
**Лампы накаливания иллюминационные** используются для праздничного освещения улиц и площадей, а также для декоративной подсветки витрин.

**Лампы накаливания неодиновые** (БН 215-225-60 или 100 Вт) имеют колбу из стекла с добавками окиси неодима, что позволяет уменьшить излучение в желтой области спектра. Такой свет придает яркий вид предметам, подчеркивая различные оттенки цветов.

**Специальные лампы накаливания** предназначены для: сигнальных огней аэродромов (СГ, СГА), маячных установок (ММ), установки в электрических и газовых плитах (РНМТ).

**Матированные лампы накаливания** используются в случаях, когда при освещении блестящих поверхностей могут возникнуть слепящие блики. Поэтому колбы таких ламп матируются.

По назначению лампы накаливания разделяются на лампы общего назначения, лампы местного освещения, транспортные, рудничные, судовые, сейсмостойкие, декоративные, прожекторные и др. Маркировка ламп накаливания содержит следующие элементы:



где ***1*** *-* элемент характеризует лампу по физическим и конструктивным особенностям:

***Б*** - биспиральная с аргоновым наполнением;

***БК*** - биспиральная с криптоновым наполнением;

***В*** - вакуумная;

***Г*** - газополная моноспиральная с аргоновым наполнением;

***МО*** - местного освещения;

***РН*** - разного назначения.

***2*** *-* элемент для ламп в светорассеивающих колбах, к первому элементу условного обозначения добавляют буквы:

***МЛ*** - молочная;

***МТ*** - матированная;

***О*** – опаловая.

***3*** *–* элемент определяет номинальное напряжение в вольтах (125-135 В; 215-225 В; 225-235 В; 230-240 В; 235-245 В);

***4*** *-* элемент определяет номинальную мощность, Вт.

Газонаполненные лампы типа ***Г*** и ***Б*** наполняются аргоном с добавлением 12 - 16% азота.

Биспиральные лампы с криптоновым наполнителем (типа ***БК***) внешне отличаются своей грибовидной формой и имеют световую отдачу на  
10 – 20 % выше, чем лампы с аргоновым наполнителем. Из-за высокой стоимости газа криптона лампы типа ***БК*** выпускаются мощностью от 40 до 100 Вт.

**Примеры условных обозначений ламп накаливания:**

* лампа ***В 125-135-25*** - лампа накаливания вакуумная на напряжение 125 – 135 В и номинальную мощность 25 Вт;
* лампа ***ГМТ 220-230-150*** - лампа накаливания, газополная моноспиральная аргоновая в матированной колбе, на напряжение 220-230 В и номинальную мощность 150 Вт;
* лампа ***БМЛ 220-230-100*** - лампа накаливания, биспиральная, аргоновая в молочной колбе на напряжение 220 - 230 В и номинальную мощность 100 Вт;
* лампа ***Г 230-240-300*** - лампа накаливания, газополная моноспиральная аргоновая на напряжение 230-240 В, номинальную мощность 300 Вт;
* лампа ***БК 235-245-60-П*** - лампа накаливания, криптоновая на напряжение 235-245 В, номинальную мощность 60 Вт, для подсобных помещений.

Лампы-светильники подразделяются на: лампы общего освещения с диффузным (***Д***) слоем типа ***НГД*** (лампы накаливания, газонаполненные аргоном, моноспиральные с диффузным слоем); лампы местного освещения с диффузным слоем типа ***МОД***; лампы зеркальные со средним (***Г***) светораспределением типа ***НЗС***; лампы зеркальные с широким (***Ш***) светораспределением типа ***ЗН27-ЗН28***; лампы зеркальные с концентрированным (***К***) светораспределением типа ***НЗК***; лампы зеркальные для местного освещения типа ***МОЗ***.

ГОСТ 2239 - 79 “Лампы накаливания общего назначения” распространяется на лампы накаливания общего назначения, предназначенные для светильников внутреннего и наружного освещения, а лампы на повышенное напряжение 225-235 В, 235-240 В следует применять в осветительных приборах, устанавливаемых в труднодоступных местах помещения: лестничных клетках, чердаках, вентиляционных камерах и др.

Использовать лампы на повышенное напряжение в сетях со стабильным напряжением 220 В нецелесообразно из-за резкого снижения светового потока.

Несмотря на низкую экономичность ламп накаливания, благодаря простоте их конструкции, дешевизне и удобству эксплуатации они еще широко применяются для освещения жилых и бытовых помещений, вспомогательных помещений промышленных и общественных зданий, а также наружного и местного освещения.

Разновидностью обычных ламп накаливания являются **галогенные лампы,** которые делятся на две большие группы – линейные и малогабаритные (компактные). Линейные лампы, как правило, имеют двухстороннюю цоколевку. Лампы мощностью 2000 Вт и более часто делают с гибкими проволочными выводами или плоскими контактами для зажима “под винт”. Линейные лампы российского производства маркируются буквами ***КГ***, которые выпускаются на номинальное напряжение 220 и 380 В, мощность от 100 до 20000 Вт. Световая отдача ламп – 22 лм/Вт, срок службы 2500-3000 часов. Цветопередача ламп ***КГ*** значительно белее, чем свет обычных ламп накаливания.

Галогенные лампы накаливания ***КГ*** по сравнению с обычными лампами имеют более стабильный по времени световой поток и, следовательно, повышенный полезный срок службы, а также значительно меньшие размеры, более высокую термостойкость и механическую прочность благодаря применению кварцевой колбы. Малые размеры и прочная оболочка позволяют наполнить лампы до высоких давлений дорогостоящим ксеноном и получать на этой основе более высокую яркость и повышенную отдачу.

В галогенных лампах вольфрамовая нить работает в парах йода, образующих галогениды вольфрама. Эти галогениды распадаются на теле накала и возвращают ему атомы вольфрама, образуя вольфрамогалогенный цикл.

Устройство галогенной лампы показано на рисунке 2.2. Колба лампы -длинная узкая кварцевая трубка ***1***; тело накала - прямолинейная вольфрамовая спираль ***2***, закрепленная на вольфрамовых держателях ***3*** по оси колбы. Расположенные по обоим концам трубки вводы ***4*** соединены с выводами ***5*** впаянной в кварц молибденовой фольгой ***6***. Место отпая штенгеля ***7*** расположено на боковой стенке колбы.

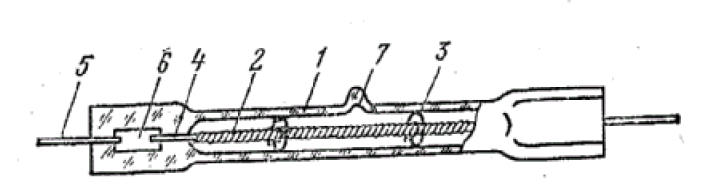
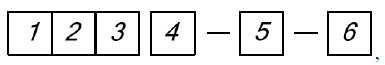


Рис. 2.2. Лампа накаливания галогенная

Линейные кварцевые галогенные лампы типа ***КГ*** применяются в качестве источника света для прожекторов различного назначения, для освещения помещений производственного и культурно-спортивного назначения, для целей архитектурного, рекламного, кинофотосъемочного и телевизионного освещения и т.п.

Эти лампы отличаются большой стабильностью светового потока, который снижается к концу срока службы только на несколько процентов.

Маркировка галогенных ламп:



где ***1*** *-* буква характеризует материал колбы (***К*** - кварцевая);

***2*** *-* вторая буква - вид добавки (***И*** - иод, ***Г*** - галоген);

***3*** *-* третья буква - область применения (***О*** - облучательная) или

конструктивная особенность (***М*** - малогабаритная);

***4*** *-* первая группа цифр - напряжение, В;

***5*** *-* вторая группа цифр - мощность, Вт;

***6*** *–* модификация лампы.

Технические данные галогенных ламп приведены в приложении А (таблица А.1).

**Пример**: ***КГ220-1000-5*** – кварцевая с галогенной добавкой лампа, напряжение сети 220 В, мощность 1000 Вт, пятая модификация.

Кроме линейных кварцевых ламп выпускаются малогабаритные галогенные лампы сетевого напряжения общего назначения ***КГМ*** и направленного света.

Эти галогенные лампы обладают высокой светоотдачей, отлично воспроизводят цвета. Точная цветопередача, усиленный световой поток, небольшие размеры и значительный ассортимент позволяют широко применять галогенные лампы в самых различных областях: для домашнего, профессионального коммерческого света, а также активно использовать в рекламном, дизайнерском, интерьерном и художественном освещении.

**Преимущества галогенных ламп перед лампами накаливания:**

* преобразуют энергию более эффективно (световая отдача  
  24 лм/Вт);
* имеют в два раза больший срок службы (2000 ч и больше);
* производят более яркий белый свет (Тцв=3000-3100К);
* великолепная цветопередача (Rа≈100, как у солнца);
* позволяют лучше управлять световым пучком и направлять с большой точностью;
* более компактны, благодаря чему создают новые возможности дизайна;
* поглощение ультрафиолетовой составляющей, следовательно, пониженный эффект выцветания, возможность использования в открытых светильниках.

**Недостатки галогенных ламп:**

* требуют бережного обращения. Температура колбы может достигать 3000С, и если на ней окажутся, например, частицы жира с пальцев, это приведет к разрушению стекла.
* галогенные лампы боятся перепадов напряжения: если оно увеличится на 5-6%, то срок службы уменьшится почти в два раза. Особенно чувствительны к перепадам низковольтные галогенные лампы, требующие установки понижающих трансформаторов.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На какие типы делят лампы накаливания?

2. Поясните конструкцию ламп накаливания и как они изготовляются?

3. Перечислите достоинства и недостатки ламп накаливания?

4. На какие виды делятся лампы накаливания по назначению?

5. На какие группы делятся галогенные лампы?

6. В чем состоят преимущества и недостатки галогенных ламп перед лампами накаливания?

**2.2. СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП**

**И ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ**

Для зажигания газоразрядных ламп необходим импульс повышенного напряжения, после же установления устойчивого разряда в лампе напряжение на лампе должно быть пониженным. Поэтому все газоразрядные лампы включаются в сеть через пускорегулирующую аппаратуру ПРА. Схемы включения газоразрядных ламп и ПРА имеют большое разнообразие в зависимости от типа ламп, их мощности и др.

Рассмотрим физическую основу работы люминесцентной лампы и процесс ее зажигания при включении в электрическую сеть. Газ аргон, находящийся в трубке до прохождения тока, является хорошим изолятором. При включении лампы в сеть начинается процесс ионизации за счет электронов, испускаемых нагретыми до 800°С электродами. Для увеличения выхода электронов спирали электродов покрываются тонким слоем окислов щелочных металлов (бария, стронция, кальция).

Вылетая из электродов, электроны при движении бомбардируют нейтральные атомы газа и превращают их в заряженные частицы. Процесс ионизации непрерывно возрастает, и, наконец, возникает электрический разряд, сначала в атмосфере разряженного аргона, а затем в парах ртути, вызывая сильное ультрафиолетовое излучение. Это излучение, попадая на слой люминофора, преобразуется в видимое световое излучение.

Для зажигания люминесцентной лампы (рис. 2.5) и ее нормальной работы требуется дроссель ***1***, стартер ***2***, конденсаторы ***С1*** и ***С2***.

Стартер ***2*** служит для автоматического и выключения предварительного накала электродов и представляет собой тепловое реле, помещенное в стеклянный баллон, наполненный инертным газом, чаще всего неоном. Реле имеет два электрода: один - биметаллический, другой металлический. Между электродами имеется зазор величиной 2-3 мм. Его величина устанавливается заводом-изготовителем, зависит от напряжения сети, при этом напряжение зажигания неоновой лампы должно быть меньше напряжения сети и напряжения зажигания люминесцентной лампы с холодными электродами.

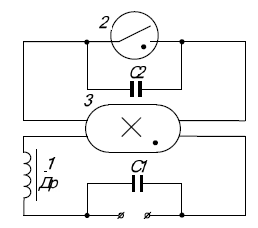


Рис. 2.5. Схема включения люминесцентной лампы

При включении в сеть стартера ***2*** электроды лампы ***3*** оказываются под полным напряжением. Однако его недостаточно для зажигания лампы, но достаточно, чтобы вызвать разряд в стартере. Под действием тлеющего разряда биметаллическая пластина нагревается и, изгибаясь, соприкасается с другим электродом. Цепь стартера замыкается, и начинается процесс нагрева электродов лампы, создающий условия для зажигания лампы. Разряд в стартере прекратится, пластина начинает остывать и размыкает цепь. При наличии в цепи дросселя ***Др*** с большой индуктивностью в момент размыкания возникает импульс повышенного напряжения, вызывающий мощный дуговой разряд и зажигание лампы. При этом напряжение на лампе и стартере становится меньше, чем напряжение сети. Поэтому при работе лампы стартер бездействует.

Дроссель представляет собой обмотку, намотанную на сердечник из листовой электротехнической стали, он облегчает зажигание лампы, а также ограничивает ток и обеспечивает ее устойчивую работу. Дроссель ***Др***, включенный в цепь люминесцентной лампы, вызывает дополнительный расход электроэнергии порядка 20% от потребляемой и снижает коэффициент мощности до 0,5-0,6.

Для повышения коэффициента мощности в схеме предусматривается конденсатор ***С1***. Конденсатор ***С2*** служит для подавления радиопомех, вызываемых работой лампы.

Стартерная схема зажигания проста и дешева и поэтому широко распространена.

В осветительной установке наиболее распространены двухламповые схемы, в частности схемы с искусственным сдвигом фаз (с расщепленной фазой).

Эта схема обеспечивает уменьшение пульсации светового потока и повышение коэффициента мощности ламп до 0,95.

В цепь лампы ***2*** (рис. 2.6) последовательно включено индуктивное сопротивление (дроссель) ***Др2***, и ток в цепи отстает по фазе от напряжения. В цепь лампы ***1*** последовательно включены дроссель ***Др1*** и конденсатор ***С***, и ток опережает по фазе напряжение. Соответствующим подбором величин индуктивности и емкости можно добиться совпадения максимального излучения светового потока одной лампы с минимальным излучением потока второй лампы, тем самым уменьшается коэффициент пульсации. Такая схема называется антистробоскопической компенсированной.

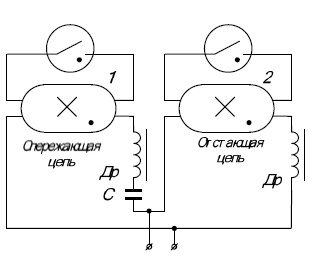


Рис.2.6. Схема включения люминесцентной лампы

**Бесстартерные схемы** быстрого зажигания разделяются на две группы: трансформаторные и резонансные.

Наиболее простой является **трансформаторная схема** с отдельным накальным трансформатором (рис. 2.7).

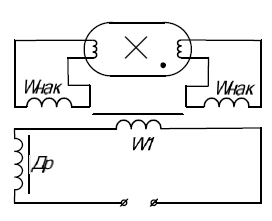


Рис. 2.7. Схема быстрого включения люминесцентной лампы

При включении лампы приложенного напряжения недостаточно для ее зажигания. Но с момента включения ток, пройдя по цепи дроссель  
***Др*** - первичная обмотка накального трансформатора ***W1***, создает в обмотках ***Wнак*** напряжение, и электроды, включенные на отдельные накальные обмотки трансформатора, начнут быстро нагреваться, так как в это время накальные обмотки имеют повышенное напряжение (потеря напряжения в дросселе до момента зажигания лампы незначительна). С повышением температуры электродов напряжение зажигания лампы будет снижаться. При снижении его до величины напряжения разряда, приложенного к лампе, произойдет зажигание лампы. После этого потери напряжения в дросселе также снизятся.

При работе лампы электроды не отключаются от обмоток трансформатора, поэтому на подогрев электродов тратится некоторая дополнительная мощность.

В **резонансных схемах** (рис. 2.8) используется явление резонанса напряжения, при котором возникают более высокие напряжения. В момент включения лампы, пока она еще не зажглась, конденсатор ***С*** и индуктивности ***Др1, Др2*** образуют контур, в котором ток достигает величины, достаточной для быстрого разогрева электродов. Одновременно на последовательно соединенных конденсаторе ***С*** и дросселе ***Др2*** возникает напряжение, в 1,5 – 2 раза превышающее напряжение питающей сети, которое после разогрева электродов мгновенно зажигает лампу. В этот момент лампа становится проводником электрического тока и оказывается включенной параллельно с конденсатором ***С*** и дросселем ***Др2***. Условие резонанса нарушается, и ток в цепи снижается. Ток накала электродов становится меньше рабочего тока лампы, и они начинают работать в режиме самонакала.

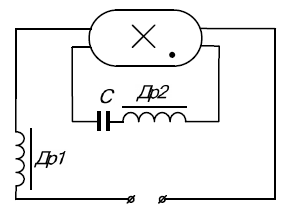


Рис. 2.8. Резонансная схема быстрого включения

В схемах **мгновенного зажигания** лампа зажигается при холодных электродах, но при этом напряжение на электродах превышает рабочее в  
6 – 7 раз. Из-за отсутствия раскаленных электродов данные схемы используются в светильниках, предназначенных для работы во взрывоопасных помещениях.

Следует учесть, что кратковременные высокие напряжения опасны для людей и должны быть приняты меры предосторожности при обслуживании.

Бесстартерные схемы имеют ряд преимуществ:

* обеспечивают большую надежность при зажигании;
* лучшие условия зажигания при низких температурах;
* увеличенный срок службы.

Однако бесстартерные схемы обладают повышенной потерей мощности.

Рассмотрим принципиальные схемы включения ламп типа ДРЛ в сеть переменного тока. На рисунке 2.9 дана схема включения четырехэлектродной лампы ДРЛ, у которой кроме двух рабочих электродов имеются еще два вспомогательных электрода, облегчающих зажигание разряда. После включения лампы в сеть напряжение подается на основные и поджигающие электроды лампы. Малые расстояния между основными и поджигающими электродами приводят к возникновению разряда между ними.

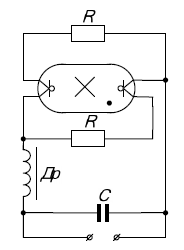


Рис. 2.9. Схема включения четырехэлектродной лампы ДРЛ

Вспомогательный разряд создает благоприятные условия для возникновения разряда между основными электродами.

По мере развития последнего растет ток, протекающий через дро сель ***Др,*** и уменьшается сопротивление разрядного промежутка, которое очень быстро становится значительно меньше добавочного сопротивления ***R,*** после чего разряд между основными и вспомогательными электродами прекращается. Конденсатор ***С*** включается для повышения коэффициента мощности ПРА.

На рисунке 2.10 дана схема с несимметрированным дросселем и совмещенным поджигающим устройством для включения двухэлектродной лампы типа ДРЛ.

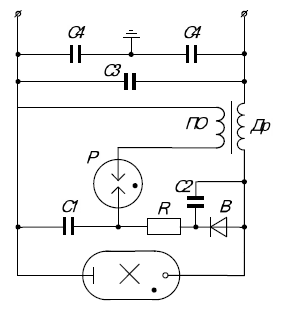


Рис. 2.10. Схема включения двухэлектродной лампы ДРЛ

При включении лампы в сеть напряжение сети почти полностью (падение напряжения на обмотке дросселя ***Др*** незначительное) подается на лампу и включенную параллельно с ней цепочку, состоящую из конденсатора ***С1***, сопротивления ***R*** и выпрямителя ***В***. Конденсатор ***С1*** заряжается до напряжения 180 – 220 В, при котором происходит пробой в разряднике и конденсатор разряжается через разрядник ***Р*** и поджигающую обмотку ***ПО,*** состоящую из одного-двух витков. При этом на лампу подается высоковольтный импульс с амплитудой 2-2,5 кВ, который вызывает зажигание лампы. При разгорании лампы ток лампы увеличивается, увеличивается падение напряжения в обмотке дросселя ***Др***, снижается напряжение на лампе и на конденсаторе ***С1*** до значения, при котором пробой в разряднике произойти уже не может. Лампа горит при напряжении на ней 130-140 В. Конденсатор ***С2*** предохраняет выпрямитель (диод) ***В*** от высоковольтного импульса. Конденсатор ***С3*** служит для улучшения коэффициента мощности схемы, конденсатор ***С4*** - для снижения радиопомех. ПРА этого типа имеют следующие недостатки: изоляция проводов обмотки дросселя должна выдерживать импульсное высокое напряжение, но это требование приводит к удорожанию дросселя; ПРА необходимо размещать на расстоянии от лампы не более 1- 3 м.

У металлогалогенных ламп типа ДРИ напряжение зажигания выше, чем у ламп ДРЛ того же номинального напряжения. Лампа ДРИ, имеющая поджигающий электрод, может быть включена по схеме, показанной на рисунке 2.11.

При включении лампы напряжение сети подается на электроды лампы и поджигающий электрод. Вспомогательный разряд возникает между поджигающим электродом и изолированным от него электродом лампы. В результате разряда напряжение между этими электродами понижается, а между основными электродами лампы остается напряжение сети. Вспомогательный разряд облегчает условия для зажигания разряда между основными электродами лампы.

Схема на рисунке 2.11 *а* применяется для включения лампы на линейное напряжение 380 В. На рисунке 2.11 *б* показана одна из схем включения лампы ДРИ с номинальным напряжением 220 В. В схеме используется автотрансформатор ***АТР*** с рассеянием, который при включении лампы обеспечивает повышение напряжения на лампе, конденсатор ***С*** включен для улучшения коэффициента мощности схемы.

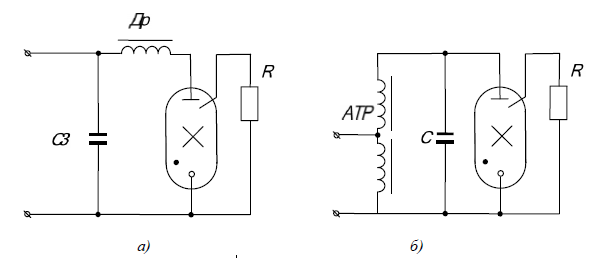


Рис. 2.11. Схема включения ламп ДРИ

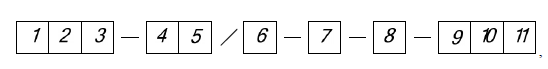
**Пускорегулирующие аппараты.** Пускорегулирующий аппарат (ПРА) - это светотехническое изделие, с помощью которого обеспечивается питание газоразрядной лампы (ГЛ) от электрической сети, обеспечивающее необходимые режимы зажигания, разгорания и работы лампы, конструктивно оформленное в виде единичного аппарата либо нескольких отдельных блоков.

Помимо указанных основных функций ПРА выполняет и ряд дополнительных.

Компенсация реактивной мощности комплекта (ГЛ – ПРА) необходима для обеспечения рациональной загрузки подстанций и осветительных сетей. Увеличение коэффициента мощности схемы включения ГЛ, работающей с индуктивным балластом, может достигаться подключением параллельно сетевым выводам компенсирующего конденсатора индивидуально для каждого ПРА или общего для группы комплексов (ГЛ – ПРА).

Источником радиопомех являются электромагнитные поля, создаваемые в лампе и элементах контура, а также распределительная сеть, в которую попадают высшие гармонические составляющие тока. Для подавления помех при монтаже светильника параллельно лампе или сетевым выводам ПРА подключаются конденсаторы малой емкости и специальных фильтров. Снижение пульсации светового потока газоразрядной лампы осуществляется в двухламповом светильнике при использовании ПРА с “расщепленной” фазой, включении ламп на разные фазы сети и т.п. Заводы изготовители для различных схем включения газоразрядной лампы выпускают стартерные и бесстартерные ПРА.

**Обозначение ПРА:**



где ***1 -*** цифра, обозначающая число ламп, включаемых с ПРА;

***2 -*** буквы, обозначающие назначение аппарата:

***ДБ-*** дроссель балластный;

***УБ*** - стартерный аппарат;

***АБ*** - бесстартерный аппарат быстрого зажигания;

***МБ*** – то же мгновенного зажигания;

***3 -*** буквенное обозначение потребляемого тока:

***И*** – индуктивный;

***Е*** – емкостный;

***К*** - компенсированный;

***4, 5 -*** мощность и, при необходимости, тип лампы;

***6 -*** напряжение сети;

***7 –*** наличие (буква А) или отсутствие (не обозначается) сдвига фаз между токами ламп в многоламповом ПРА;

***8*** - конструктивное исполнение:

***В*** – встроенный ПРА в светильник или кожух;

***Н*** - независимый;

***9 -*** уровень шума:

без обозначения – нормальный;

***П*** – пониженный;

***ПП*** - особо низкий;

***10 -*** номер серии ПРА;

***11 -*** климатическое исполнение и категория размещения.

**Пример:**

***1УБИ-40/220-ВПП-910УХЛ4*** – пускорегулирующий аппарат для одной газоразрядной лампы мощностью 40 Вт, напряжение сети 220 В, встроенный с особо низким уровнем шума, номер серии 910, для умеренного и холодного климата и для работы в закрытых отапливаемых и вентилируемых помещениях;

***1ДБИ-700ДРЛ/220Н-026М.УХЛ1*** – дроссель балластный для одной газоразрядной лампы типа ДРЛ мощностью 700 Вт, напряжение сети  
220 В, независимого исполнения, номер серии 910, для умеренного и холодного климата и для работы на открытом воздухе.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Поясните физическую основу работы люминесцентной лампы и процесс ее зажигания при включении в электрическую сеть?

2. Что обеспечивает двухламповая схема с искусственным сдвигом фаз?

3. На какие группы подразделяется бесстартерные схемы быстрого зажигания?

4. Какое явление используется в резонансных схемах?

5. Какие преимущества имеют бесстартерная схема?

6. Поясните принцип работы схемы с несимметрированным дросселем и совмещенным поджигающим устройством для включения двухэлектродной лампы типа ДРЛ?

7. Объясните схему включения лампы ДРЛ?

8. Что такое пускорегулирующий аппарат и для чего он предназначен?

9. В чем достоинства увеличения коэффициента мощности схемы включения ГЛ, работающей с индуктивным балластом?

10. Поясните систему обозначения пускорегулирующих аппаратов?

**2.3. ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

Современная светотехника предоставляет возможность применения в осветительных установках разнообразных источников света, ассортимент которых продолжает расширяться.

Выбор источников света должен производиться с учетом их световой отдачи, срока службы, спектральных и электрических характеристик.

В качестве источников света для внутреннего освещения могут применяться:

а) разрядные лампы низкого давления - люминесцентные (ЛЛ) разной цветности;

б) разрядные лампы высокого давления (РЛВД) - дуговые ртутные типа ДРЛ, дуговые металлогалогенные типов ДРИ и ДРИЗ, натриевые лампы высокого давления (НЛВД) типа ДНаТ;

в) лампы накаливания (ЛН), в том числе галогенные (ГЛН).

При технической необходимости или по эстетическим соображениям допускается применение в пределах одного помещения источников света разных типов. Для того, чтобы при этом было исключено образование на рабочих поверхностях разноцветных теней, следует обеспечивать создание каким-либо одним источником света на менее 80% всей освещенности рабочих мест (например, в светильниках местного освещения) или добиваться однородного спектрального состава света, падающего на рабочие места, путем сближения светильников с разными источниками света, использованием отражения света от поверхностей помещения и т.п.

При выборе источников света для общего освещения производственных помещений необходимо руководствоваться двумя общими принципами:

1) отдавать предпочтение газоразрядным лампам как энергетически более экономичным и обладающим большей продолжительностью горения, чем лампы накаливания;

2) для уменьшения первоначальных затрат и эксплуатационных расходов на осветительную установку (ОУ) следует по возможности применять лампы большей мощности, но без ухудшения при этом качества освещения.

Необходимо также считаться с тем, что в некоторых случаях укрупнение мощности ламп и сокращение числа светильников может приводить к заметным затенениям высоким производственным оборудованием или к резкому понижению освещенности на значительной площади при выходе из строя одной лампы.

Исходя из опыта проектирования и эксплуатации ОУ, могут быть даны следующие рекомендации.

**Люминесцентные лампы применяются:**

* в помещениях с повышенными требованиями к цветопередаче;
* в помещениях, где производятся работы наивысшей, очень высокой и высокой точности (I-III разряды);
* для общего освещения помещений, когда естественного освещения недостаточно или вовсе нет;
* в административно-конторских помещениях, конструкторских бюро, лабораториях,
* в помещениях при небольшой высоте установки светильников (от 2,5 до 6 м).

Люминесцентные лампы часто используются также во вспомогательных помещениях административных и бытовых зданий (санузлы, лестницы, коридоры) из эстетических соображений и в целях однотипности источников света в пределах здания.

Для местного освещения применение люминесцентных ламп желательно.

Для аварийного освещения люминесцентные лампы допускаются при количестве их в светильнике 2 и более, при их питании переменным током с напряжением не ниже 90% номинального и при температуре в помещении не ниже +50С. Применение для этой цели газоразрядных ламп типа ДРЛ, ДРИ запрещается из-за медленного их загорания после погасания.

В установках с ЛЛ, к которым предъявляются повышенные требования к качеству цветопередачи, должны применяться преимущественно ЛЛ белого света типа ***ЛБ***, как обладающие наибольшей световой отдачей.

**Дуговые ртутные лампы типа ДРЛ применяются:**

* для производственных помещений значительной высоты (6-12 м и более) при отсутствии требований к цветопередаче (например, цехи металлургической, машиностроительной, судостроительной промышленности);
* для основных проездов и проходов с интенсивным движением транспорта и людей на территориях предприятий;
* для открытых пространств, требующих повышенной освещенности.

**Металлогалогенные лампы типа ДРИ** целесообразно применять в цехах с обрабатывающими станками (механических, инструментальных и т.д.), так как они имеют пульсацию светового потока существенно ниже, чем у ламп типа ДРЛ. Также у ламп ДРИ высокая светоотдача, отличное качество цветопередачи, возможность мгновенного перезажигания в горячем состоянии (при использовании специальных устройств).

**Ксеноновые лампы типа ДКсТ** рекомендуются для освещения больших открытых пространств - карьеров, морских и речных портов, мест производства открытых работ на территориях промышленных предприятий, открытых складов, железнодорожных сортировочных станций, предзаводских площадей. Применение ксеноновых ламп внутри зданий запрещено.

**Лампы накаливания применяются:**

* в случаях, когда по тем или иным причинам невозможно или недопустимо использовать газоразрядные лампы (осветительные установки, питаемые постоянным током или переключаемые на него в аварийных режимах; установки, в которых могут иметь место хотя бы кратковременные понижения напряжения до уровня ниже 90% номинального);
* для освещения помещений с тяжелыми условиями среды и при наличии взрывоопасных зон, если отсутствуют светильники с газоразрядными лампами;
* в помещениях, где выполняются грубые зрительные работы, при временном пребывании людей, а также при постоянном пребывании людей в случае технико-экономической целесообразности;
* для общего и местного освещения в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током, когда не допускается применение напряжения 127 В и выше;
* для местного освещения при необходимости концентрации светового потока или его направленности, а также при конструктивной невозможности установки светильников с ЛЛ;
* в помещениях (независимо от точности выполняемых работ), где недопустимы радиопомехи;
* для аварийного освещения, когда рабочее выполнено лампами ДРЛ и ДРИ.

**Галогенные лампы** накаливания типа КГ оказываются более экономичными, чем лампы накаливания общего назначения, в установках аварийного освещения для продолжения работы в помещениях, рабочее освещение которых выполняется лампами ДРЛ.

Для местного освещения применяются лампы накаливания и люминесцентные. Тип ламп выбирается в зависимости от характера и особенностей зрительной работы, нормируемой освещенности, размеров рабочей поверхности.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие лампы применяются в качестве источника света для внутреннего освещения?

2. Каким принципам необходимо руководствоваться при выборе источников света для общего освещения производственных помещений?

3. В каких помещениях часто используются люминесцентные лампы?

4. Где применяются дуговые ртутные лампы типа ДРЛ?

5. Где целесообразно применять металлгалогенные лампы типа ДРИ и ксеновке лампы типа ДКсТ?

6. В каких случаях применяются лампы накаливания?

7. Преимущества галогенных ламп накаливания типа КГ?

**ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ**

Световой поток большинства источников света излучается по всем направлениям, и значительная часть его не используется. Практическое использование источников света требует специальных устройств для рационального распределения светового потока, защиты глаз от чрезмерной яркости, а также для крепления лампы, защиты ее от механических и прочих повреждений. С этой целью источники света помещают в светотехническую арматуру.

Сочетание источника света и светотехнической арматуры называется **световым прибором**. Световые приборы подразделяются на осветительные приборы, предназначенные для освещения, и светосигнальные приборы для световой сигнализации.

Осветительные приборы, предназначенные для освещения относительно близких объектов, называются **светильниками**, а световые приборы дальнего действия с концентрированным свет распределением **прожекторами** и используются в основном в установках наружного освещения.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое световой прибор?

2. На какие приборы подразделяются световые приборы?

3. Какие приборы называются светильниками и какие прожекторами?

**3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

Основное назначение светильников заключается в перераспределении светового потока источников света в требуемых для осветительных установок направлениях, ограничении слепящего действия ламп и защите ламп, оптических элементов и электрических аппаратов от воздействия окружающей среды.

Светильники характеризуются: мощностью источника света, напряжением питающей сети, распределением светового потока в пространстве (рис. 3.1 и таблица 3.1), типом кривой силы света (рис. 3.2 и таблица 3.2), защитным углом (рис. 3.3), коэффициентом усиления и коэффициентом полезного действия (КПД).

КПД светильника η - это отношение светового потока светильника ***Фсв*** к световому потоку источника ***Фл***

(3.1)

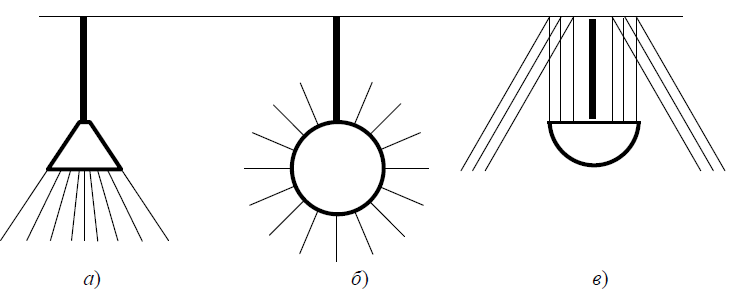
**

Рис. 3.1. Распределение светового потока в светильниках: ***а*** – прямого света;  
***б*** – рассеянного света; ***в*** - отраженного света

Распределение светового потока в пространстве определяется конструкцией светильника. В зависимости от доли светового потока, приходящегося на нижнюю полусферу, светильники подразделяются на  
5 классов свет распределения. Характеристики каждого класса приведены в таблице 3.1.

При использовании светильников прямого света лучи света падают непосредственно на рабочее место, для чего применяют электрическую лампу с непрозрачным рефлектором сверху. Основные недостатки метода яркостные контрасты, тени, блёсткость.

Рассеянного света - электрическую лампу помещают в полупрозрачный рефлектор, и свет рассеивается во все стороны. Недостатки метода появление теней и блёсткости.

Отраженного света - большинство лучей попадает на рабочее место в результате отражения от потолка и стен помещения. Такое освещение получается при размещении ламп снизу непрозрачного рефлектора. Создается равномерное распределение света без теней и блёсткости. Недостатки метода - большие затраты электроэнергии по сравнению с рассеянным светом.

Светильники преимущественно отраженного света сглаживают указанные недостатки, уменьшают защитный угол, но увеличивают затраты электроэнергии.

Таблица 3.1

Классы светораспределения светильников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение класса светильников | Наименование класса светильников | Доля светового потока, направленного в нижнюю полусферу, от всего потока светильника |
| *П* | Светильники прямого света | ˃ 80 % |
| *Н* | Светильники преимущественно прямого света | 60 % <≤ 80 % |
| *Р* | Светильники рассеянного света | 40 % <≤ 60 % |
| *О* | Светильники преимущественно отраженного света | 20 % <≤ 40 % |
| *В* | Светильники отраженного света | ≤ 80 % |

Защитным углом светильника γ (рис. 3.2) называется угол между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и краю отражателя или непрозрачного экрана, он характеризует степень защиты глаз от воздействия ярких частей источника света. Ниже показан защитный угол γ для светильника с лампой накаливания (рис. 3.2, *а*) и для светильника с люминесцентной лампой (рис. 3.2, *б*).

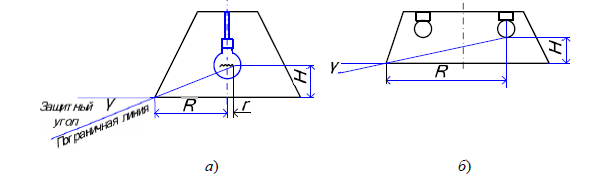


Рис. 3.2. Защитный угол:

*а* - создаваемый отражателем: *r* - радиус кольцевой спирали тела накала лампы;

*б* - создаваемый отражателем экранирующей решеткой: *R* -радиус светового отверстия;  
*h* - расстояние от тела накала лампы до плоскости светового отверстая

Защитный угол γ светильников определяет степень пространственного ограничения слепящего действия источника света. Ограничение ослепленности, даваемой светильниками, достигается высотой их подвеса, минимальное значение которого “Строительными нормами и правилами”. Минимальная высота подвеса светильников зависит от величины защитного угла, типа светильников и мощности применяемой лампы. В случае защитного угла γ <*100*светильники с лампой накаливания без рассеивателей не применяются. Светильники с матированными лампами накаливания мощностью до 60 Вт либо с матированными рассеивателями и обычными лампами мощностью до 60 Вт не имеют ограничений по высоте подвеса.

Высота подвеса с лампами ДРЛ должна быть не менее 6 м при мощности лампы до 400 Вт и более и 4 м при мощности ламп менее  
400 Вт.

В зависимости от типа светильника сила света в отдельных направлениях может быть различна.

**Кривая распределения силы света** (**КСС**) - геометрическое место концов отрезков, изображающих разные по направлению, но равные по величине силу света.

По направлению максимальной силы света и отношению ее к средней силе света в данной полусфере условно принято семь типовых КСС, которые приведены в таблице 3.2 и на рисунке 3.3.

Отношение максимальной силы света к средней в данной полусфере называется **коэффициентом формы *КФ***.

Кривые силы света, не отвечающие условиям ни для одной из типовых кривых, признаются специальными.

Таблица 3.2

Типы кривых сил света светильников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение типа кривой силы света | Тип кривой силы света | Коэффициент формы КСС,  ***КФ*** |
| К | Концентрированная | 3 |
| Г | Глубокая | 2-3 |
| Д | Косинусная | 1,3-2 |
| Л | Полуширокая | 1,3 |
| Ш | Широкая | 1,3 |
| М | Равномерная | 1,3 |
| С | Синусная | 1,3 |

По кривым силам света светильники делятся на глубокоизлучающие (кривые ***Г***, ***К***, ***Д***) и на широкоизлучающие (кривые ***Л***, ***Ш***). Светильники рассеянного света имеют равномерную ***М*** или синусную кривую света ***С***.

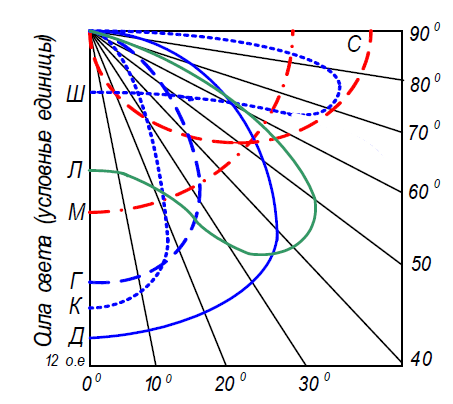


Рис. 3.3. Типы кривых сил света для светового потока светильника

Светильники для внутреннего освещения помещений могут иметь все вышеперечисленные кривые силы света. Светильники наружного освещения должны быть прямого света широкоизлучающими.

Светораспределение круглосимметричных светильников полностью характеризуется симметричной кривой силы света в любой меридиональной плоскости. Светораспределение светильников с трубчатыми лампами характеризуется кривыми силы света в продольной и поперечной плоскостях.

Кроме того, светильники классифицируются также по степени защиты от пыли, воды и взрыва, способу установки и электроизоляции (таблица 3.3).

Конструкции светильников характеризуются по степени защиты от пыли и воды, что отражается в характеристике светильника буквами *IP* (International Protection) и двумя цифрами. Первая цифра определяет класс или подкласс по степени защиты от пыли и соприкосновению с частями, находящимися под напряжением, вторая - степень защиты светильника от проникновения воды. Для светильников, имеющих некоторые конструктивные особенности, обозначение степени защиты не имеет букв *IP*, а к первой цифре, указывающей степень защиты от пыли, добавлен знак штрих” (например, 54).

По защите от пыли и соприкосновения с частями, находящимися под напряжением, конструкции светильников делятся на следующие классы (первая цифра):

2 - открытые пыленезащищенные (токоведущие части и колба лампы не защищены от попадания пыли, но имеется защита от возможности прикосновения);

2- перекрытые пыленезащищенные (попадание пыли ограничивается неуплотненными светопропускающими оболочками);

5- частично пылезащищенные (токоведущие части защищены от попадания пыли в количествах, достаточных для повреждения или нарушения работы светильника), полная защита от возможности прикосновения с помощью любого вспомогательного устройства (например, проволоки);

5 - полностью пылезащищенные (токоведущие части и колба лампы защищены от попадания пыли в количестве, достаточном для нарушения работы), полная защита от прикосновения;

6- частично пыленепроницаемые (токоведущие части полностью защищены от попадания пыли), полная защита от прикосновения;

6 - полностью пыленепроницаемые (токоведущие части и колба лампы полностью защищены от попадания пыли), полная защита от прикосновения.

По степени защиты от воды (вторая цифра) светильники делятся на 7 групп:

0 - водонезащищенные (защита отсутствует);

2 - каплезащищенные (защита от попадания капель, падающих сверху под углом к вертикали, равным или меньшим 150);

3 - дождезащищенные (защита от попадания капель или струй, падающих сверху под углом к вертикали, равным или меньшим 600);

4 - брызгозащищенные (защита от капель или брызг, падающих под любым углом);

5 - струезащищенные (защита струй воды, падающих под любым углом);

7 - водонепроницаемые (защита от попадания воды при погружении в воду);

8 - герметичные (защита от попадания воды при неограниченно долгом погружении в воду).

**Взрывозащищенные** подразделяются на взрывонепроницаемые и повышенной надежности против взрыва. Оболочка у взрывонепроницаемых светильников при возникновении взрыва внутри светильника выдерживает образующееся давление и не передает взрыв в окружающую среду. Эти светильники не допускают возникновения взрыва при прикосновении окружающей взрывоопасной среды с корпусом светильника. У светильников повышенной надежности против взрыва внутри светильника при взрыве не исключена передача его в окружающую среду. Однако благодаря применению специального взрывонепроницаемого патрона эта вероятность почти исключается.

Светильники для взрывоопасных помещений в своей маркировке имеют обозначения: ***В*** - взрывонепроницаемые, ***Н*** - повышенной надежности против взрыва.

При выборе необходимой степени защиты светильников для помещений с различными условиями среды: пожаро-, взрывоопасными и др. необходимо руководствоваться соответствующими разделами Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Общей классификацией предусматривается в основном одинаковая степень защиты для всех частей электрооборудования. Вместе с тем нашли применение светильники, имеющие незащищенные от окружающей среды открытые лампы или лампы, закрытые неуплотненными светопропускающими оболочками, при этом корпуса светильников с расположенными в них электрическими контактами имеют пылезащищенное или пыленепроницаемое исполнение (т.е. распространены светильники, различные части которых имеют различные степени защиты).

Чтобы лучше уяснить сущность разных степеней защиты, на  
рисунке 3.4 приведены различные достаточно распространенные конструктивные схемы светильников.

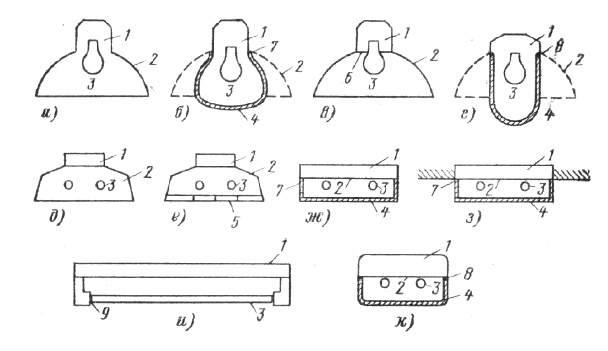


Рис. 3.4. Некоторые конструктивные схемы светильников:

*а, б, в, г* - светильники с ЛН и ДРЛ; *д, е, ж, з, и, к -* светильники с ЛЛ;  
*1* - корпус светильника; *2-* отражатель; *3 -* лампа; *4-* рассеивающее или защитное стекло; *5*-экранирующая решетка; *6 -* уплотнение по горлу колбы лампы; *7* - неуплотненное соединение корпуса светильника со стеклом; *8* –уплотненное соединение корпуса светильника со стеклом; *9 -* уплотненные колбы лю лампы в патроне

В таблице 3.3 указаны некоторые из возможных степеней защиты, которые могут создаваться этими схемами, и конкретные типы светильников, имеющие такие степени защиты.

Таблица 3.3

Степени защиты некоторых серий и типов светильников

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип источника света | Степень защиты светильников | Конструктивная схема светильников по рис. 3.4 |
| РСП05-001, ГСП17-006 | ДРЛ, ДРИ | IP20 | а |
| НСП22-111, НСП22-121 | ЛН | IP53 | б |
| РСП05-022 | ДРЛ | 5 | в |
| НСП17-313 | ЛН | 5 | в |
| НСП11-234 | ЛН | IP52 | г |
| РСП11-002 | ЛН | IP51 | г |
| ЛСП02-001 | ЛЛ | IP20 | д |
| ЛПО-001, ЛПО 02 | ЛЛ | 2 | ж |
| ЛСП02-002 | ЛЛ | IP20 | е |
| ПВЛМ, ЛСП22 | ЛЛ | IP53 | и |
| ПВЛП, ЛСП12, ЛСП42 | ЛЛ | IP54 | к |

Таблица 3.4

Исполнения стационарных светильников в непожароопасных и

невзрывоопасных помещениях и установках

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика условий работы светильников при эксплуатации | Минимальная степень защиты светильников |
| Для работы на открытом воздухе | IP23 |
| Для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется свободный доступ наружного воздуха, например в металлических помещениях, под навесом (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков) | IP22 |
| Для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например, в каменных, бетонных, деревянных помещениях | IP22 |
| Для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях | IP2X |
| Для работы в помещениях с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых помещениях, в которых возможны длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности, в некоторых цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т. п.) | IP22 |

Классификация светильников по эксплуатационным характеристикам, приведенным в таблице 3.5.

1) Открытые светильники (схема I) имеют наибольшие начальные значения КПД и характеризуются наибольшим его снижением из-за загрязнения ламп и оптических элементов (в 1,5-2 раза больше, чем для светильников схемы IV).

2) Наибольшая стабильность светотехнических параметров при работе в тяжелых условиях среды (повышенная влажность, запыленность, опасность взрыва и т.д.) свойственна светильникам схемы IV.

3) Наличие верхних вентиляционных отверстий в отражателях (схема II) способствует улучшению теплового режима светильников и уменьшению как запыленности, так и пригорания пыли, что облегчает съем загрязнений при чистке.

4) В светильниках схем IV и VI (при отсутствии отражателя) снижение КПД связано в основном с загрязнением защитных стекол, но степень восстанавливаемости КПД весьма велика.

Таблица 3.5

Конструктивно-светотехнические схемы светильников

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конструктивно светотехнические схемы светильников | | I | | | II | | | III | | | IV | | V | | VI | | VII |
| С лампами накаливания и газоразрядными лампами высокого давления | А |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  |
| С люминесцентными лампами | Б1 |  | | |  | | |  | | |  | |  | |  | | - |
| Б2 |  | | |  | | |  | | |  | | - | | - | |  |
| Группа твердости светотехнических материалов (покрытий) | | Т | СТ | М | Т | СТ | М | Т | СТ | М | Т | СТ | Т | СТ | Т | СТ | Т |
| Эксплуатационная группа светильников | | 5 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4 | 2 | 2 | 1 | 7 | 6 | 4 | 5 | 6 | 5 | 7 |

В процессе эксплуатации в результате многократных загрязнений и чисток происходит необратимое снижение КПД светильников из-за старения светотехнических материалов, которая тем меньше, чем тверже материал. Все материалы и покрытия разделены на три группы по твердости: твердые, средней твердости и мягкие (таблица 3.6).

Таблица 3.6

Группы твердости светотехнических материалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид материала или покрытия | Материал Вид (или покрытие) отражателей или рассеивателей | |
| отражающие свет | пропускающие свет |
| Т - твердые | Покрытие силикатной эмалью | Силикатное стекло |
| СТ – средней твердости | 1 Эпоксидно-порошковое покрытие  2 Покрытие нитроэмалью НЦ-25  3 Эмалевое покрытие МЛ- 1 2  4 Альзак-алюминий, защищенный слоем жидкого стекла | 1 Поликарбонат  2 Полиметил339метакрилат  3 Поливинилхлоридная жесткая пленка типа “Санлоид” |
| М - мягкие | 1 Эмалевое покрытие МЛ-242  2 Эмалевое покрытие АК- 11022  3 Покрытие акриловой эмалью  4 Алюминий, распыленный в вакууме, с защитой лаком УВЛ-3 | 1 Полиэтилен высокого  давления  2 Полистирол |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В чем заключается основное назначение светильников?

2. Какие величины характеризуют светильники?

3. Поясните формулу КПД светильника?

4. Каким образом осуществляется распределение светового потока в пространстве?

5. Какой угол называют защитным углом светильника и что он определяет?

6. Что такое кривая распределения силы света (КСС) и сколько типовых КСС условно приняты?

7. На какие группы классифицируются светильники?

8. На какие классы делятся светильники по защите от пыли соприкосновения с частями?

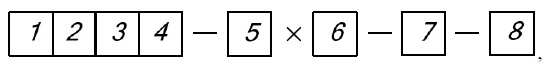
9. На какие 7 групп делятся светильники по степени защиты от воды?

10 На какие группы подразделяются взрывозащитные светильники и какие имеют обозначения?

11. Поясните классификацию светильников по эксплуатационным характеристикам?

**3.2. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ И МАРКИРОВКИ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Для широкой группы светильников согласно ГОСТ 13828-74 присваивается шифр, структура которого такова:



где ***1*** - буква, обозначающая тип источника света;

***2*** - буква, обозначающая основной способ установки светильника;

***3*** - буква, обозначающая основное назначение светильника.

Расшифровка первых трех букв приведена в таблице 3.7.

***4*** - двузначное число, обозначающее номер серии;

***5*** - число ламп в светильнике (для одноламповых светильников число 1 в шифре не указывается);

***6*** - число, обозначающее мощность ламп в Вт;

***7*** - трехзначное число, обозначающее номер модификации светильника;

***8*** - обозначение климатического исполнения и категории размещения светильников.

Климатические исполнения изделия для эксплуатации на суше, реках, озерах, в макроклиматических районах:

***У*** - для умеренного климата;

***ХЛ*** - для холодного климата;

***Т*** - для тропического климата;

***О*** - общеклиматическое исполнение.

Категории изделий в зависимости от места размещения при эксплуатации:

***1*** - для работы на открытом воздухе;

***2*** - для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе или под навесом;

***3*** - для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без отопления;

***4*** - для работы в закрытых отапливаемых и вентилируемых помещениях.

Основные типы подвесных светильников внутреннего освещения:

1) с диффузными отражателями и лампами накаливания мощностью 500 и 1000 Вт (типа ***НСП22-500***, ***НСП22-1000***, ***НСП10-500*** и ***НСП10-1000*** -кососвет);

2) с зеркальными отражателями:

а) с лампами ДРИ мощностью 250, 400, 700, 1000 Вт (типа ***ГСП18-250*** - ***ГСП18-1000***);

б) с лампами ДНаТ мощностью 250 и 400 Вт (типа ***ЖСП20-250***, ***ЖСП20-400***);

в) с лампами накаливания мощностью 60 Вт для химических сред (типа ***ПСХ-60***);

3) взрывозащищенные с лампами накаливания мощностью 200 Вт (типа ***ВЗГ-200АМ***);

4) повышенной надежности против взрыва с отражателем и лампами накаливания мощностью 150 и 300 Вт (светильники соответственно типов ***Н4БН-150*** и ***Н4БН-300М***);

5) люминесцентные с диффузным отражателем и планками с люминесцентными лампами мощностью 2х40 и 2х80 Вт (тип светильника ***ЛСП06-2×40***, ***ЛСП06-2×80***);

6) люминесцентные потолочные с рассеивателем и люминесцентными лампами мощностью 2х40 и 2х65 Вт (тип светильника ***ЛСП13-2×40***, ***ЛСП13- 2×65***);

7) подвесные с рассеивателем и решеткой с люминесцентными лампами мощностью 2х40 и 2х65 Вт (тип светильника ***ЛПО25-2×40***,  
***ЛПО25-2×65***).

Основные типы светильников наружного освещения:

1) зеркальные консольные перекрытые типа ***ЖКУ01-400*** с лампами типа ДНаТ мощностью 400 Вт;

2) зеркальные консольные открытые с лампами ДРЛ мощностью 250 и 400 Вт (тип светильника ***РКУ01-250*** и ***РКУ01-400***);

3) зеркальные подвесные перекрытые с лампами типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ мощностью 250 Вт (тип светильников - соответственно ***РСУ05-250***,  
***ГСУ05-250***, ***ЖСУ05-250***);

Таблица 3.7

Система условных обозначений светильников

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Место в шифре | | | | | |
| Обозначение | Источник света | Обозначение | Способ установки | Обозначение | Основное назначение |
| Н | Лампы накаливания общего назначения | С | Подвесные | П | Для промышленных предприятий |
| С | Лампы светильники | П | Потолочные | О | Для общественных зданий |
| Г | Металлогалогенные типа ДРИ | Б | Настенные | Б | Для жилых (бытовых) помещений |
| Л | Прямые трубчатые люминесцентные | Н | Настольные | Р | Для рудников и шахт |
| Ф | Фигурные и кольцевые люминесцентные | Р | Ручные сетевые | У | Для наружного освещения |
| Р | Ртутные лампы типа ДРЛ | Т | Напольные и венчающие |  |  |
| К | Ксеноновые трубчатые лампы | В | Встраиваемые |  |  |
| Ж | Натриевые лампы типа ДНаТ | К | Консольные |  |  |
| Б | Бактерицидные лампы | Ф | Ручные аккумуляторные |  |  |

4) подвесные с рассеивателем с лампами типа ДРЛ и ДРИ мощностью 250 Вт (тип светильника - соответственно ***СПОР-***250 и ***СПОГ-250***);

5) подвесные призматические с лампами накаливания мощностью 200 Вт (тип светильника ***СПО-200***);

6) венчающие шаровые стеклянные с кольцевой решеткой с лампами ДРЛ мощностью 125 Вт (тип светильника ***РТУ04-125***);

7) парковые с рассеивателем с лампами ДРЛ мощностью 125 Вт (тип светильника ***РТУ02-125***).

Большим спросом пользуются сегодня встраиваемые растровые светильники, выпускаемые зарубежными предприятиями (например, серии “Престиж”, “Стандарт”, “Комфорт” (4x18 Вт фирмы SIEMENS), потолочные светильники для галогенных ламп COSMO (AL Mat, AL Blu и др.), настенные светильники (ARK DETEK, NOVA 31, KONOS 28), а также установки наружного освещения SYNKRO VISA и другие.

На рисунках 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 представлены примеры исполнения светильников внутреннего освещения, в приложении Б - технические данные.

Наряду с традиционными светильниками в настоящее время применяются специальные световые устройства с полыми зеркальными световодами цилиндрической формы различной длины. Источник света размещается в торце световода. Световой поток, испытав многократные отражения, выходит через щель в световоде. Световод и источник света входят в комплектное осветительное устройство (КОУ). КОУ предназначено для освещения производственных помещений с большим содержанием пыли, влаги, а также пожароопасными и взрывоопасными зонами.

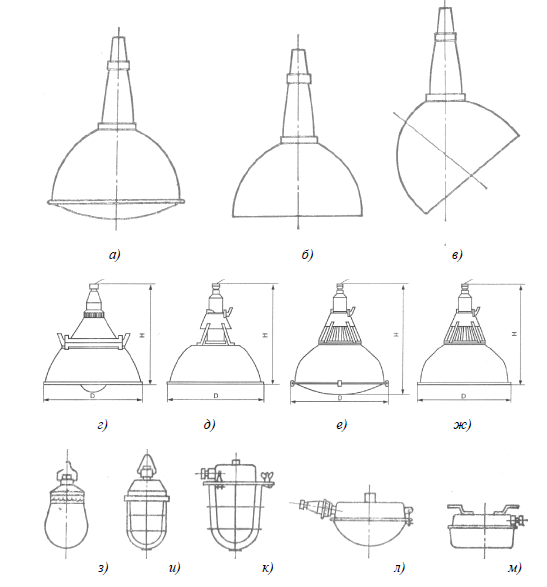


Рис.3.5. Светильники с лампами накаливания для производственных помещений:

*а)* - НСП20-500(1000)-111 с защитным стеклом; *б)* - НСП17-500(1000) (степень защиты IP20); *в)* - НСП19-500(1000); *г)* - НСП11-100(200, 500); *д)* - НСП20-500(1000) без защитного стекла; *е)* - НСП22-111; *ж)* - НСП22-121 без стекла;   
*з)* - НСП03-60 “Бочонок”; *и)* - НСП02-100-003, НСП41-200-003;

*к)* - НСР 01-200; *л)* - НПП03-100; *м)* – ПСХ

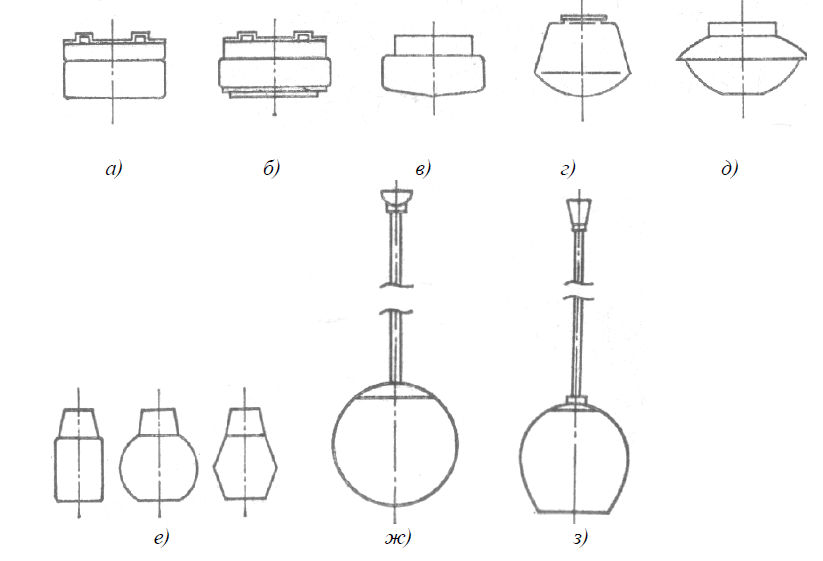


Рис.3.6. Светильники с лампами накаливания для общественных помещений:

*а)* - НПО 28-100 “Таблетка”; *б)* - НПО 22 2х60 “Цветок”; *в)* - НПО01-2х60;

*г)* - НПО22-100-001 “Конус”; *д)* - НПО 22-100 “Грибок”; *е)* – НПО (НБО)18-60;

*ж)* - НСП17-150-003 “Шар”; *з)* - НСП17-150-001 “Тюльпан”

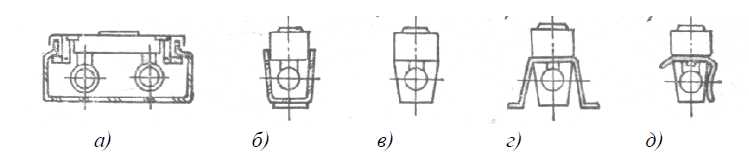


Рис.3.7. Светильники с люминесцентными лампами для общественных помещений:

*а)* - ЛПО 01(ЛПО12)-2х20(40), ЛПО 2х20(40), ЛПБ42-2х18;

*б)* - ЛПО 01(ЛПО12)-1х20(40), ЛПО 1х20(40), ЛПО 50-1х20; *в)* - ВАТ 1х36;

*г)* - ВАТ 1х36 с отражателем; *д)* - ВАТ U-118,136,158

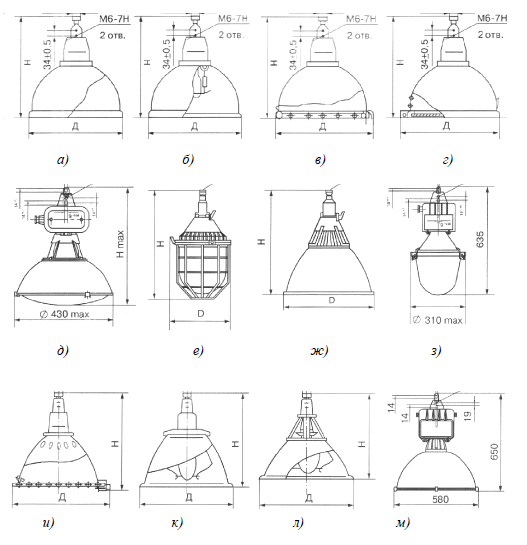


Рис. 3.8. Светильники с лампами типа ДРЛ, ДРИ для производственных помещений:

*а)* - РСП05-125(250, 400, 700, 1000)-001; *б)* - РСП05-125(250, 400, 700, 1000)-011 с держателем для ламп; *в)* - РСП05-125(250, 400, 700)-021 с защитной сеткой; *г)* - РСП05-125-032 с защитным стеклом; *д)* - РСП07В-250-111,121; *е)* - РСП11-400-002;

*ж)* - РСП12-700-001, РСП16-400-001; *з)* - РСП12В- 400; *и)* - ГСП17-250-314 с защитной сеткой; *к)* - ГСП17-700-214 с держателем для ламп и степенью защиты 5'3;  
*л)* - ГСП17-700-055 с держателем для ламп; *м)* - ГСП04В-250(400) со степенью защиты IP54

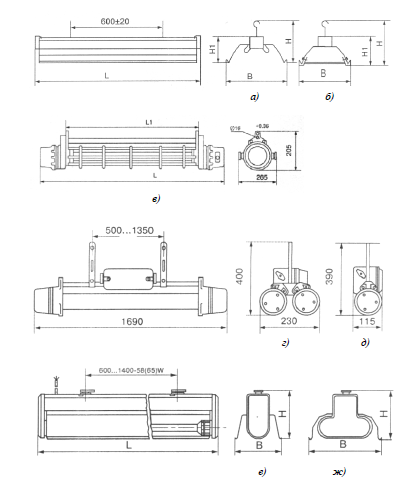


Рис.3.9. Светильники с люминесцентными лампами для производственных помещений:

*а)* - ЛСП02-2х40(58,65)-001 (отражатель без отверстий, без экранирующей решетки;  
*б)* - ЛСП02-2х40(58,65)-002 (отражатель без отверстий, с экранирующей решеткой;  
*в)* - ЛСР01-20(40)-У5; *г)* - ЛСП01В-2х40(65); *д)* - ЛСП01В-1х40(65);  
*е)* - ЛСП01В-1х40(65); *ж)* - ЛСП01В-2х40(65)

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какова структура присваиваемого шифра для широкой группы светильников?

2. Как обозначаются категории изделий в зависимости от места размещения при эксплуатации?

3. Перечислите основные типы подвесных светильников внутреннего освещения?

4. На какие основные типы делятся светильники наружного освещения?

**3.3. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Светильники любого назначения и исполнения должны удовлетворять следующим требованиям:

* соответствовать стандартам и техническим условиям на конкретные типы или группы;
* светотехническим требованиям;
* по степени защиты от попадания пыли, твердых частиц и влаги;
* по условиям применения;
* по механической безопасности;

# По защите от поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ ITC 61140-2012;

* тепловым характеристикам теплостойкости и огнестойкости;
* эстетическим (в определенных случаях);
* экономическим.

При выборе светильников необходимо определить условия эксплуатации, в которых они используются (пожароопасные, запыленные, невзрывоопасные и т. д.), пределы изменения температуры воздуха и соответствие класса защиты от поражения электрическим током.

**Светотехнический выбор светильников.** При выборе светильников надлежит руководствоваться их светотехнической классификацией, соответственно которой производится выбор светильников по классу светораспределения и типу кривой силы света.

В наиболее ответственных случаях, а также при выработке типовых светотехнических решений освещения помещений выбор светильников должен основываться на технико-экономических сопоставлениях возможных вариантов.

Для производственных помещений при создании освещенности в горизонтальной плоскости наиболее целесообразно применять светильники прямого света (класса ***П***), а в помещениях со светлыми потолками и стенами светильники преимущественно прямого света (класса ***Н***). Чем выше помещение и больше нормируемая освещенность, тем более концентрированными КСС должны обладать светильники. Для очень высоких помещений наиболее выгодны светильники с концентрированной кривой типа ***К*** и по мере уменьшения высоты - с кривыми типов ***Г*** или ***Д***.

Если при этом требуется повысить соотношение между вертикальной и горизонтальной освещенностью, то следует кривые ***К*** заменять кривыми  
***Г***, кривые ***Г*** - кривыми ***Д***, а последние в ряде случаев - кривыми ***Л***.

В помещениях, где рабочие поверхности находятся в произвольно расположенных вертикальных плоскостях, применяются светильники рассеянного света (класса ***Р***) с полуширокой (***Л***) или равномерной   
(***М***) кривыми сил света. Если же вертикально расположенные рабочие поверхности находятся по одну сторону от ряда светильников (например, сборочные конвейеры автомобильных заводов), следует выбирать светильники специального одностороннего светораспределения или устанавливать в наклонном положении светильники с КСС типов ***Г*** или ***Д***.

В некоторых производственных помещениях характер зрительных работ требует создания достаточных освещенностей от общего освещения как в горизонтальной, так и произвольно ориентированных наклонных, и вертикальных плоскостях. При выборе светильников для таких помещений необходимо учитывать, что отношение вертикальной освещенности к горизонтальной минимально при кривой силы света типа ***К.*** Увеличивается при КСС типов ***Г*** и ***Д*** и является наиболее благоприятным при КСС типов  
***М*** и ***Л***.

Для освещения административно-конторских помещений и лабораторий обычно используются светильники преимущественно прямого и рассеянного света (классов ***Н***, ***Р***) с кривыми сил света типов ***Д*** и ***Л***.

Светильники преимущественно отраженного (класса ***В***) и отраженного света (класса ***О***) используются в основном в установках архитектурного освещения общественных зданий. Светильники с кривой типа ***Ш*** целесообразны для установок наружного освещения.

При сопоставлении светильников следует учитывать, что наиболее экономичным в отношении расхода энергии является тот светильник, для которого произведение коэффициента использования светового потока в данных условиях на световую отдачу возможной к применению лампы имеет наибольшее значение.

**Выбор светильников по их конструктивному исполнению.** Конструкция светильников должна отвечать таким требованиям, как надежная защита всех частей светильника от вредных воздействий окружающей среды, безопасность в отношении пожара, взрыва и поражения людей электрическим током, надежность, долговечность, стабильность светотехнических характеристик в данных условиях среды, удобство монтажа и обслуживания персоналом.

При выборе светильников по условиям среды обязательным является соблюдение требования к исполнению их в пожароопасных (таблица 3.8) и взрывоопасных помещениях (таблица 3.9) согласно ПУЭ.

Таблица 3.8

Минимальные допустимые степени защиты светильников в зависимости

от класса пожароопасной зоны

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник света, устанавливаемый в светильнике | Степень защиты светильников для пожароопасной зоны света, класса | | | |
| П-I | П-II | П-IIа, а также П-II при наличии местных нижних отсосов и общеобменной вентиляции | П-III |
| Лампа накаливания | IР53 | IР53 | 2'3 | 2'3 |
| Лампа ДРЛ | IР53 | IР53 | IР53 | IР53 |
| Люминесцентная лампа | 5'3 | 5'3 | IР23 | IР23 |
| Допускается изменять степень защиты оболочки от проникновения воды (2-я цифра) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники. | | | | |

Следует подчеркнуть разницу между характером требований к исполнению светильников в различных условиях среды. В пожаро- и взрывоопасных зонах неправильно выбранные светильники могут привести к столь тяжелым и даже трагическим последствиям, что требования к их исполнению являются, безусловно, обязательными и никаких послаблений не должно допускаться (указанное в каталогах исполнение светильников принимается как документальный факт).

В остальных случаях проектировщику предоставляется известная свобода выбора, тем более, что часто повышенная надежность светильника сопровождается увеличением его стоимости и усложнением обслуживания.

В ***сухих, влажных, сырых и жарких помещениях*** допустимо любое исполнение светильников, но в ***сырых*** помещениях корпус патрона должен быть из изоляционных, влагостойких материалов, а в ***жарких*** помещениях все части светильника должны быть из материала необходимой теплостойкости.

Таблица 3.9

Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты электрических светильников в зависимости от класса взрывоопасной зоны

|  |  |
| --- | --- |
| Класс взрывоопасной зоны | Уровень взрывозащиты или степень защиты |
| Стационарный светильник | |
| В-I | Взрывобезопасный |
| В-Iа, В-Iг | Повышенной надежности против взрыва |
| В-Iб | Без средств взрывозащиты. Степень защиты IP53\* |
| В-II | Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований ПУЭ) |
| В-IIа | Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований ПУЭ) Степень защиты IP53\* |
| Переносной светильник | |
| В-Iа, В-Iг | Взрывобезопасный |
| В-Iб | Повышенной надежности против взрыва |
| В-II | Взрывобезопасный (при соблюдении требований ПУЭ). |
| В-IIа | Повышенной надежности против взрыва (при соблюдении требований ПУЭ). |
| \* Допускается изменение степени защиты оболочки от проникновения воды (2-я цифра обозначения) в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются светильники. | |

В помещениях ***особо сырых, с химически активной средой***, а также ***при установке вне зданий*** степень защиты светильников должна быть, как правило, не ниже ***IP53*** или ***5***’***3***, причем предпочтительны степени защиты ***IP54*** или ***5***’***4***. Рекомендуются светильники с корпусами, противостоящими возможным воздействиям среды. Из числа конструктивных и светотехнических материалов наиболее устойчивы к воздействиям среды фарфор, силикатное стекло и пластические массы; далее следует поверхности, покрытые силикатной эмалью, и органическое стекло, затем - алюминий, который малоустойчив к воздействию щелочей, и, наконец, черные металлы. Особенно уязвимым местом светильников в тяжелых условиях среды является место ввода сетевых проводников. Чаще всего у светильников, предназначенных для тяжелых условий, ввод производится через уплотняющий сальник, но еще более надежным является раздельный ввод проводников через изолирующие полости, трубки или втулки.

В помещениях, где осуществляется гидроудаление пыли, степень защиты должна быть не ниже ***IP55*** или ***5***’***5***, при отсутствии таких светильников могут применяться светильники с люминесцентными лампами со степенью защиты ***5***’***Х*** или ***6***’***Х*** (Знак ***Х*** в обозначении требуемой или рекомендуемой степени защиты светильников от воды показывает, что к этому виду защиты специальных требований не предъявляется).

Для ***пыльных*** помещений степень защиты светильников должна выбираться в зависимости от количества и характера пыли. В ***пыльных*** помещениях вопрос выбора светильников решается индивидуально, лучше всего на основе опыта эксплуатации того или иного светильника в аналогичных условиях. Предпочтительным является применение светильников со степенью защиты ***IP6X*** или ***IP5X***, а в случаях необходимости упрощения обслуживания светильников (поскольку обслуживание светильников без стеклянного колпака проще) допускается применение светильников со степенью защиты ***6***’***X*** и ***5***’***Х*** и при нетокопроводящей пыли (в виде исключения) - ***IP2X***. Не рекомендуется применение светильников с неуплотненными стеклянными колпаками ***(2***’***X)*** или экранирующими решетками.

В ***помещениях пыльных и с химически активной средой*** наряду с применением светильников соответствующих степеней защиты рекомендуется широкое применение ламп-светильников: ламп накаливания с зеркальной или диффузной колбой, зеркальных металлогалогенных ламп типа ДРИЗ, а также рефлекторных люминесцентных ламп.

Указанные лампы следует устанавливать в открытой арматуре, пригодной для данных условий среды, преимущественно в арматуре со степенью зашиты ***5***’***3*** или ***6***’***3***.

Эффективным средством пылезащиты является постоянная подача в полость светильника чистого воздуха под некоторым давлением. Подобные схемы были у нас испробованы, но не нашли широкого применения из-за некоторых практических и экономических соображений.

В ***помещениях с повышенной опасностью и особо опасных*** в отношении поражения электрическим током при установке светильников с лампами накаливания и ДРЛ на высоте менее 2,5 м и при питании светильников напряжением выше 42 В в целях повышения электробезопасности конструкция светильников не должна позволять доступ к лампам без применения какого-либо специального приспособления или инструмента (светильники класса защиты ***2*** или ***3***). Такая мера исключает возможность доступа к токоведущим частям установленных на небольшой высоте светильников неквалифицированного персонала и случайных лиц. Допускается использование светильников класса защиты ***1***, в этом случае цепь должна быть защищена УЗО с током срабатывания до 30 мА.

Все люминесцентные светильники, изготовляемые промышленностью, имеют конструкцию, исключающую возможность прикосновения к токоведущим частям, что позволяет устанавливать их на любой высоте.

При выборе светильников для ***помещений с тяжелыми условиями среды*** независимо от степени защиты светильника предпочтительным является применение (в порядке от наиболее желательных к менее желательным): по степени подверженности запылению:

а) светильников с плоским или выпуклым стеклом, закрывающим выходное отверстие светильника и снабженным уплотнением;

б) светильников с замкнутым светопропускающим колпаком, соединенным с корпусом светильника и снабженным уплотнением, без отражателя;

в) таких же светильников, как и в пункте “б”, но с отражателем;

г) открытых светильников с естественной вентиляцией;

д) открытых светильников без естественной вентиляции.

По степени восстанавливаемости светотехнических характеристик после многократной очистки:

е) светильников, изготовленных с применением силикатной эмали, силикатного стекла, стеклянного зеркала;

ж) таких же светильников, как в пункте “е”, но из алюминия альзакированного или химически объярченного, стали алюминированной, стекла органического.

По степени устойчивости к химическим воздействиям:

з) светильников, изготовленных с применением фарфора, фаянса, силикатного стекла, пластмассы;

и) светильников, имеющих поверхности, покрытые силикатной эмалью, стекло органическое;

к) светильников, изготовленных с применением алюминия;

л) таких же светильников, как в пункте “е”, но из стали и чугуна.

Переносные светильники в помещениях с пожароопасными зонами всех классов должны иметь степень защиты не ниже ***IP54***, причем, как правило, стекло светильника должно быть перекрыто защитной металлической сеткой.

По степени восстанавливаемости светотехнических свойств после многократной очистки первое место занимают поверхности, покрытые силикатной эмалью, и стеклянные, в том числе зеркальные поверхности; промежуточное положение занимают эмали, используемые в люминесцентных светильниках, и алюминиевые поверхности; очень плохо себя зарекомендовали различные суррогаты эмалей и краски.

Очевидно, что при выборе светильников для специфических климатических районов должно учитываться их климатическое исполнение.

Для практики важна не только устойчивость светильника к воздействиям среды, но и удобство его обслуживания, т.е. в первую очередь способ соединения между собой частей, разъем которых необходим для доступа во внутреннюю полость светильника. С этой точки зрения наименее желательно применение светильников, для открывания которых необходимо отвинтить несколько гаек с помощью ключа. Даже только замена простых гаек “барашками” значительно улучшает дело, однако наиболее просты в обслуживании светильники (конечно, из числа закрытых), в которых соединение частей достигается пряжковыми запорами или винтовой нарезкой на самих этих частях, в частности, на головине стеклянного колпака.

Например, работники эксплуатации предпочитают светильнику повышенной надежности ***Н3Б***, казалось бы, более сложный взрывонепроницаемый светильник ***ВЗГ***, так как в первом для снятия колпака надо отвернуть несколько гаек, а во втором - нижнюю часть корпуса со стеклом вывернуть из верхней части.

Из числа возможных к применению светильников должны, как правило, выбираться наиболее удобные для обслуживания, например, светильники, у которых для доступа к лампе не требуется выполнения каких-либо трудоемких операций, например, отвинчивание гаек или винтов.

При выборе светильников должны учитываться для отдельных групп помещений специфические требования отраслевых или ведомственных нормативных документов, например, обеспечение вакуумной гигиены в цехах электронной промышленности, исключение возможности падения ламп в помещениях для приготовления пищи и хранения пищевых продуктов и т.д.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каким требованиям должны удовлетворять светильники любого назначения и исполнения?

2. По каким критериям выбираются светильники?

3. Какие светильники наиболее целесообразно применять для производственных помещений при создании освещенности в горизонтальной плоскости?

4. Где применяются светильники рассеянного света с полуширикой или равномерной кривыми сил света?

5. Какие светильники используют для освещения административно-конторских помещений и лабораторий?

6. Каким требованиям должны отвечать конструкция светильников?

7. В каких помещениях допустимо любое исполнение светильников?

8. Что является особенно уязвимым местом светильников в тяжелых условиях среды?

9. Каким образом должна выбираться степень защиты светильников?

10. Какие светильники применяются в помещениях пыльных и с химически активной средой?

11. Какие применяются светильники по степени подверженности запылению для помещений с тяжелыми условиями?

12. Какие светильники применяются по степени восстанавливаемости светотехнических характеристики?

13. Каким светильникам стдается предпочтение по степени устойчивости к химическими воздействиям?

14. Какие требования предъявляются при выборе светильников?

**ГЛАВА 4. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ**

**4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

При проектировании электрического освещения должны быть обеспечены нормы освещенности и показатели качества освещения, бесперебойность действия освещения, удобство обслуживания осветительной установки и управления ею, а в необходимых случаях - соответствие освещения требованиям технической эстетики.

Обеспечение всех этих условий возможно при условии выполнения необходимых требований в светотехнической и электротехнической части проекта осветительной установки. В светотехнической части выполнение расчетов общего освещения производственных помещений является комплексной задачей, в процессе решения которой определяются число, мощность и размещение светильников, необходимых для создания требуемых осветительных условий.

Проект осветительной установки должен быть увязан с проектами силового электрооборудования, электроснабжения, а также с проектами технологического, санитарно-технического и других видов оборудования и коммуникаций.

В электрической части проекта производят выбор напряжения питания ОУ, расчет и выбор количества и сечения проводов и кабелей групповых и питающих линий, типов щитков освещения, способов прокладки линий, выбор аппаратов защиты осветительных сетей и др.

Элементы осветительных установок - трансформаторы, источники света, светильники, электрические аппараты, провода, кабели и т.п. – должны выбираться такой мощности или для такой длительной допустимой нагрузки, такого сечения, которые необходимы, чтобы предотвращать чрезмерный их нагрев в условиях нормальной эксплуатации. В послеаварийных режимахне угрожающие ее разрушению или расстройством работы установки.

Осветительные установки всех назначений и в том числе в производственных зданиях отличаются многовариантностью возможных проектных решений, что часто вызывает необходимость выполнять расчеты для различных вариантов типов и мощностей источника света, типов и размещения светильников.

В практике проектирования общего освещения производственных зданий наиболее характерной и распространенной следует считать такую последовательность выполнения светотехнических расчетов:

1) исходя из условий и рекомендаций, изложенных в главах 2 и 3, выбираются типы источников света и светильников;

2) намечаются наиболее целесообразные высоты установки светильников и размещение их по помещению;

3) определяется число светильников и мощность ламп, необходимых для создания нормируемых освещенностей;

4) производится проверка намеченного варианта освещения на соответствие его нормативным требованиям к качеству освещения.

Рассмотрим, как практически решаются отдельные задачи, входящие в комплекс светотехнических расчетов.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие условия должны быть предъявлены при проектировании электрического освещения?

2. Перечислите элементы осветительных установок?

3. Какую последовательность выполнения светотехнических расчетов в практике проектирования общего освещения производственных зданий?

**4.2. ВЫСОТА УСТАНОВКИ И РАЗМЕЩЕНИЕ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Светильники должны быть расположены и установлены таким образом, чтобы обеспечивались:

а) безопасный и удобный доступ к светильникам для обслуживания;

б) создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем;

в) соблюдение требований к качеству освещения (равномерность освещения, направление света, ограничение вредных факторов: теней, пульсаций освещенности, прямой и отраженной блескости);

г) наименьшая протяженность и удобство монтажа групповой сети;

д) надежность крепления светильников.

Высота установки светильников общего освещения обуславливается многими факторами. Это прежде всего высота самих помещений и наличие в верхней зоне их каких-либо частей производственного оборудования, транспортных средств и инженерных коммуникаций. К таким устройствам относятся различные подвесные конвейеры и транспортеры, мостовые краны, кран-балки, монорельсовые пути для тельферов, вентиляционные короба, трубопроводы разного назначения и т.п.

Не менее важными являются характер, размещение и высота производственною оборудования и расположение рабочих зон и других мест, требующих освещения. В цехах, где предусматривается локализованное освещение, например при работе на конвейрах, светильники целесообразно приближать к рабочей зоне и устанавливать на относительно небольшой высоте (2,5-4 м). В помещениях с невысоким оборудованием, например металлообрабатывающие станки, ткацкие машины, рабочие столы и т. п., оптимальной является высота 3,5-5 м, нижний предел минимально допустимой высоты подвеса определяется требованиями ограничения ослепленности, а верхний - потолком помещения, поэтому интервал, в котором изменяется высота подвеса, имеет небольшое значение. В невысоких помещениях (до 3 м) светильники рекомендуется устанавливать возможно ближе к потолку.

При выборе высоты установки светильников следует помнить, что необходим удобный и безопасный подход к ним обслуживающего персонала и что в проектах освещения этот вопрос должен находить приемлемое для эксплуатации решение. Здесь необходимо только указать, что в некоторых высоких производственных помещениях местные условия позволяют размещать светильники в большом диапазоне высот, например, в бескрановых пролетах цехов разных отраслей промышленности от 3 до 8 м и более. Для таких цехов рекомендуется рассматривать варианты установки светильников на высоте до 5 м, при которой их обслуживание возможно с помощью наиболее простых и доступных для служб эксплуатации приставных лестниц и стремянок.

При высоте установки светильников более 5 м их можно обслуживать с мостовых кранов и кран-балок; со специальных галерей и светотехнических мостиков, с различных самоходных и несамоходных устройств и подъемников.

В зданиях предприятий многих отраслей промышленности имеются расположенные на разной высоте площадки, мостики, переходы и другие устройства, для освещения которых применяется установка светильников на стойках, прикрепляемых к ограждениям площадок и мостиков. Для повышения безопасности обслуживания светильники в таких местах рекомендуется устанавливать на высоте не более 2-2,5 м от площадки обслуживания.

При размещении светильников рассеянного света необходимо обеспечить и условия, гарантирующие равномерность распределения яркости по потолку. Для большинства светильников это условие выполняется при расстоянии от потолка до светильника 0,2 - 0,25 высоты расположения потолка над рабочей поверхностью.

При высоких узких и длинных помещениях возможны установки светильников на стенах на кронштейнах при ширине помещения не более двойной высоты ***2***・***Н***.

Светильники местного освещения располагают в непосредственной близости от рабочей поверхности. Поэтому основное требование к размещению светильника заключается в том, чтобы он не мешал выполнению технологической операции на рабочем месте.

Рекомендуется размещать светильники местного освещения на станине станка или других деталях и узлах его, незначительно подверженных вибрации.

Не следует размещать светильники на кожухах, щитках или откидных крышках станков. Перед выбором места размещения необходимо изучить рабочее место и определить желательное направление светового потока на рабочую поверхность и пределы его перемещения.

Помимо доступности для обслуживания, создания равномерного освещения и экономичности осветительных установок необходимо учитывать следующее:

1) в помещениях, где предусматривается общее равномерное освещение, светильники с газоразрядными лампами типов ДРЛ, ДРИ и лампами накаливания рекомендуется располагать по вершинам квадратов или прямоугольников с отношением большей стороны к меньшей ***La:Lb***≤***1,5*** или по вершинам ромбических полей с острыми углами при вершинах, близких к ***600***, при этом точки вершин рекомендуется располагать вблизи ферм производственных помещений, т.к. именно на них выполняют крепление светильников, ПРА и электропроводки;

2) светильники с люминесцентными лампами обычно размещают рядами без разрывов или с разрывами между светильниками при условии, что расстояние между концами соседних светильников ***d*** не превышает половины высоты установки светильников над рабочей поверхностью ***h.*** Ряды светильников обычно располагают параллельно стенам с окнами или рядам колонн помещений.

Расстояние от крайних светильников до стен принимают ***l*** ≤ ***(0,3 - 0,5) L*** в зависимости от наличия вблизи рабочих мест.

При установке “точечных” светильников с лампами ЛН, ДРЛ, ДРИ на фермах следует по возможности сокращать число продольных рядов светильников, допуская в этом случае уменьшенное против оптимального расстояние между светильниками в ряду.

На экономичность и равномерность общего освещения оказывает

влияние отношение λ расстояния между соседними светильниками или рядами

светильников ***L*** к высоте их установки над рабочей поверхностью  
***h* (**λ ***= L/h*).**

Уменьшение отношения расстояния между светильниками или рядами

светильников к расчетной высоте **(**λ ***= L/h***) приводит к удорожанию ОУ и усложнению ее обслуживания, а чрезмерное увеличение приводит к резкой неравномерности освещения. Рекомендации по выбору λ приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1

Рекомендуемые значения λ *= L/h*для светильников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип КСС светильника | λ***с*** (для ЛЛ) | λ***э*** (в остальных случаях) |
| ***К*** (концентрированная) | 0,6 | 0,6 |
| ***Г*** (глубокая) | 0,9 | 1,0 |
| ***Д*** (косинусная) | 1,4 | 1,6 |
| ***М*** (равномерная) | 2,0 | 2,6 |
| ***Л*** (полуширокая) | 1,6 | 1,8 |

Значениями λ ***с*** следует пользоваться в случаях, когда увеличение λ не приводит к применению ламп с увеличенной световой отдачей (в частности, при люминесцентных лампах), значениями λ***э*** - в остальных случаях. С учетом стоимости светильников и их обслуживания экономически оптимальное λ допускается превышать λ***э***, кроме случаев с кривой типа ***К***, ориентировочно на 30%. К увеличению λ сверх λ***э*** следует относиться с осторожностью, так как это может привести к ухудшению качества освещения.

Уменьшение отношения расстояния между светильниками или рядами светильников к расчетной высоте **(**λ ***= L/h***) приводит к удорожанию ОУ и усложнению ее обслуживания, а чрезмерное увеличение приводит к резкой неравномерности освещения.

Вблизи оптимума небольшие изменения λ не сильно влияют на показатели установки, и стремиться к точному соблюдению рекомендованных значений не следует.

Частой причиной, диктующей уменьшение λ*,* является величина строительного модуля и особенно ограниченность верхнего предела мощности ламп. Однако в высоких помещениях, особенно при лампах ДРЛ, ДРИ, предпочтительно взамен сближения светильников или их рядов применять установку в одном пункте сдвоенных или строенных светильников или соответственно сдваивать или страивать ряды люминесцентных светильников.

Уменьшение указанных отношений допускается, если это обусловлено конструкцией перекрытия или если это необходимо для обеспечения нормируемых значений показателя ослепленности и коэффициента пульсации, а также в случаях, когда при указанных отношениях и при предельно возможной мощности ламп не обеспечивается нормативная освещенность.

В случаях, когда неизвестен тип кривой силы света светильников по указанному ГОСТу, среднее рекомендуемое отношение расстояния между светильниками или их рядами ***L*** к расчетной высоте ***h*** рекомендуется приближенно определять по формуле:

(5.1)

где Ф0 - поток светильника в нижней полусфере (для светильников с люминесцентными лампами условно рассчитываемый по поперечной кривой силы света);

I0 - осевая сила света светильника.

***А, В, Н*** - длина, ширина и высота помещения;

***hс*** - высота свеса (расстояние от светильника до перекрытия);

***hр*** - высота расчетной рабочей поверхности;

***hn = H - hс*** - высота светильника над полом;

***h = hп – hр*** - расчетная высота;

***L*** - расстояние между соседними светильниками или рядами; если они по длине и ширине различны, обозначаются ***L1*** и ***L2***;

***l*** - расстояние от крайних светильников или рядов до стен.

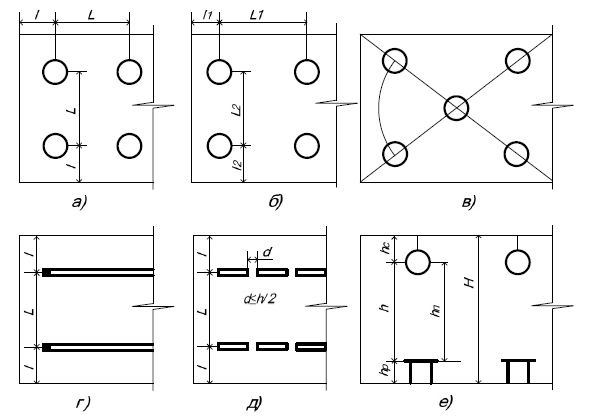


Рис.4.1. Размещение светильников: *а*, *б*, *в* - на плане с ЛН и ДРЛ;

*г*, *д* – на плане с ЛЛ; *е* - в разрезе

Прежде чем приступить к светотехническим расчетам, необходимо:

* по СНиП 2.01.05-98 или по отраслевым нормам установить требуемые значения ***Е****,* ***Кn****,* ***Р*** и ***М*** для рассчитываемой установки;
* провести анализ габаритно-планировочных параметров объекта с выявлением рабочих поверхностей, для которых приняты нормативы;
* определить требования к спектральной характеристике источников света и наметить приемлемые источники;
* оценить коэффициенты отражения отражающих поверхностей: потолка, стен, пола или рабочей поверхности с округлением до стандартизованных значений;
* оценить условия окружающей среды и выбрать расчетный коэффициент запаса и тип светильника с соответствующей степенью защиты.

Анализ габаритно-планировочных решений производится на основании чертежей плана и разрезов помещений с целью определения основных его характеристик.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие условия должны выполняется при расположении и установке светильников?

2. Что нужно помнить при выборе высоты установки светильников?

3. Какими агрегатами можно обслуживают при высоте установки светильников более 5 м?

4. В чем заключается основное требование к размещению светильника?

5. Что необходимо учитывать для обслуживания, создания равномерного освещения к экономичности осветительных установок?

6. К чему приводит уменьшение отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте (λ *= L/h*)?

7. Что необходимо проделать прежде чем пристутить к светотехническим расчетам?

**4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СВЕТИЛЬНИКОВ И МОЩНОСТИ ЛАМП**

В практике проектирования ОУ производственных зданий характерны два варианта расчета освещенности:

1) по заданным и определенным параметрам осветительной установки: освещенности, коэффициенту запаса, типу источников света и светильников, высоте их установки - необходимо определить число светильников и мощность ламп;

2) по известным или заданным параметрам осветительной установки, приведенным в вышеуказанном случае, необходимо определить фактическую освещенность помещения.

Общее равномерное освещение при отсутствии существенных затенений может рассчитываться любым методом. Чаще применяется метод коэффициента использования, но в наиболее ответственных случаях при светильниках прямого света предпочтителен точечный метод.

Общее локализованное освещение (а также общее равномерное освещение при наличии существенных затенений) должно рассчитываться по точечному методу.

Освещение открытых пространств при расчете на минимальную освещенность и местное освещение должны, как правило, рассчитываться по точечному методу.

Основными методами расчета являются:

- расчет освещения ***методом коэффициента использования светового потока*;**

**- *точечный метод*,** позволяющий определить освещенность любой точки на рабочей поверхности, расположенной горизонтально, вертикально или наклонно;

- приближенный ***метод расчета по удельной мощности*.** Он широко применяется в проектной практике и позволяет без выполнения светотехнических расчетов определить мощность и количество осветительных приборов. Кроме того, метод применяется для оценки правильности произведенного светового расчета электроосветительной установки. Базируется он на методе коэффициента использования светового потока.

Широко распространены упрощенные формы метода коэффициента использования: таблицы удельной мощности, графики по Гурову и Прохорову.

Эти формы применяются в тех же случаях, что и сам метод коэффициента использования, но упрощение достигается за счет некоторой утраты точности. Таблицы и графики надо применять только при тех параметрах рассчитываемой установки, которые в них указаны.

**Расчет освещенности методом коэффициента использования:**

***Метод коэффициента использования*** предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Сущность метода заключается в следующем: при общем равномерном освещении световой поток, излучаемый светильниками, распределяется по освещаемой площади относительно равномерно. При этом на рабочую поверхность или пол падает как прямой световой поток светильников, так и отраженный от потолка, стен, рабочей поверхности, пола. Доля отраженного потока будет тем больше, чем большая часть потока светильников падает на потолок, стены и стол и чем выше коэффициенты отражения этих поверхностей.

Отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, ко всему световому потоку, излучаемому светильниками, установленными в помещении, называется коэффициентом использования.

(4.2)

С другой стороны, коэффициент использования η можно представить в виде произведения КПД светильника η***с*** и КПД помещения η***п***:

η = η***с ∙*** η***п*** (4.3)

Коэффициент использования прямо пропорционален коэффициенту полезного действия светильников;

* зависит от формы КСС светильников, возрастая с увеличением степени концентрации светильниками светового потока и убывая с увеличением доли потока, направляемой светильниками в верхнюю часть пространства;
* возрастает с увеличением площади помещения, так как при этом увеличивается телесный угол, в пределах которого поток падает непосредственно на расчетную поверхность;
* возрастает с уменьшением расчетной высоты;
* возрастает, хотя и незначительно, с увеличением λ, так как при этом увеличивается среднее расстояние светильников от стен;
* возрастает с увеличением коэффициентов отражения потолков, стен и полов помещения.

КПД светильника η***с*** определяется по таблицам приложения Б в зависимости от типа светильника.

Для определения КПД помещения η***п*** находится индекс помещения ***i*** и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка - ***п***, стен - ***с***, расчетной поверхности или пола - ***р*** (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

|  |  |
| --- | --- |
| Характер отражающей поверхности | Коэффициент  отражения, % |
| Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми  белыми шторами | 70 |
| Побеленные стены при незавешенных окнах; побеленный потолок в  сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный  потолок | 50 |
| Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок;  бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями | 30 |
| Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной  пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не-  оштукатуренный; стены с темными обоями | 10 |

Коэффициенты отражения существующих помещений оцениваются субъективно, проектируемых помещений - предположительно, но во всех случаях точные значения их неизвестны, и в таблицах принимается шкала усредненных значений: ***70 - 50 - 30 - 10%*** - для потолка и стен и  
***30 - 10 - 0%*** - для пола.

Геометрические размеры помещения: длина ***А***, ширина ***В*** и расчетная высота ***h*** оцениваются индексом помещения

(4.4)

Для помещений практически неограниченной длины можно считать  
***i =В / h***

КПД помещения ***п*** определяется по приложению Г в зависимости от индекса помещения ***i***, коэффициенты отражения: потолка - ***п***, стен - ***c*** расчетной поверхности или пола - ***рп***, КСС светильника.

Если предварительно выбран тип светильников и задана мощность ламп, то число светильников определяется по выражению:

(4.5)

где ***Ен*** - заданная нормируемая освещенность, лк;

***К3*** - коэффициент запаса, учитывающий снижение светового потока источника света в процессе эксплуатации, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения, определяется по таблице 5.3;

***S*** – освещаемая площадь, м2;

***Ф*** – световой поток лампы в зависимости от типа и мощности источника света;

***ηоу*** - коэффициент использования осветительной установки в долях единицы;

***n*** – количество ламп для люминесцентных светильников;

***Z = Еcp/Emin*** - коэффициент минимальной освещенности, учитывающий неравномерность распределения светового потока по расчетной плоскости.

Коэффициент минимальной освещенности зависит от размеров и формы помещения, коэффициента отражения его поверхностей, характеристик светильника и в наибольшей степени от значения λ ***=*** *L:hр*.Если λ не превышает рекомендуемых значений (таблица 5.1), можно приближенно принять ***Z = 1,15*** для ЛН и ДРЛ, ДРИ, ***Z = 1,1*** для ЛЛ.

С увеличением λ сверх оптимального значения коэффициент ** начинает быстро возрастать, что, собственно, и обусловливает энергетическую невыгодность больших значений λ.

Если предварительно выбран тип светильников, определено их расположение и число, то по расчетному потоку ИС определяют ближайшее стандартное значение мощности лампы.

Расчетный поток ИС определяется по формуле:

(4.6)

По найденному значению ***Ф*** выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от расчетного ***Ф*** больше чем  
на 10÷20%. При невозможности выбора с таким приближением корректируется число светильников ***N***.

После определения числа светильников и мощности ламп, удовлетворяющих нормированной освещенности, производят проверку варианта осветительной установки по качественным показателям освещения: не будет ли установка оказывать недопустимое слепящее действие на людей, работающих или находящихся в помещении, и какова глубина пульсации освещенности при использовании в качестве источников света газоразрядных ламп.

Таблица 4.3

Значение коэффициента запаса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение и территория | Пример помещения | Коэффициент запаса, ***Кз*** количество чисток светильников в год | | |
| Эксплуатационная группа светильников по табл. 3.5 | | |
| I-IV | V-VI | VII |
| 1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: | | | | |
| а) свыше 5 мг/м3 пыли, дыма, копоти | Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов | 2,0/18 | 1,7/6 | 1,6/4 |
| б) от 1 до 5 мг/м3 пыли, дыма, копоти | Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона | 1,8/6 1 | 1,6/4 | 1,6/2 |
| в) менее 1 мг/м3 пыли, дыма, копоти | Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные | 1,5/4 | 1,4/2 | 1,4/1 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозирующей способностью | Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза | 1,8/6 | 1,6/4 | 1,6/2 |
| 2. Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников: | | | | |
| а) с технического этажа |  | 1,3/4 | - | - |
| б) снизу из помещения |  | 1,4/2 | - | - |
| 3. Помещения общественных и жилых зданий: | | | | |
| а) пыльные, жаркие и сырые | Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д. | 1,7/2 | 1,6/2 | 1,6/2 |
| б) с нормальными условиями среды | Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д. | 1,4/2 | 1,4/1 | 1,4/1 |
| 4. Территории с воздушной средой, содержащей: | | | | |
| а) большое количество пыли (более 1 мг/м3) | Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог | 1,5/4 | 1,5/4 | 1,5/4 |
| б) малое количество пыли (менее 1 мг/м3) | Территории промышленных предприятий, кроме указанных в подп. “а”, и общественных зданий | 1,5/2 | 1,5/2 | 1,5/2 |
| 5. Населенные пункты | Улицы, площади, дороги, территории жилых районов, парки, бульвары, пешеходные тоннели, фасады зданий, памятники. | 1,6/2 | 1,5/2 | 1,5/1 |
| Транспортные тоннели | - | 1,7/2 | 1,7/2 |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. По каким параметрам характеризуются в практике проектирования ОУ производственных зданий два варианта расчета?

2. По какому методу рассчитывается общее локализованное освещение?

3. Область применения приближенного метода расчета по удельной мощности?

4. Для чего предназначен метод коэффициента использования и в чем заключается сущность метода?

5. Поясните формулу определения коэффициента использования?

6. От чего зависит коэффициент использования?

7. Поясните формулу определения индекса помещения?

8. По какой формуле определяется число светильников, если предварительно выбран тип светильников и задана мощность ламп?

9. Отчего зависит коэффициент минимальной освещенности?

10. По какой формуле определяется расчетный поток ИС?

**4.3.1. Расчет освещенности по удельной мощности**

На основании точных светотехнических расчетов, выполненных методом коэффициента использования, составлены таблицы удельной мощности ***Руд*** при равномерном размещении стандартных светильников. При этом учтены коэффициенты отражения потолка ***ρп***, стен ***ρс*** и расчетной поверхности ***ρр***, а также запаса ***Кзап***, учитывающего снижение освещенности в процессе эксплуатации, и поправочного ***Z***, характеризирующего неравномерность потока, падающего на освещаемую поверхность.

Взамен полного светотехнического расчета можно определить мощность или число ламп по таблицам удельной мощности, но только для общего равномерного освещения при отсутствии затенений и в пределах тех “паспортных данных”, для которых составлены таблицы.

К ≪паспортным данным≫ таблиц удельной мощности при ЛН относятся:

* тип светильника;
* освещенность;
* коэффициент запаса (при его значениях, отличающихся от указанных в таблицах, допускается пропорциональный пересчет значений удельной мощности);
* коэффициенты отражения поверхностей помещения (для светильников прямого света таблицы рассчитаны для *п* = 50%, *с* = 30%,  
  *р* = 10% и только для них допускается при более светлых поверхностях уменьшить, а при более темных - увеличивать значения удельной мощности на 10%);
* значения расчетной высоты;
* площадь помещения.

Для люминесцентных ламп и ламп типа ДРЛ таблицы удельной мощности составлены для освещенности 100 лк (с пропорциональным пересчетом при других освещенностях).

При составлении таблиц не учитывается форма помещения, и индекс помещения определяется по формуле:

(4.7)

достаточно точной при ***А:В = 2,5***.

Для удлиненных помещений следует определять значение удельной мощности для условий площади ***2***・***В2*** и распространять это значение на всю площадь помещения.

В качестве примера в таблицах 5.4, 5.5, 5.6 приведены значения удельных мощностей ***Руд*** светильников с люминесцентными лампами при освещенности 100 лк.

Если освещенность помещения отличается от этого значения, величину ***Руд***, определенную по таблице, необходимо увеличить или уменьшить во столько раз, во сколько больше или меньше освещенность помещения 100 лк.

Порядок расчета осветительной установки по методу удельной мощности следующий:

* в зависимости от вида освещаемого помещения выбирают тип светильника и лампы;
* так как количество ламп в выбранном светильнике известно, находят мощность всего светильника;
* задаются расчетной высотой подвеса ***hрасч*** и определяют площадь помещения ***S = А × В***;
* по таблицам, приведенным в СНиП, определяют нормированную освещенность объекта ***Ен*** в зависимости от его назначения (в качестве примера в таблице 5.7 приведены значения для некоторых объектов);
* по таблицам [5] для заданной ***h****,* ***S*** и по типу лампы находят ***Руд.100*** (удельную мощность при 100 лк) и пересчитывают ее в ***Руд*** при заданной освещенности ***Ен***.

(4.8)

* определяют установленную мощность осветительной установки всего помещения

(4.9)

* находят общее число светильников ***N*** этой установки

(4.10)

где *n*— число ламп в светильнике,

*Рл -* мощность 1 лампы светильника;

* задаются числом линий светильников по ширине помещения “*nв*” и определяют число светильников в линии *Nл*

(4.11)

Размещают светильники по длине помещения ***А***, а также по ширине ***В*** (с учетом рекомендаций, приведенных выше).

(4.12)

Таблица 4.4

Значение удельных мощностей для 7-й группы светильников с люминесцентными лампами при ***Ен = 100 лк***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная высота подвеса светильника, *h*, м | Площадь помещения, *S*, м2 | Удельная мощность *Руд* (Вт/м2) для светильников с люминесцентными лампами (*ρп=70%, ρс=50% ρрасч=10%, Кзап=1,5*, *Z=1,1*) | | | |
| ЛБ40, 65 | ЛД40, ЛБ80,  ЛХБ40,65, ЛТ40,65 | ЛД65, ЛТБ80,  ЛХБ80,ЛДЦ40 | ЛД80,  ЛДЦ65,80 |
| 2-3 | 10-15 | 10,1 | 11,6 | 13,2 | 15,5 |
| 15-25 | 8,5 | 9,6 | 10,8 | 12,9 |
| 25-50 | 7 | 8,0 | 9,1 | 10,4 |
| 50-150 | 5,7 | 6,7 | 7,7 | 8,8 |
| 150-300 | 5,1 | 6,0 | 6,7 | 7,8 |
| Более 300 | 4,5 | 5,4 | 6,3 | 7,2 |

Таблица 4.5

Удельная мощность общего равномерного освещения для светильников с лампами накаливания типа НСП02, НСП03 (учтены значения *н=50%;* *с=30%;**р=10%;  
k=1,3; z=1,15*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная высота подвеса светильника, *h*,м | Площадь помещения, *S*,м2 | Удельная мощность *Руд*, Вт/м2, при освещенности, лк, равной | | | | | | |
| 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 |
| 3-4 | 10-15 | 9,4 | 18,8 | 37,6 | 56,5 | 94 | 141 | 188 |
| 15-20 | 7 | 13,9 | 27,8 | 41,7 | 69,5 | 104,2 | 139 |
| 20-30 | 5 | 9,9 | 19,8 | 29,7 | 49,5 | 74,2 | 99 |
| 30-50 | 3,7 | 7,3 | 14,6 | 21,9 | 36,5 | 54,7 | 73 |
| 50-120 | 2,8 | 5,6 | 11,2 | 16,8 | 28, | 42 | 56 |
| 120-300 | 2,2 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 22 | 33 | 44 |
| ˃300 | 1,6 | 3,2 | 6,4 | 9,6 | 16 | 24 | 32 |

Таблица 4.6

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк для светильников с лампами ДРЛ (учтены значения *н=50%;* *с=30%;**р=10%; k=1,5; z=1,15*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная высота подвеса светильника, *h*, м | Площадь помещения, *S*, м2 | Удельная Расчетная высота мощность, Вт/м2, для светильников типа | | |
| РСП05/К03 | РСП08/Г03; РСП08/Г5’3 | РСП07; РСП08/Л00; РСП08/Л5'0 |
| 6-8 | 50-65 | 7,3 | 8,3 | 16,3 |
| 65-90 | 6,8 | 7,2 | 13,7 |
| 90-135 | 6,2 | 6,5 | 11,3 |
| 135-200 | 5,6 | 5,9 | 9,2 |
| 250-500 | 5 | 5,2 | 7,2 |
| ˃500 | 4,5 | 4,6 | 5,7 |

Таблица 4.7

Примеры значения нормированной освещенности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Помещение | Нормированная освещенность | |
| газоразрядные лампы | лампы накаливания |
| Коридоры и проходы в зданиях | 50 | 20 |
| Сварочное отделение | 200 | 150 |
| Слесарно-механическое отделение | 300 | 150 |
| Учебные аудитории | 400 | 200 |
| Проектные залы и комнаты | 500 | 300 |
| Помещение, где требуется выполнение работ наивысшей точности (размер объекта<0,15 мм | 5000 | 4000 |

**Пример.** Рассчитать электроосветительную установку в учебной аудитории образовательного учреждения. Площадь аудитории  
S = А × В = = 12 × 8 = 96 м2.

Для освещения предусмотрены светильники ЛСО02 (на 2 люминесцентные лампы по Рл = 40 Вт каждая). Светильники предполагается установить на высоте h=2,2 м над освещаемой поверхностью. Коэффициенты отражения ρп = 70 %, ρс = 50 %, ρрасч = 10 % (потолок побелен, стены светлые).

Необходимо определить количество светильников, потребное для обеспечения нормированного освещения Ен = 400 лк.

**Решение***:*

1) По таблице 4.4 находится величина удельной мощности при  
Е=100 лк: Руд.100 = 5,7 Вт/м2.

2) Далее пересчитывается значение удельной мощности при  
Ен = 400 лк:

==22,8 Вт

3) Определяется суммарная установленная мощность осветительной установки аудитории:

= 22,8 ∙ 96 = 2188,8 Вт

4) Рассчитывается количество светильников, с учетом, что мощность ламп каждого *Рсв = 2∙Рл = 80* Вт

*=*  = 27,3

К установке принимается 28 светильников.

5) Принимается 4-рядное размещение светильников по ширине (nв = 4), тогда в каждом ряду будет 7 светильников:

= = 7

т. е. по длине помещения число рядов будет равно *nА = 7*.

6) Расстояние между линиями светильников по ширине будет равно

= = 2

а от светильников крайних линий до стен *lВ /2 = 1 м*.

7) Расстояние между светильниками по длине *nА = 7*, так как чиcло рядов по длине равно *7*, тогда:

= = 1,71

а от торцов крайних светильников до стен *lА/2 = 1,71/2 = 0,85 м*.

8) Проверяется величина *К*:

9) Проверяется, установятся ли по габаритам выбранные светильники по длине потолка. Так как длина одного светильника  
*l = 1,27 м*, то длина линии светильников 1,27 ∙7 = 8,89 м при длине помещения *А = 12 м*, т. е. светильники устанавливаются вполне.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие данные относятся к «паспортным данным» таблиц удельной мощности при ЛН?

2. Каков порядок расчета осветительной установки по методу удельной мощности?

3. По какой формуле определяется индекс помещения?

**4.3.2. Расчет освещенности точечным методом**

Расчет освещенности по этому методу ведется по силе света, направленной от каждого светильника на бесконечно малую площадку, расположенную в рабочей плоскости.

Этот метод позволяет определить освещенности в разных точках, лежащих в произвольно ориентированных плоскостях при любой неравномерности распределения светового потока по помещению. Метод учитывает только прямой световой поток, излучаемый светильником в направлении рабочей плоскости. Освещенность же, создаваемая потоком, отраженным от потолка, стен, пола помещения, учитывается приближенно введением поправочного коэффициента *μ*.

Основным инструментом точечного метода являются графики или таблицы, позволяющие непосредственно или после несложных вычислений определить освещенность любой точки поверхности, создаваемую светильником с известными характеристиками, определяющими расположение светильника.

Точечный метод применяется для расчета общего освещения различно ориентированных в пространстве поверхностей, а также для расчета локализованного, аварийного и местного освещения. Наиболее часто этим методом рассчитывается освещение высоких производственных помещений, освещаемых светильниками с КСС типов *К* (концентрированная) и *Г* (глубокая).

Если излучатели точечные круглосимметричные и известны их КСС, вычисление освещенностей в расчетной точке сводится к учету вклада в освещенность каждого излучателя, характеризуемого силой света и направлением.

Большинство светильников промышленного и общественного назначения с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ с большой степенью достоверности можно считать точечными круглосимметричными излучателями.

В случае точечного излучателя освещенность в расчетной точке выражается законом квадратов расстояний в которой считается сила света ***I***, заданная для условной лампы со световым потоком 1000 лм.

(4.13)

где *I*- сила света светильника по направлению к точке *А*,

*r* - расстояние от светильника до элемента освещаемой поверхности.

Более удобно для практических расчетов освещенность точки *А* горизонтальной поверхности выражается формулой

(4.14)

Числитель этой формулы *I* *cos3* называется относительной освещенностью . Эта величина численно соответствует освещенности  
точки *А*, расположенной на том же луче, что и точка *А*, но на плоскости, по отношению к которой высота установки светильника равна 1 м. Заменяется обозначение освещенности *Е* на *е*, чтобы подчеркнуть, что освещенность рассчитывается не вообще, а для лампы 1000 лм.

(4.15)

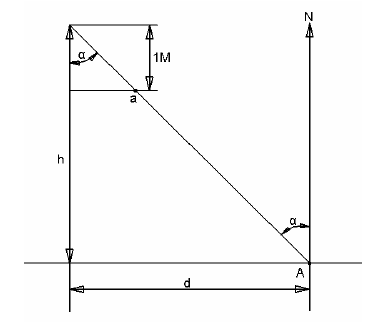


Рис. 4.2. Освещенность точки

Суммарное действие “ближайших” светильников создает в контрольной точке условную освещенность *е.* Действие более удаленных светильников, и отраженная составляющая освещенности учитывается коэффициентом  ( = 1,1-1,2). Тогда для получения в этой точке освещенности *Ен* с учетом коэффициента запаса *Кзап* лампы в каждом светильнике должны иметь световой поток, лм,

(4.16)

По этому потоку подбирается лампа, поток которой должен отличаться от расчетного на -10 - +20%. При невозможности выбора лампы с таким допуском корректируется расположение светильников.

Для определения величины ***е*** служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности [5], на которой находится точка с заданными величинами ***h*** и ***r****,* ***е*** определяется путем интерполяции ближайших изолюкс. Пример пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности для светильника РСП08 представлен на рисунке 5.3.

При отсутствии изолюкс для данного светильника можно воспользоваться графиком для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (рисунок 4.4).

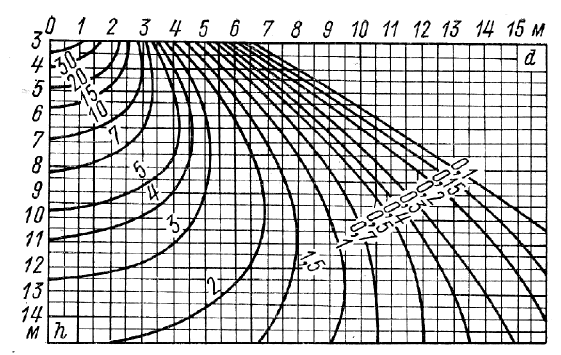


Рис. 4.3. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники РСП08/Г03, РСП08/Г5'3

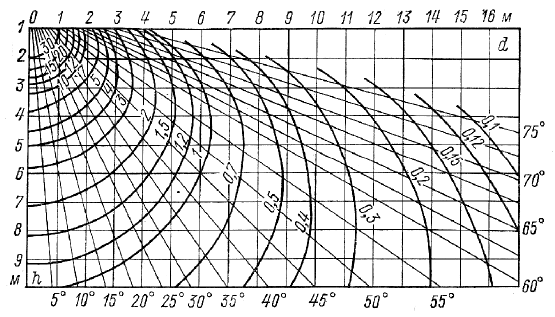


Рис. 4.4. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности.

Сила света светильника по всем направлениям 100 кд

Значение условной освещенности *е100* определяется, как сказано выше; одновременно по радиальным лучам находится значение *I*и по кривой силы света светильника *I*, после чего

(4.17)

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что позволяет определить точечный методом?

2. Что является основным инструментом точечного метода?

3. Для каких расчетов применяется точечный метод?

4. Какой формулой выражается для практических расчетов освещенность точки А горизонтальной поверхности?

5. На сколько процентов должен отличаться от расчетного подобранной лампы.

6. По какой формуле определяется значение условной освещенности?

**ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

**5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Электротехническая часть осветительной установки включает в себя источники питания, аппараты защиты, провода, кабели, электроустановочные изделия, аппараты управления. От правильного расчета и выбора элементов электрической части осветительной установки зависит надежность, качество и бесперебойность работы всей осветительной установки.

Источниками питания осветительной установки, в большинстве случаев, являются силовые трансформаторы системы напряжения  
230/400 В.

Применение этой системы напряжения позволяет питать от одного трансформатора и осветительные приборы на напряжении 230 В, и силовые трехфазные электроприемники на напряжении 400 В.

Аппараты защиты предназначены для защиты электрической сети от токов коротких замыканий и перегрузки. Неверно выбранные аппараты защиты могут привести к возгоранию проводов, кабелей, что, в свою очередь, может привести к пожару и взрыву в производственном помещении.

При проектировании электротехнической части ОУ используется ряд терминов и понятий из ПУЭ, определения которых приводятся ниже.

Производственные помещения согласно ПУЭ делятся на помещения сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной и органической средой и электропомещения. Кроме того, в производственных помещениях и наружных установках, в зависимости от видов технологических процессов, могут выделяться пожароопасные и взрывоопасные зоны.

***Электропомещениями*** называются помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала.

***Сухими помещениями*** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%. Если в таких помещениях не выделяется пыль, химически активные или органические вещества и температура не превышает +35°С, то они называются ***нормальными.***

***Влажными помещениями*** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

***Сырыми помещениями*** называются помещения, в которых относительная влажность длительно превышает 75%.

***Особо сырыми помещениями*** называются помещения, в которых относительная влажность близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

***Жаркими помещениями*** называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35°С. Например, помещения с сушилками, сушильными или обжигательными печами, котельные и т.п.

***Пыльными помещениями*** называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на токоведущих частях, проникать внутрь машин и аппаратов и т.п.

Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и на помещения с нетокопроводящей пылью.

Помещениями с ***химически активной или органической средой*** называются помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложенияили плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования

***Взрывоопасная смесь*** *–* смесь с воздухом горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих пыли или волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения не более 65 г/м3 при переходе их во взвешенное состояние, которая при определенной концентрации способна взорваться при возникновении источника инициирования взрыва.

Взрывоопасные зоны подразделяются на классы.

Зоны ***класса B-I*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях и т.п.

***Зоны класса B-Ia*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

***Зоны класса В-Iб*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1) горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом;

2) помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения; взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и стационарных аккумуляторных батарей).

К классу B-Iб относятся зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

***Зоны класса В-Iг*** *–* пространства у наружных установок: технологических цехов, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.п.

К зонам класса В-Iг также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов B-I, B-Ia, B-II; пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

***Зоны класса В-II*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах pa6оты (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

***В-IIа*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные для зон В-II, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

***Пожароопасной зоной*** называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в которых они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушении.

Пожароопасные зоны подразделяются на классы.

***Зоны класса П-I*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С.

***Зоны класса П-II*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м3 к объему воздуха.

***Зоны класса П-IIa*** *–* зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

***Зоны класса П-III*** *–* зоны, расположенные вне помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С или твердые горючие вещества.

Класс взрыво- или пожароопасной зоны, в соответствии с которой производится выбор и установка электрооборудования (машин, аппаратов, устройств), электропроводок и кабельных линий, определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

Условия окружающей среды в значительной степени определяют условия опасности поражения персонала электрическим током. В соответствии с ПУЭ все помещения в отношении опасности поражения людей электрическим током подразделяются как:

1) ***помещения без повышенной опасности****,* в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;

2) ***помещения с повышенной опасностью****,* характеризующиеся наличием в них одного или следующих условий, создающих повышенную опасность:

* сырость или токопроводящая пыль;
* токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
* высокая температура;
* возможность одновременного прикосновения человека к метало конструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам

электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;

3) ***особо опасные помещения***, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

* особая сырость;
* химически активная или органическая среда;
* одновременно два или более условий повышенной опасности;

4) ***территория открытых электроустановок*** в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

В ПУЭ содержится также применяемое при выборе электрооборудования по условию электробезопасности понятие  
“нормальные помещения”. К ним относятся помещения сухие (относительная влажность при *t*= 20 °С не более 60%), нежаркие, непыльные и без химически активной среды.

В проектной практике применяются не содержащиеся в нормативных документах, но удобные для практических целей термины, определяющие характер среды в помещениях: нормальная, тяжелая, химически активная. Под ***нормальной средой*** понимаются указанные выше условия, имеющие место в нормальных помещениях; под  
***тяжелой*** - наличие одного или нескольких таких условий, как пыль, дым, копоть, повышенная температура, влажность и т.п.; под ***химически активной*** - наличие паров, газов, пыли веществ, разрушающе или вредно действующих на электрооборудование, провода.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что включает в себя электротехническая часть осветительной установки?

2. Какие аппараты являются источниками питания осветительной установки?

3. Для чего предназначены аппараты защиты?

4. Какие помещения называются элктропомещениями?

5. Какие помещения называются сухими, а какие помещения -нормальными?

6. На какие помещения, согласно ПУЭ делятся производственные помещения?

7. На какие классы подразделяются взрывоопасные зоны?

8. На какие помещения подразделяются в соответствии с ПУЭ в отношении опасности поражении людей электрическим током?

9. Что понимается под термином нормальная тяжелая и химически активная среда?

**5.2. Выбор напряжения и источников питания**

Выбор напряжения для питания ОУ определяется общими решениями, принятыми для электроснабжения объекта, а для отдельных частей этой установки - также требованиями электробезопасности.

Для осветительных сетей применяются следующие системы напряжения переменного тока (O’z DSt ISO 1050:2004 ≪Стандартные напряжения≫):

а) 690/400 В с заземленной нейтралью. Используется для питания общего освещения в производственных помещениях, где эта система напряжения принята для силовых электроприемников;

б) 400/230 В с заземленной нейтралью. Наиболее широко используется для промышленных предприятий, общественных и жилых зданий;

в) 220/127 В с заземленной нейтралью и 3230 В без нейтрали используется на некоторых существующих производственных предприятиях и в общественных зданиях. При реконструкции объектов или их электроустановок рекомендуется переходить на систему 400/230 В.

Сети с изолированной нейтралью напряжением 230 В и ниже применяются, в основном, в специальных электроустановках при повышенных требованиях к электробезопасности.

г) напряжение 42 В и ниже называется ***малым напряжением,*** применяется в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по степени поражения электрическим током, при установке светильников на высоте менее 1,8 м над полом, а также для питания светильников местного освещения.

Указанное напряжение установлено рекомендацией МЭК как предельно допустимый уровень безопасного напряжения. Электроустановки и электрические сети на номинальное напряжение 42 В в нашей стране не применяются, а используются номинальные значения напряжения 36, 24, 12 В.

Применявшееся ранее для трансформаторов, сетей и ламп напряжение 36 В допускается сохранять для существующих объектов, где было применено такое напряжение. Для сетей 12 – 36 В применяются как однофазные, так и трехфазные системы.

Постоянный ток используется для резервного питания освещения особо ответственных осветительных установок.

Напряжение 400 В переменного тока может применяться для общего освещения:

а) для светильников с разрядными лампами высокого давления, питаемых комплектно с ПРА напряжением 400 В (например, металлогалогенные лампы типа ДРИ, ДРИЗ мощностью 250 Вт и более);

б) для светильников с люминесцентными лампами, имеющих электрические схемы для напряжения 400 В (например, с последовательным соединением ламп, с многофазными ПРА);

в) для многоламповых светильников, лампы которых по условиям эксплуатации разбиваются на несколько включений.

Напряжение 230 В допускается применять для светильников общего освещения без ограничения их конструкций и высоты установки в следующих случаях:

а) в помещениях без повышенной опасности;

б) в электропомещениях;

в) для светильников, обслуживаемых с площадок, доступных только квалифицированному персоналу (например, мостики и площадки для грузоподъемных кранов;

г) для светильников в лифтовых шахтах.

В помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных напряжение 230 В допускается для светильников с люминесцентными лампами, а для светильников с другими источниками света - при установке их на высоте не менее 2,5 м над полом.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при установке светильников на высоте менее 2,5 м от пола, за исключением светильников с люминесцентными лампами, должно применяться напряжение не выше 42 В.

Питание ручных светильников в помещениях без повышенной опасности допускается предусматривать от сети напряжением не выше  
230 В, а в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных не выше 42 В.

При особо неблагоприятных условиях, а именно, когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими заземленными поверхностями и т.п., питание ручных светильников должно предусматриваться от сети напряжением не выше 12 В.

Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения:

* в помещениях без повышенной опасности - не выше 230 В;
* в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не выше 50 В.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 230 В для светильников, если предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА, или питание каждого светильника через разделяющий трансформатор.

Допустимые отклонения и колебания напряжения у осветительных приборов не должны превышать указанных в O’z DSt ISO 50001:2015 “Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения”.

При расчете потери напряжения в осветительных сетях надлежит руководствоваться следующими требованиями:

а) снижение напряжения у наиболее удаленных ламп (для разрядных ламп у ПРА) должно быть не более 5% номинального напряжения ламп;

б) наибольшее напряжение у ламп (или ПРА), как правило, не должно быть больше 105% номинального напряжения ламп;

в) в послеаварийных режимах работы осветительных сетей допускается снижение напряжения у ламп (или ПРА) не более, чем на 10%, и повышение не более, чем на 10%, от номинального напряжения ламп;

г) в сетях напряжением не выше 40 В допускается потеря напряжения до 10%, считая от выводов низшего напряжения источника питания.

Расчетная потеря напряжения в осветительной сети должна определяться у наиболее удаленных ламп (или ПРА) при номинальном напряжении на стороне высшего напряжения питающего трансформатора с учетом потери напряжения в трансформаторе.

Для обеспечения надежной работы разрядных ламп напряжение на их ПРА даже в послеаварийном режиме не должно быть ниже 90% номинального.

В случаях, когда напряжение на лампах (или ПРА) может длительно превышать 105% номинального, особенно в установках с преобладанием ламп накаливания, рекомендуется установка в осветительных сетях (преимущественно у групповых щитков) ограничителей напряжения.

Осветительные установки, как правило, запитываются от трансформаторов цеховых ТП, что и силовые электроприемники данного цеха.

Электрическое освещение производственных зданий обычно питается от одно- и двухтрансформаторных подстанций, общих для силовых и осветительных потребителей. Число подстанций, их размещение и мощность трансформаторов выбираются в зависимости от значения и распределения силовых и осветительных нагрузок, характера производства, строительных особенностей зданий и некоторых других условий.

На производственных предприятиях мощность силового электрооборудования значительно превышает мощность ОУ, в связи с чем на число, размещение и мощность подстанций решающее влияние оказывают силовые электроприемники, и проектные решения по этим вопросам принимаются проектировщиками электроснабжения и силового оборудования при участии светотехников.

В производственных зданиях с несколькими трансформаторными подстанциями для питания освещения не обязательно должны использоваться все подстанции, а только минимально необходимое их число, при котором осветительные сети компонуются наиболее рационально и экономично.

Многообразие производственных зданий и размещаемого в них электрооборудования не дает возможности привести какие-либо конкретные указания по выбору подстанций, используемых для питания освещения. Это решается только при проектировании реальных объектов. Необходимо отметить лишь одно важное условие, что не следует питать освещение от подстанций, к которым присоединены силовые электроприемники, вызывающие большие и частые колебания напряжения на подстанциях (например, мощные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, электросварочные аппараты и машины и др.).

В отношении требуемой надежности электроснабжения ОУ, как и прочие электроприемники, согласно ПУЭ делятся на три категории.

Осветительные установки I категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Наиболее жесткие требования к надежности электроснабжения предъявляются к ОУ аварийного освещения зданий без естественного освещения. В этом случае аварийное освещение должно запитываться от независимых ИП или автоматически переключаться на них при прекращении питания рабочего освещения. Более того, для зданий без естественного освещения независимо от наличия или отсутствия аварийного освещения для продолжения работы необходимо устройство эвакуационного освещения, которое должно быть запитано от независимого ИП и автоматически переключаться на независимые ИП (аккумуляторную батарею, дизель-генераторную установку).

В остальных помещениях для питания эвакуационного освещения не требуется независимого ИП, оно должно питаться по самостоятельным сетям, начиная со щита ТП, а для зданий, имеющих один ввод, начиная от этого ввода, то есть рабочее и эвакуационно-аварийное освещение может питаться от одного трансформатора.

ОУ второй категории в нормальных режимах должны обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих ИП и при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Электроснабжение ОУ третьей категории может выполняться от одного ИП при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сутки.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие системы напряжения переменного тока применяются для осветительных сетей?

2. Для каких светильников может применяться для общего освещения напряжение 400 В переменного тока?

3. В каких случаях допускается применять для светильников общего освещения без ограничения их конструкций и высоты установки напряжение 230 В?

4. Какие напряжения должны применяться для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания?

5. Каким требованиями надлежит руководствоваться при расчете потери напряжения в осветительных сетях?

6. Какие осветительные установки относятся к I категории в нормальных режимах и как они обеспечиваются электроэнергией?

7. Как должны обеспечиваться электроэнергией ОУ второй и третьей категорий в нормальных режимах?

**5.3. Выбор схемы питания осветительных установок**

Требования к надежности питания, качеству напряжения, экономичности осветительных установок могут быть удовлетворены различными вариантами схем питания. Выбор схемы питания производится по совокупности всех показателей, применительно к конкретным условиям. Осветительные сети внутреннего освещения подразделяются на **питающие** и **групповые**.

Питающая осветительная сеть - сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до вводного устройства (ВУ), вводно-распределительного устройства (ВРУ), главного распределительного щита (ГРЩ). К питающим сетям относятся линии, отходящие от трансформаторных подстанций (или других точек питания) до групповых щитков, к групповым сетям - линии от групповых щитков до светильников.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На какие группы делятся осветительные сети внутреннего освещения?

2. Что такое питающая осветительная сеть?

3. Какие линии относятся к питающим сетям, а трие какие к групповым сетям?

**5.3.1. Схемы питающих сетей освещения**

В осветительных установках сохранение питания всего общего освещения при выходе из строя одного их источников питания не требуется, аварийного освещения для продолжения работы или для эвакуации людей.

В целях сокращения параллельно прокладываемых линий, а следовательно и общего расхода кабельной продукции в цехах с трехсменной работой на аварийное освещение выделяются, как правило, целые ряды светильников. В этом случае назначение рабочего и аварийного условны, так как каждый из этих видов освещения выполняет одни и те же функции, являясь взаиморезервируемым по отношению к другому.

Светильники аварийного освещения для эвакуации в прочих случаях должны быть присоединены к сети, независимой от сети рабочего, начиная от щита подстанции или от ввода при наличии только одного ввода в здание.

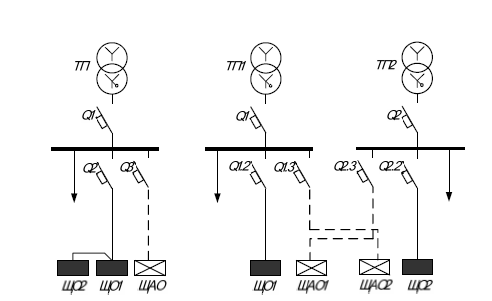
Питание освещения может производиться от однотрансформаторных и двухтрансформаторных подстанций.

На рисунке 5.1,*а* приведена схема питания рабочего и аварийного освещения от однотрансформаторной подстанции для ОУ категории надежности электроснабжения. Щитки рабочего и аварийного освещения питаются самостоятельными линиями, начиная от щита подстанции или от ввода в здание.

Погасание всего освещения возможно только при обесточивании трансформатора, т.е. при отключении как силовой, так и осветительной нагрузки.

При питании ОУ более чем от одной однотрансформаторной подстанции для рабочего и аварийного освещения используются разные трансформаторы.

Питание ОУ категории и большинства категории надежности выполняется от двух трансформаторных подстанций или одно трансформаторных подстанций, питающихся от разных источников; при этом рабочее освещение питается от одной подстанции, а аварийное от другой (рисунок 5.1,*б*) или от другого трансформатора двух трансформаторной подстанции (рисунок 5.2,*а*).



а) б)

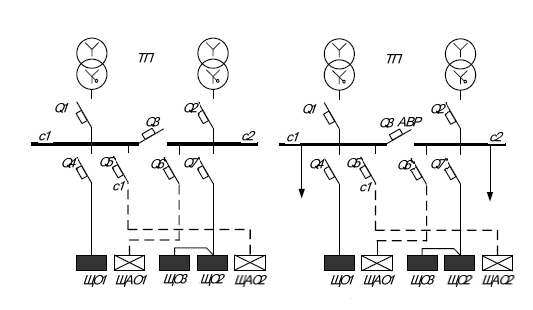
Рис. 5.1. Схема питания ОУ от одно трансформаторной подстанции - *а*;  
схема питания ОУ от двух одно трансформаторных подстанций *– б*

Шины щита низшего напряжения двух трансформаторных подстанций разделяются на две секции, по числу трансформаторов. Между секциями устанавливается секционный выключатель, позволяющий при аварийном отключении одного из трансформаторов объединять обе секции в одну.

Поэтому схема на рисунке 5.2,*а* применяется для ОУ II категории надежности электроснабжения, а схема на рисунке 5.2,*б* применяется для ОУ I категории, так как имеется на секционном выключателе устройство автоматического включения резерва (АВР).

Для аварийного освещения установок помещений “особой” группы применяют схему питания от трех источников (рис. 5.3).

Рабочее и аварийное освещение допускается питать от силовых распределительных пунктов (кроме производственных зданий без естественного освещения). При этом должны соблюдаться требования к допустимым отклонениям и колебаниям напряжения в осветительной сети в соответствии с O’z DSt 1050:2004.



а) б)

Рис. 5.2. Схема питания ОУ II категории от двух трансформаторной подстанции - *а*; схема питания ОУ I категории от двух трансформаторной подстанции – *б*

В местах присоединения линий питающей осветительной сети к силовым распределительным пунктам должны устанавливаться аппараты защиты и управления.

При питании осветительной сети от силовых распределительных пунктов, к которым присоединены непосредственно силовые электроприемники, осветительная сеть должна подключаться к вводным зажимам этих пунктов (рисунок 5.4,*б*).

В питающих сетях напряжения применяются магистральные и радиальные схемы в зависимости от мощности и расположения щитков.

Радиальные схемы выполняются кабелями или проводами, которые прокладываются в трубах.

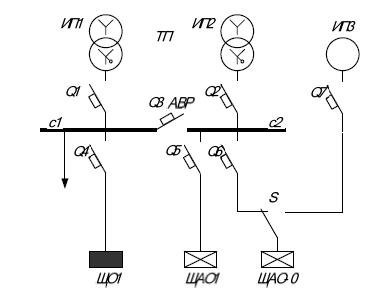
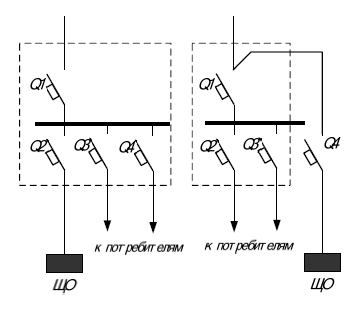


Рис. 5.3. Схема питания ОУ от трех источников: *S* - блок переключения;

*ЩАО - О* - щиток аварийного освещения особой группы



а) б)

Рис. 5.4. Схема питания ОУ от вводно-распределительного устройства

Чаще для питающей сети ОУ применяется магистральная схема, выполненная кабелем или специальным шинопроводом. Рекомендуется питание от одной линии не более 4-5 групповых щитов, при этом если к линииподключено более трех щитков, на каждом из них необходимо предусматривать отключающий аппарат.

Наиболее распространенными в настоящее время являются питающие сети ОУ типа ***TN-C***, позволяющие реализовать трехфазную систему 230/400 В. Совмещение рабочего ***N*** и защитного нейтральных проводников ***РЕ*** обеспечивает при этом минимальную стоимость сети.

Такое совмещение может, однако, оказаться неприемлемым из-за уменьшенной надежности защитных мероприятий, и тогда прибегают к полностью или частично пятипроводным сетям типов ***TN-S*** и ***TN-C-S****.* Для повышения эффективности защитных мероприятий используют также повторные заземления защитного нулевого проводника или корпусов электрооборудования.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каким образом должны быть присоединены светильники аварийного освещения для эвакуации и прочих случаях?

2. Поясните схему питания рабочего и аварийного освещения от однотрансформаторной подстанции для ОУ?

3. Какую схему питания применяют для аварийного освещения установок помещений «особой» группы?

4. Какие схемы выполняются кабелями или проводами, которые прокладывается в трубах?

5. Для каких сетей ОУ применяется магистральная схема, выполненная кабелями или специальным шинопроводами?

6. Что обеспечивает применение сетей ОУ типа *TN-C*?

**5.3.2. Схемы групповых сетей**

Отходящие от щитков групповые линии при трехфазных системах могут выполняться трехпроводными (однофазными) - рисунок 5.5 *а*, четырехпроводными (двухфазными) - рисунок 5.5 *б,* и пятипроводными (трехфазными) - рисунок 5.6 *а, б*.

Наиболее распространенными в настоящее время являются групповые сети ОУ типа ***TN-S***, позволяющие реализовать трехфазную систему 230/400 В.

Групповые щитки, с которых производится оперативное управление освещением, желательно размещать так, чтобы с места их установки были видны управляемые светильники, и по возможности вблизи основного входа в помещение.

Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, применяемого для защиты линий групповой сети, не должен превышать  
25 А.

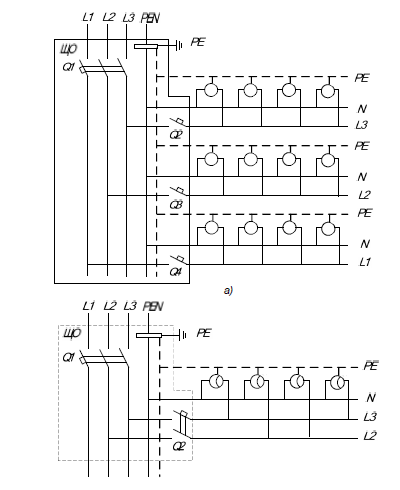
В групповых линиях, питающих разрядные лампы мощностью   
125 Вт и более или лампы накаливания 300 Вт и более, а также в сетях напряжением не выше 42 В, могут применяться аппараты защиты с номинальным током до 63 А.

При защите групповых линий автоматами с тепловыми или комбинированными расцепителями, установленными в закрытых шкафах или щитках, рабочий ток групповой линии не должен превышать 90% номинального тока уставки автомата.

Схемы групповых линий при разных системах напряжения осветительной сети приведены на рисунках 5.5, 5.6.

Каждая групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, в это число включаются также штепсельные розетки.

В производственных, общественных и жилых зданиях на однофазные группы освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий и чердаков допускается присоединять до 60 ламп накаливания, каждая мощностью до 60 Вт.



б)

Рис. 5.5. Схемы групповых линий при трехфазной системе ***TN-S*** с нулевым рабочим ***N*** и нулевым защитным проводом ***РЕ***: для однофазных сетей - ***а***; для двухфазных  
сетей - ***б***

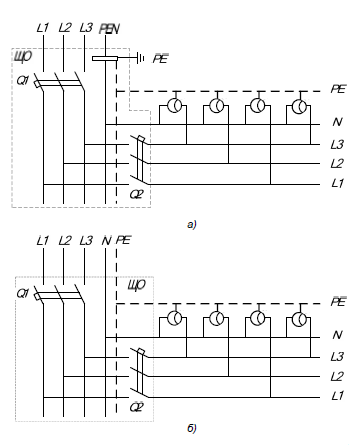


Рис. 5.6. Схема электроснабжения ОУ с системой ***TN-C-S*** - ***а***, схема

электроснабжения ОУ с системой ***TN-C*** – ***б***

Для групповых линий, питающих световые карнизы, световые потолки и т. п. с лампами накаливания, а также светильники с люминесцентными лампами мощностью до 80 Вт, рекомендуется присоединять до 60 ламп на фазу; для линий, питающих светильники с люминесцентными лампами мощностью до 40 Вт включительно, может присоединяться до 75 ламп на фазу и мощностью до 20 Вт включительно - до 100 ламп на фазу.

Для групповых линий, питающих многоламповые люстры, число ламп любого типа на фазу не ограничивается.

В групповых линиях, питающих лампы мощностью 10 кВт и больше, каждая лампа должна иметь самостоятельный аппарат защиты.

В начале каждой групповой линии должны быть установлены аппараты защиты на всех незаземленных проводах, а в групповых линиях, питающих светильники, установленные в помещениях со взрывоопасными зонами класса В-I, также в нулевых проводах двухпроводных групп. В остальных случаях установка аппаратов защиты на заземленных нулевых проводах запрещается.

Рабочие нулевые проводники групповых линий должны прокладываться при применении металлических труб совместно с фазными проводниками в одной трубе, а при прокладке кабелями или многожильными проводами должны быть заключены в общую оболочку с фазными проводами.

Трассировка линий групповой сети должна обеспечивать удобство монтажа, а при открытой проводке - также наглядность и доступность проводки.

Для линий, прокладываемых в одном направлении, следует по возможности принимать совмещенную трассу и широко практиковать для них объединение нулевых проводов (преимущественно для линий, принадлежащих разным фазам сети). Объединения нулевых проводов рабочего освещения и освещения безопасности не допускается.

При распределении между фазами однофазных нагрузок следует ограничивать разницу в токах наиболее и наименее нагруженной фазы величиной не более 30% в пределах одного щитка и 10% в начале линий питающей сети.

Автоматические выключатели, применяемые для трехфазных групповых линий, могут быть однополюсными, двухполюсными или трехполюсными (см. рис. 5.5, 5.6).

Трехполюсные выключатели должны предусматриваться для:

а) трехфазных линий питающей сети;

б) трехфазных групповых линий, питающих разрядные лампы высокого давления (типов ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ) в случаях, когда к линии присоединяется трехфазный конденсатор, для повышения коэффициента мощности;

в) трехфазных групповых линий без нейтрали, питающих светильники междуфазовым (линейным) напряжением 400 и 230 В;

г) трехфазных групповых линий напряжением 690/400 В, питающих светильники с разрядными лампами высокого давления типа ДРИ и ДРИЗ мощностью 250 Вт и выше;

д) трехфазных групповых линий напряжением выше 42 В при использовании автомата не только как аппарата защиты, но и в качестве аппарата управления и необходимости одновременного отключения всех светильников;

е) трехфазных линий, питающих трехфазные понижающие трансформаторы.

Двухполюсные автоматы должны предусматриваться для:

а) двухпроводных групповых линий, питающих светильники в помещениях со взрывоопасными зонами класса B-I;

б) двухпроводных групповых линий переменного и постоянного тока напряжением выше 42 В в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных в случаях, когда оба провода линии являются незаземленными, а также при использовании автомата не только как аппарата защиты, но и как аппарата оперативного управления освещением (для одновременного отключения обоих проводов линии).

Однополюсные выключатели применяются для защиты:

а) при системах напряжения 400/230 В с заземленной нейтралью в одно-, двух- и трехфазных групповых линиях, питающих фазным напряжением светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами, а также разрядные лампы высокого давления (типов ДРЛ, ДНаТ, а также лампы ДРИ мощностью меньше 250 Вт) при отсутствии присоединенных к линии трехфазных конденсаторов для повышения коэффициента мощности;

б) для двухпроводных групповых линий постоянного тока напряжением

не выше 230 В в случаях, когда автоматы не используются для оперативного управления освещением;

в) для трехфазных и двухфазных групповых линий напряжением 40 и 12 В, питаемых от трехфазных понижающих трансформаторов;

г) для двухпроводных групповых линий напряжением 40 и 12 В, питаемых от однофазных понижающих трансформаторов.

При системе напряжения 400/230 В с заземленной нейтралью трехфазные групповые линии с лампами ДРИ и ДРИЗ мощностью 250 Вт и выше, питаемые междуфазовым напряжением 400 В, защищать однополюсными автоматами не следует. Для таких линий необходимо применять трехполюсные автоматы. Для двухфазных групповых линий, питающих указанные лампы при той же системе напряжения, могут применяться однополюсные автоматы при условии, что они не используются для оперативного управления освещением.

При выборе системы распределения (трехфазная, двухфазная и однофазная) для групповых линий необходимо помнить основные преимущества трехфазных четырехпроводных линий перед однофазными: это втрое большая нагрузка при одинаковых токах аппаратов защиты, в 6 раз меньшая потеря напряжения в линии при одинаковых моментах нагрузки и сечениях проводов линии, но при вдвое большей протяженности проводов. Кроме того, при питании газоразрядных ламп трехфазными группами облегчается чередование светильников, присоединяемых к разным фазам для понижения коэффициента пульсации освещенности. Эти преимущества трехфазных линий делают их (а в некоторых случаях и двухфазные трехпроводные) целесообразными в большинстве производственных помещений при значительной мощности общего освещения, в помещениях большой протяженности (туннели, галереи и т.п.), а также в помещениях, освещаемых лампами ДРЛ, а в некоторых случаях ЛЛ, когда не обеспечивается снижение коэффициента пульсации освещенности до требуемого нормами.

Для небольших помещений, где устанавливается несколько светильников небольшой мощности, более приемлемы однофазные группы. В производственных зданиях с большим числом мелких помещений общее освещение бывает целесообразно питать трехфазными группами с однофазными ответвлениями в отдельные помещения.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каким образом могут выполняться отходящие от щитков групповые линии при трехфазных системах?

2. Каким образом желательно размещать групповые щитки, с которых производится оперативное управление освещением?

3. В каких помещениях допускается присоединять до 60 ламп накаливания каждая мощностью до 60 Вт?

4. Что должна иметь каждая лампа в групповых линиях, питающих ламп мощностью 10 мВт и больше?

5. Каким могут быть автоматические выключатели, применимые для трехфазных групповых линий?

6. Для каких линий должны предусматривается трехполюсные выключатели?

7. Для защиты каких линий применяются двухполюсные автоматы?

8. Для защиты каких линий применяются однополюсные автоматы?

9. Какие основные преимущества трехфазных четырехпроводных линий перед однофазными?

10. В каких помещениях более приемлемы однофазные группы?

**5.4. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

С расчетом сети непосредственно связаны вопросы подсчета нагрузок и определения тока на отдельных участках линий, выбора токов аппаратов защиты (автоматических выключателей или предохранителей), повышения коэффициента мощности в сетях с лампами ДРЛ, стабилизации напряжения в осветительных сетях.

Площадь сечения проводов для осветительных сетей промышленных предприятий, жилых и общественных зданий выбирается исходя из следующих условий:

1) проводники должны допускать протекание по ним расчетного тока осветительной нагрузки, не нагреваясь выше предельно допустимой температуры, - расчет по току нагрузки;

2) напряжение на источниках света должно быть не ниже определенных значений - расчет по потере напряжения;

3) механическая прочность проводов и кабелей должна быть достаточной для данного вида электропроводки - выбор сечения проводников по механической прочности;

4) условиям защиты сети от перегрузки.

Из четырех сечений должно приниматься большее.

**Расчет мощности осветительной установки.** До расчета осветительных сетей по току нагрузки и потере напряжения необходимо производить подсчеты расчетной нагрузки по отдельным групповым линиям, групповым щиткам и линиям питающей сети.

Расчетная электрическая мощность ОУ определяется по формуле:

где ***Pном.i*** – номинальная мощность лампы ОУ;

***KПРА*** – коэффициент, учитывающий потери в пусковой аппаратуре ОУ;

***N*** – число ламп в ОУ;

***KC*** – коэффициент спроса.

Коэффициент спроса для расчетов групповой сети, сетей наружного освещения и всех звеньев аварийного освещения принимается равным ***1***. Для питающих линий рекомендуются следующие значения ***KC***:

***KC=1,0*** - небольшие производственные здания;

***KC=0,95*** - производственные здания, состоящие из отдельных крупных пролетов;

***KC=0,85*** - производственные здания, состоящие из многих отдельных пролетов;

***KC=0,8*** - административно-бытовые, инженерно-лабораторные корпуса;

***KC=0,6*** - складские здания, состоящие из многих отдельных помещений.

Коэффициент потерь мощности ***KПРА*** в пускорегулирующей аппаратуре ПРА ОУ с газоразрядными лампами ГРЛ принимается равным:

***КПРА=1,3*** - для люминесцентных ламп с бесстартерными схемами;

***КПРА=1,2*** - для люминесцентных ламп со стартерными;

***КПРА=1,1*** - для разрядных ламп высокого давления (типов ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ) мощностью до 250 Вт;

***КПРА=1,05*** - мощностью 400 Вт и более.

При определении расчетного тока в электрической сети с ГРЛ необходимо всегда учитывать ***cosφ***, который принимается равным: для ГРЛВД без компенсации реактивной мощности – ***cosφ=0,5***; для   
ЛЛ – ***cosφ=0,9***.

Установленная мощность освещения ***Руст.о*** определяются как сумма мощностей всех ламп, питаемых рассматриваемым участком сети с добавлением потерь в ПРА для светильников с газоразрядными лампами. Установленная мощность освещения обычно указывается в киловаттах.

(5.2)

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Исходя из каких условий выбирается площадь сечения проводов для осветительных сетей промышленных предприятий жилых и общественных зданий?

2. По какой формуле определяется расчетная электрическая мощность ОУ?

3. Чему равен cos φ, который необходимо учитывается при определении расчета тока в электрической сети с ГРЛ?

4. Как определяется установленная мощность освещения Руст.о?

**5.4.1. Расчет сечения проводников по условиям нагрева**

Прохождение тока по проводнику вызывает его нагревание. Расчет проводов и кабелей по току нагрузки сводится к определению расчетного тока и сравнению его с длительно допустимым током для проводов разных сечений, нагрев от которого не превышает значений, установленных ПУЭ.

В ПУЭ и электротехнической литературе приводятся таблицы допустимых токовых нагрузок по условиям нагрева на провода и кабели с алюминиевыми или медными жилами в зависимости от вида изоляции, сечения и количества совместно прокладываемых проводников, способов и условий прокладки. Чтобы выявить по таблицам минимально допустимое сечение проводов, необходимо определить расчетные токи линий, в зависимости от вида сети.

Трехфазные сети с нулевым проводником:

для однофазной сети

для двухфазной сети с нулем, при равномерной нагрузке фаз

для трехфазной сети с нулем и без нуля при равномерной нагрузке фаз

где ***Uф*** – фазное напряжение сети;

***Uл*** – линейное (междуфазное) напряжение сети;

***соsφ*** – коэффициент мощности нагрузки;

***Рр*** – расчетная активная мощность.

Если же нагрузка фаз неравномерная, расчетный ток определяется для каждого фазного провода отдельно по нагрузке, присоединенной к данной фазе, по формуле (5.3).

Коэффициент мощности принимается для ламп накаливания равным единице, для люминесцентных ламп - 0,9; для ламп типа ДРЛ, ДРИ, включаемых без компенсации реактивной мощности, - 0,5.

По полученным значениям расчетного тока сети выбирают сечение проводников (приложение Д) из условия, чтобы их пропускная способность, т.е. допустимая токовая нагрузка, была не менее расчетного тока линии:

Выполнение этого условия гарантирует пожарную безопасность и длительный срок службы электропроводки.

При питании осветительной сети двумя и тремя фазами не всегда можно достигнуть равномерного распределения нагрузки по фазам. В этом случае необходимо определять ток наиболее загруженной фазы.

Сечение нулевых проводников, в сетях с газоразрядными лампами и при неравномерной нагрузке от ламп накаливания, необходимо принимать не менее сечения фазных проводников.

При определении допустимой токовой нагрузки на многожильный кабель или при прокладке в трубах нескольких проводов следует учитывать, что нулевой проводник четырехпроводной трехфазной сети принимается в расчет, если по нему протекает ток.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как определяются токи линий в зависимости от вида сети, чтобы выявить по таблицам минимальное допустимое сечение проводов для однофазной сети, для двухфазной сети с нулевом при равномерной нагрузке фаз?

2. Чему равен коэффициент мощности для ламп накаливания, для люминесцентных ламп, для лампы типа ДРЛ и ДРИ?

3. Какое условие должно выполняться при выборе сечения проводников по полученные значениям расчетного тока сети?

4. Что следует учитывать при определении допустимой токовой нагрузки на многожильный кабель или при прокладке в трубах нескольких проводов?

**5.4.2. Выбор сечения проводников по условиям механической прочности**

Провода и кабели, прокладываемые в электрических сетях, должны обладать необходимой механической прочностью, чтобы не допускать обрывов во время монтажа при протаскивании проводов через трубы, при натяжении и креплении на опорах, противостоять повреждениям, возможным в эксплуатации, и тем самым обеспечивать надежность работы электрического освещения.

Минимально допустимые сечения проводников зависят от материала проводников (медь, алюминий), конструкции проводов (защищенные, незащищенные провода, кабели), их назначения, способов и мест прокладки, расстояния между точками крепления. Минимальные сечения проводников для электрических сетей приводятся в ПУЭ, выдержка из которых приведена в таблице 5.2.

В производственных зданиях применяют прокладки проводов и кабелей осветительной сети по тросам или струне из стальной катаной проволоки, к которым подвешиваются также и светильники. При тросовых и струнных проводках для определения диаметра троса необходимо проводить расчеты на механическую прочность. Обычно диаметр троса лежит в пределах от 2 до 6,5 мм, катаной проволоки - от 4 до 8 мм.

Таблица 5.2

Наименьшие сечения токопроводящих жил проводов и кабелей в электропроводках

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Проводник | Сечение жил, мм2 | |
| медных | алюминиевых |
| Шнуры для присоединения бытовых электроприемников | 0,35 | - |
| Кабели для присоединения переносных и передвижных электроприемников в промышленных установках | 0,75 | - |
| Скрученные двухжильные провода с многопроволочными жилами для стационарной прокладки на роликах | 1 | - |
| Незащищенные изолированные провода для стационарной электропроводки внутри помещений: непосредственно по основаниям, на роликах, плицах и тросах | 1 | 2,5 |
| на лотках, в коробах (кроме глухих):  для жил, присоединяемых к винтовым зажимам | 1 | 2 |
| для жил, присоединяемых пайкой:  однопроволочных | 0,5 | - |
| многопроволочных (гибких) | 0,3 | - |
| на изоляторах | 1,5 | 4 |
| Незащищенные изолированные провода в наружных электропроводках: по стенам, конструкциям или опорам на изоляторах; вводы от воздушной линии | 2,5 | 4 |
| под навесами на роликах | 1,5 | 2,5 |
| Незащищенные и защищенные изолированные провода и  кабели в трубах, металлических рукавах и глухих коробах | 1 | 2 |
| Кабели и защищенные изолированные провода  для стационарной электропроводки (без труб, рукавов): для жил, присоединяемых к винтовым зажимам | 1 | 2 |
| для жил, присоединяемых пайкой:  однопроволочных | 0,5 | - |
| многопроволочных (гибких) | 0,35 | - |
| Защищенные и незащищенные провода и кабели, прокладываемые в замкнутых каналах или замоноличенно (в строительных конструкциях или под штукатуркой) | 1 | 2 |

ля зарядки светильников, установленных как внутри, так и вне зданий, должны применяться только медные гибкие проводники.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Почему провода и кабели, прокладываемые в электрических сетях, должны обладать необходимой механической прочностью?

2. От чего зависит минимально допустимые сечения проводников?

3. Какие проводники должны применяться для зарядки светильников, установленных как внутри, так и вне зданий?

**5.4.3. Расчет сечения проводников по потере напряжения**

***Потерей напряжения*** называется алгебраическая разность между напряжениями в начале и в конце элемента сети.

Из-за изменения нагрузок (числа включенных светильников) во времени и изменения уровня напряжения на шинах низшего напряжения трансформаторных подстанций изменяются потери напряжения на отдельных участках осветительной сети, а следовательно, и уровень напряжения в точке подключения электрических источников света. В результате оказывается, что в различных точках сети в один и тот же момент времени (а в одной точке – в разные моменты времени) отклонения напряжения различны. В соответствии с O’z DSt 1050:2004 нормальная работа электроприемников в сетях до 1 кВ обеспечивается при условии, что отклонения напряжения ***δU*** на их входе составляют ±5 % (нормальное значение) и ±10 % (максимальное значение). Эти значения установлены исходя из того, что снижение освещенности рабочих мест при уменьшении напряжения приводит к снижению производительности труда.

При больших снижениях напряжения люминесцентные лампы не загораются или мигают, что приводит к сокращению срока их службы. При повышении напряжения резко снижается срок службы ламп накаливания.

В установках с газоразрядными лампами требования к уровням напряжения относятся не к самим лампам, а к напряжению, подводимому к ПРА. В сетях пониженного напряжения (12 – 42 В) допускается потеря напряжения в сети до 10%.

Отклонение напряжения рассчитывается по формуле

где ***U -*** напряжение на зажимах электроприемника в данный момент времени;

***Uном -*** номинальное значение напряжения электроприемника.

Значение напряжения ***U*** может быть определено так:

где ***UТП -*** напряжение на шинах низшего напряжения трансформаторной подстанции;

***Ui*** - потеря напряжения на i-м участке осветительной сети  
(***i = 1***, ***2,…n***).

Расчетная (допустимая) потеря напряжения в осветительной сети должна определяться исходя из снижения напряжения у наиболее удаленных ламп (или ПРА), как правило, при номинальном напряжении на стороне высшего напряжения питающего трансформаторы с учетом потери напряжения в последнем.

где ***Uд*** - допустимая потеря напряжения в сети;

***Uхх*** - напряжение при холостом ходе трансформатора;

***Uт*** - потеря напряжения в трансформаторе при нагрузке.

Все значения в формуле указаны в процентах. Напряжение при холостом ходе трансформаторов обычно составляет 400/231 В, то есть 105 % от ***Uн***.

Потеря напряжения в трансформаторе зависит от коэффициента загрузки трансформатора **и коэффициента мощности нагрузки и определяется по формуле

где ***Uа.т*** и ***Uр.т*** - активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора;

***cos***- коэффициент мощности на зажимах вторичной обмотки трансформатора.

Значения ***Uа.т*** и ***Uр.т*** определяются из выражений:

где ***Pкз*** - потери короткого замыкания, кВт,

***Sном.т*** - номинальная мощность трансформатора, кВА;

***Uкз*** - напряжение короткого замыкания, %.

Значения ***Pкз*** и ***Uкз*** приводятся в каталогах на трансформаторы.

В наиболее распространенных трансформаторах мощностью  
400- 1000 кВА при коэффициенте загрузки *****= 0,8 - 0,7*** и ***cos******= 0,7 - 0,8*** потери напряжения составляют ***Uт = 3 - 3,5%.***

Следовательно,

***Uд = 105 - 95 - (3*** ***3,5) = 6,5*** ***7%.***

В общем виде потеря напряжения в сети определяется по формулам:

а) в сетях без индуктивного сопротивления

*∆U = I∙R,* (5.12)

б) в сетях с индуктивностью

где ***p*** - расчетный ток линии, А;

***R*** и ***Х*** - активное и индуктивное сопротивления линии, Ом.

Активное сопротивление (в Ом) проводов и кабелей из цветных металлов определяется по одной из следующих формул:

где ***S*** - сечение проводника, мм2,

***L*** - длина проводника, м;

***= 30,5******106См/м*** или ***= 33******10-9Ом******м*** - для алюминиевых проводников,

***= 50******106См/м*** или ***= 20******10 -9Ом******м*** - для медных проводников.

С другой стороны,

Если выразить ***U*** в процентах от номинального ***Uном***, а ток нагрузки через мощности в кВт, то формула (6.13) примет вид:

Так как индуктивное сопротивление проводов и кабелей осветительной сети достаточно мало, то вторым слагаемым пренебрегают. И если сопротивление ***R*** выразить через формулу (6.14), то формула (6.16) примет вид для однофазной, двухфазной без нуля сети или сети постоянного тока:

для трехфазной сети с нулем и без нуля

Если принять ***PL = M***, а = 1 то есть то получаем формулу

откуда

Коэффициент ***с*** зависит от напряжения, количества фаз и материала проводника.

Анализ формул (6.17) и (6.19) показывает, что потеря напряжения в сетях зависит от суммы моментов нагрузки ***М***, сечения проводов ***S*** и постоянного для данной сети коэффициента ***с***, зависящего от материала проводов, напряжения сети и числа проводов. Значения ***с*** приведены в таблице 5.1.

Согласно формуле (5.19) потеря напряжения не зависит от коэффициента мощности сети (нагрузки), однако при низком значении ***cos***φ возрастает рабочий ток, что следует учитывать при выборе сечения проводов.

Фактически полная же потеря напряжения будет несколько больше найденной по формуле (5.19), так как в расчете не учитывается реактивная составляющая потери напряжения, и ее можно определить по формуле:

где ***К*** - поправочный коэффициент, учитывающий реактивную составляющую потери напряжения.

Значения ***К*** можно принимать для кабелей и проводов с алюминиевыми жилами, прокладываемых в трубах:

***К = 1,05*** - при сечении от 2 до 16 мм2;

***К = 1,2*** - при сечении 25 -70 мм2.

Таблица 5.1

Значения коэффициентов ***с*** для расчета осветительных сетей по потере напряжения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номинальное напряжение сети, В | Система сети и род тока | Коэффициент ***с*** для проводников | |
| медных | алюминиевых |
| 400/230 | трехфазная с нулем | 72 | 44 |
| 3х230 | трехфазная с нулем | 24 | 14,7 |
| 3х36 | трехфазная с нулем | 0,648 | 0,396 |
| 3х24 | трехфазная с нулем | 0,228 | 0,176 |
| 3х12 | трехфазная с нулем | 0,072 | 0,044 |
| 400/230 | двухфазная с нулем | 32 | 19,5 |
| 230 | двухпроводная переменного или постоянного тока | 12 | 7,4 |
| 36 | двухпроводная переменного или постоянного тока | 0,324 | 0,198 |
| 24 | двухпроводная переменного или постоянного тока | 0,144 | 0,088 |
| 12 | двухпроводная переменного или постоянного тока | 0,036 | 0,022 |

Вычисление момента ***М*** не представляет сложности, когда вся нагрузка сосредоточена в конце участка или в нескольких сосредоточенных точках, что характерно для сети, питающей осветительные щитки, т.е. для питающей сети.

Определение потери напряжения в этом случае рассмотрено на примере.

При расчете потери напряжения в осветительных сетях надлежит руководствоваться следующими требованиями:

а) снижение напряжения у наиболее удаленных ламп сети внутреннего рабочего освещения, а также прожекторных установок (для разрядных ламп у ПРА) должно быть на более 5% номинального напряжения ламп (ПЭЭП);

б) снижение напряжения у наиболее удаленных ламп сети наружного и аварийного освещения должно быть на более 10% номинального напряжения ламп (ПЭЭП);

в) наибольшее напряжение у ламп (или ПРА), как правило, не должно быть больше 105% номинального напряжения ламп;

г) в послеаварийных режимах работы осветительных сетей допускается снижение напряжения у ламп (или ПРА) на более, чем на 10%, и повышение не более, чем на 10%, от номинального напряжения ламп;

д) в сетях напряжением 12-42 В допускается потеря напряжения до 10%, считая от выводов низшего напряжения источника питания.

**Пример 5.1**.

Определить сечение кабеля, питающего два осветительных щитка, к которым подключены группы с лампами ДРИ с нагрузкой ***Р1 = 25кВт***,  
***Р2 = 15кВт, cos******= 0,5; L1 = 80м, L2 = 30м;*** ***Uпит = 2%.***

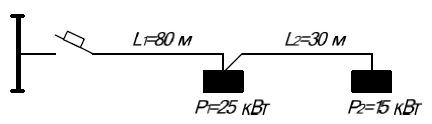


Рис. 5.7. к примеру расчета питающей сети

По таблицам допустимых токовых нагрузок (ПУЭ) для четырехжильного кабеля марки ***АAшВ*** при прокладке в воздухе находится сечение кабеля 470 мм2 с *****доп = 126 А*** по условию *****доп ≥*** *****р***.

Сечение кабеля по потере напряжения определяется по формуле (6.20), при этом задается нормируемая потеря напряжения ***U = 2%:***

По потере напряжения можно бы принять сечение кабеля ***4******50 мм2***, но его *****доп = 100 А <*** ***р = 121,7 А***.

В данном случае принимается сечение кабеля, выбранное по расчетному току ***S = 70 мм2***.

Расчетная потеря напряжения в выбранном кабеле определяется по формуле (6.19):

Полная потеря напряжения с учетом реактивной составляющей

***Uп =*** ***U К = 1,2 × 1,2 = 1,44 %.***

В групповой двух- и трехфазной линии светильники подключаются поочередно к разным фазам и нагрузка распределяется как по фазам, так и по длине линии. При равномерном распределении нагрузки, для упрощения расчетов, расчетную длину участка принимают равной половине длины того участка, на котором нагрузка распределена равномерно, и к концу половины этого участка прикладывается вся мощность рассматриваемой линии.

Нагрузку групповых линий не всегда можно распределить равномерно. Неравномерно нагруженными сетями считаются линии, у которых нагрузки отдельных фаз или моменты их нагрузок отличаются более, чем на 10%, от среднего значения.

При выполнении освещения в производственных помещениях часто управление группами светильников выполняют с помощью однополюсных автоматических выключателей, т.е. пофазно. В этом случае трех- и четырех проводную сеть можно считать неравномерной и расчет потери напряжения или определение сечения проводов можно проводить для наиболее загруженной фазы, для наиболее удаленного светильника по формулам для двухпроводной линии, что дает некоторое завышение результатов, но упрощает расчет.

**Пример 5.2**.

Определить сечение проводов групповой трехпроводной (две фазы и нуль) линии, к которой подключены 13 ламп ДРИ-700. Расстояние между лампами шесть метров, провода от щитка до линии проложены в трубах, линия выполнена проводами на изоляторах ***Uгр=2,5%***. Схема сети приведена на рисунке 6.8.

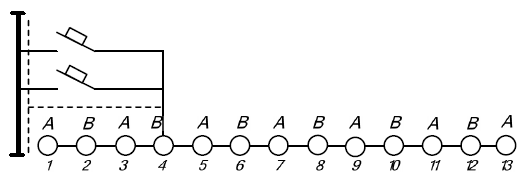


Рис. 5.8. Схема к примеру 5.2

На фазу А подключены 7 светильников общей мощностью 4,9 кВт, на фазу Б - 6 светильников. Наиболее загружена фаза А. Расчетный ток этой фазы определяется по формуле:

Коэффициент ***1,1*** учитывает потери в ПРА. По допустимому току нагрузки выбирается сечение проводов марки ***АПВ 4(1******16 мм2)***, при прокладке проводов в трубе *****доп = 60 А***.

Сечение провода исходя из допустимой потери напряжения ***Uгр=2,5%*** определяется по формуле:

где ***М = 1,1******Рл******N1******L1 + 1,1******Рл******N2******L2.***

Расчет ведется для наиболее удаленного светильника фазы ***А*** (13). Длина плеча равна ***L2 = 0,5******6******9= 27 м***, т.е. половине участка от 4 до 13 светильника. В расчетной мощности этого участка принимают участие светильники фазы ***А*** с 5 по 13 (***N2=5***).

По потере напряжения также принимают сечение проводов  
***16 мм2***.Фактическая потеря напряжения будет:

с учетом реактивной составляющей:

***Uп =*** ***U******К = 2,24******1,05 = 2,35%.***

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что называется потери напряжения?

2. К чему приводит большие снижения и повышении напряжения люминесцентных ламп?

3. По какой формуле рассчитывается отклонение напряжения?

4. Каким образом определяется расчетная (допустимая) потеря напряжения в осветительной сети?

5. От каких коэффициентов зависит потеря напряжения в трансформаторе?

6. По каким формулам определяется активное сопротивление (в Ом) проводов и кабелей из цветных металлов?

7. От каких величин зависит коэффициент С?

8. От чего зависит потеря напряжения в сетях?

9. Чему равно значение поправочного коэффициент к учитывающий реактивную составляющую потери напряжении для кабелей и приводов с алюминиевыми жилами прокладываемых в трубах?

10. Каким требованиями надлежит руководствоваться при расчете потери напряжения в осветительных сетях?

**5.4.4. Согласование сечения проводника с номинальным током защитного аппарата**

Как указывалось, выше, выбор сечения проводника по нагреву должен быть увязан с характеристиками защитных устройств (плавких предохранителей и автоматических выключателей).

Все осветительные сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, а сети внутри помещений, выполненные незащищенными изолированными проводами с горючей оболочкой, сети в служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, во взрыво- и пожароопасных помещениях должны быть также защищены от перегрузки.

Защита осветительных сетей от токов короткого замыкания осуществляется плавкими предохранителями или автоматическими выключателями, установленными на щитах низшего напряжения трансформаторных подстанций, в местах ответвлений от магистралей, на выходе питающих и групповых линий из групповых щитков.

Для осветительных сетей жилых и общественных зданий, торговых и складских помещений, сетей внутри помещений, выполненных открыто проложенными незащищенными изолированными проводами с горючей изоляцией, номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток срабатывания автомата должен быть меньше или равен длительно допустимому току по условиям нагрева провода.

Для проводников, прокладываемых во взрыво- и пожароопасных помещениях, номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток срабатывания автомата должен быть меньше или равен 0,8 длительно допустимого тока по условиям нагрева провода.

В зависимости от вида защиты (от токов КЗ или от перегрузки) ПУЭ наряду с проверкой по допустимому нагреву устанавливают определенные соотношения между токами защитных аппаратов и допустимым током провода

***доп*** ***Кз*** ***з*** (5.22)

где ***Кз*** – коэффициент защиты,

***з*** - ток защитного аппарата.

При защите от КЗ в сетях с глухим заземлением нейтрали проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы наименьший ток КЗ превышал не менее чем в три раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток расцепителя выключателя с обратнозависимой характеристикой. Во взрывоопасных установках это превышение должно быть не менее четырех - при предохранителях и шести - при автоматических выключателях.

Допускается не выполнять расчетной проверки кратности токов короткого замыкания, если обеспечено соотношение между длительно допустимым током проводника и номинальным током защитного аппарата, приведенное в таблице 5.3. В этой же таблице приведены аналогичные соотношения при защите сетей от перегрузки.

Таблица 5.3

Нормируемые соотношения между допустимым током проводника *****доп*** и номинальными токами аппаратов защиты *****з***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проводник | Характеристика помещений, где требуется защита проводников | Нормируемое отношение ***Iдоп/ Iз*** для аппаратов защиты | | | |
| Плавкие предохранители | автоматические выключатели с обратнозависимой от тока характеристикой | | автоматические выключатели, имеющие только максимальные мгновенно действующие расцепители |
| нерегулируемый расцепитель | регулируемый расцепитель |
| **Сети, защищаемые от токов короткого замыкания** | | | | | |
| Проводники всех типов | Все помещения | 0,33 | 1,0 | 0,66 | 0,22 |
| **Сети, защищаемые от перегрузки** | | | | | |
| Открыто 1,0 проложенные изолированные провода с горючей оболочкой | Производственные невзрывоопасные помещения | 1,0 | | | |
| Все прочие помещения | 1,25 | 1,0 | 1,0 | 1,25 |
| Защищенные провода, кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией, провода в трубах | Производственные пожароопасные помещения | 1,0 | | | |
| Помещения: торговые, служебно-бытовые промышленных предприятий; общественные и жилые здания; взрывоопасные установки | 1,25 | 1,0 | 1,0 | 1,25 |
| Кабели с бумажной изоляцией | Помещения: торговые, служебно-бытовые промышленных предприятий; общественные и жилые здания; взрывоопасные установки | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 1,0 |

Защита в осветительных сетях должна действовать селективно, т.е. аппараты защиты не должны отключать питающую линию при повреждениях в групповых линиях. Это условие обычно соблюдается, когда токи аппаратов защиты высшей ступени не менее чем на 2 ступени больше токов аппаратов защиты низшей ступени.

Выбранные по вышеприведенным условиям уставки аппаратов защиты должны быть согласованы с длительно допустимым током проводника. При этом длительно допустимый ток проводника должен быть не менее уставки теплового или комбинированного расцепителя автоматического выключателя или не менее чем в 1,25 больше тока плавкой вставки предохранителя.

**Расчет и выбор аппаратов защиты осветительных сетей.** Все осветительные сети должны иметь защиту от токов КЗ, которые при отсутствии защиты могут нагревать провода и кабели до недопустимой температуры, что может вызвать пожары, взрывы, ожоги, поражения людей током и другие тяжелые последствия. Защита от перегрузок применяется в электрических сетях жилых и общественных зданий, служебно-бытовых, пожаро- и взрывоопасных помещений промышленных зданий. В остальных производственных помещениях защищать от перегрузок, согласно ПУЭ, необходимо сети, выполненные открыто проложенными незащищенными изолированными проводами с горючей изоляцией (типа АПР).

Защита осветительных сетей осуществляется аппаратами защиты: автоматическими выключателями или плавкими предохранителями, автоматически отключающими линии при аварийных режимах – коротких замыканиях и перегрузках.

Отключение цепи в автомате при прохождении по нему тока аварийного режима происходит при помощи расцепителя автоматического выключателя. Автоматические выключатели для осветительных сетей имеют следующие типы расцепителей: тепловой, электромагнитный мгновенного действия, комбинированный (тепловой и электромагнитный) нерегулируемый или регулируемый.

Автоматы с тепловыми и комбинированными расцепителями имеют обратно зависимую от тока характеристику, т.е. чем больше ток перегрузки, тем быстрее автомат отключает линию. Автоматы с мгновенно действующими (электромагнитными) расцепителями срабатывают только тогда, когда ток короткого замыкания достигнет определенного значения для данной уставки расцепителя (***3 - 10***・*I****ном***)

Для защиты групповых осветительных сетей используются только автоматические выключатели с тепловыми и комбинированными нерегулируемыми расцепителями.

На щитах подстанций для защиты питающих сетей используются автоматы с комбинированными регулируемыми расцепителями, а для сетей, защищаемых только от токов КЗ, выполненных защищенными проводами, кабелями, проводами в трубах в производственных помещениях, не опасных по пожару и взрыву, возможно применение и электромагнитных расцепителей.

Основой надежной защиты осветительных сетей является правильный выбор номинальных токов расцепителей автоматов и плавких элементов предохранителей, а также сечений проводов и кабелей. Чтобы аппараты защиты надежно защищали осветительные сети, номинальные токи расцепителей автоматов и токи плавких вставок предохранителей должны выбираться по возможности ближе к расчетным токам защищаемых линий, но, с другой стороны, аппараты защиты не должны отключать потребителей при кратковременных перегрузках, в частности при пусковых токах ламп ДРЛ, ДРИ и т.п.

В таблице 6.4 приведены численные значения кратности отношения тока плавких вставок *I****пл.вст*** предохранителей и уставок расцепителей автоматических выключателей *I****расц*** к расчетному току *I****расч*** для различных типов ламп, которые должны выдерживаться при выборе аппаратов защиты.

Аппараты защиты должны устанавливаться непосредственно в местах присоединения проводников к сети. Допускается в случаях необходимости принимать длину участка между питающей линией и аппаратом защиты до 6 м. Проводник на этом участке должен иметь сечение не менее сечения проводников после аппарата защиты. Незащищенные участки следует выполнять кабелями с негорючей оболочкой или проводами в стальных трубах.

Таблица 5.4

Выбор токов аппаратов защиты с учетом пусковых токов источников света

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Аппарат защиты | Отношение тока аппарата к расчетному рабочему току линии *****з*** *****расч***, не менее, для ламп | | |
| накаливания | ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ | люминесцентных |
| Плавкие предохранители | 1,0 | 1,2 | 1,0 |
| Автоматические выключатели с тепловыми расцепителями, с уставками |  |  |  |
| менее 50 А | 1,0 | 1,4 | 1,0 |
| 50 А и более | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Автоматические выключатели с комбинированными расцепителями: с уставками |  |  |  |
| менее 50 А | 1,4 | 1,4 | 1,0 |
| 50 А и более | 1,4 | 1,0 | 1,0 |

В производственных, административно-бытовых зданиях и помещениях автоматические выключатели одно- и трехполюсные комплектуются в осветительные щитки и распределительные пункты, которые устанавливаются в удобном для обслуживания месте.

Достоинство автоматических выключателей заключается в возможности их использования не только как защитных элементов, но и как коммутационных аппаратов для управления освещением.

Аппараты защиты необходимо устанавливать в следующих пунктах осветительных сетей: в местах присоединения сети к источникам питания (щиты подстанций, распределительные пункты, щиты станций управления, магистральные шинопроводы и т.п.); на вводах в зданиях при питании от отдельно стоящих подстанций; на групповых щитках в начале групповых линий; в местах уменьшения сечений проводов по направлению к электроприемникам; на стороне высшего и низшего напряжений понижающих трансформаторов. Если от группового щитка одной групповой линией питается не более трех понижающих трансформаторов, их защита со стороны высшего напряжения может выполняться общей, например, автоматом группового щитка.

Аппараты защиты необходимо устанавливать в цепях всех нормально не заземленных полюсов и фаз.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В каких электрических сетях применяется защита от перегрузок?

2. Какими аппаратами защиты осуществляется защита осветительных сетей?

3. Что является основной надёжной защиты осветительных сетей?

4. Где должны устанавливаться аппараты защиты?

5. В чем заключается достоинство автоматических выключателей?

6. В каких пунктах осветительных сетей необходимо устанавливать аппараты защиты?

**5.5. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Осветительные электрические сети выполняются в виде электропроводок, а также воздушных и кабельных линий. Опоры линии наружного освещения, на которых устанавливаются светильники, располагаются с шагом 30-50 м. **Электропроводками** называют сети постоянного и переменного тока до 1000 В, выполняемые внутри зданий и на наружных стенах, изолированными установочными проводами или небронированными силовыми кабелями с резиновой или пластмассовой изоляцией сечением фазных жил до 16 мм2. В понятие ≪электропроводки≫ входят детали и конструкции, с помощью которых выполняется крепление проводов или кабелей.

Изолированные провода могут не иметь поверх изоляции защитной оболочки (например, провода марок АПВ, ПВ, АПРТО и т. д.) или иметь ее (провода марок АПРФ, ПРФ, ПРФЛ, АПРВ, ПРРП и т. д.). Как и у кабелей, оболочка предохраняет изоляцию жил проводов от воздействия света, влаги, различных химических веществ и небольших механических воздействий.

Кроме указанных проводов, в осветительных сетях применяются также защищенные многожильные провода с медными и алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией, рассчитанной на 250 В, в поливинилхлоридной оболочке марки ПУНП и АПУНП.

В осветительных установках широко используются кабели марок ВВГ и АВВГ с медными и алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией жил, в поливинилхлоридной оболочке без защитного покрова (голый). На напряжение 660 В выпускаются кабели марки ВВГ с площадью сечения жилы 1,5-50 мм2 и АВВГ-2,5-50 мм2. При напряжении 1000 В кабели имеют более широкую номенклатуру сечений - до 240 мм2.

Кабель марки NYM, выпускаемый в Германии или по немецкой лицензии в других странах, аналогичен кабелю марки ВВГ. Однако кроме обычной поливинилхлоридной изоляции имеет промежуточный наполнитель из мелонаполненной резиновой смеси.

Из силовых кабелей с резиновой изоляцией в осветительных установках наибольшее распространение получили кабели с медными и алюминиевыми жилами марок ВРГ, АВРГ, имеющие оболочку из поливинилхлоридного пластиката без защитного покрова; НРГ и АНРГ - с резиновой (наиритовой) оболочкой без защитного покрова; СРГ и АСРГ - с оболочкой из свинца без защитного покрова.

Весьма перспективным представляется применение в электрических сетях напряжением до 1 кВ кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (марок ПвВГ, АПвВг и т. п.), которые имеют допустимую температуру нагрева жил 90 °С и, следовательно, большие длительно допустимые токовые нагрузки по сравнению с проводниками с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией.

Помимо проводов и кабелей в групповых осветительных сетях применяются осветительные шинопроводы серии ШОС. Их рекомендуется использовать в помещениях с нормальной средой, кроме особо сырых, при рядном и частом расположении светильников общего освещения, а также в тех случаях, когда нагрузка линии превышает 50% номинального тока шинопровода. Не следует предусматривать осветительные шинопроводы в складских помещениях.

Для осветительных сетей производственных зданий должны, как правило, применяться провода, кабели и шинопроводы с алюминиевыми жилами. Медные жилы обязательны только для сетей, прокладываемых:

* во взрывоопасных помещениях классов В-1, В-1а (по ПУЭ);
* в общественных, административных и бытовых зданиях для групповых сетей;
* в зрелищных предприятиях, клубных учреждениях и спортивных сооружениях;
* в помещениях с химически активной средой, разрушающе действующей на алюминий;
* для внешней зарядки светильников, подвешенных на крюках;
* для открытых электропроводок в чердачных помещениях;
* для присоединения к сети переносных светильников.

Электропроводки в зависимости от места прокладки и условий эксплуатации могут быть **внутренними и наружными**. Внутренние электропроводки прокладываются в закрытых зданиях и сооружениях и не подвергаются непосредственному воздействию окружающей среды. Наружные электропроводки прокладываются по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами. Эти проводки подвергаются воздействию атмосферных осадков и изменяющейся температуры наружного воздуха.

Осветительные электропроводки могут быть **открытыми и скрытыми**.

Открытая электропроводка имеет много конструктивных исполнений:

* непосредственно по строительным элементам зданий с креплением проводников скобами, полосками, монтажными лентами и т. п.;
* в трубах, гибких металлорукавах, коробах, на лотках, на изоляторах, на тросе (струне).

Скрытая электропроводка (внутри конструктивных элементов зданий и сооружений, под съемным потолком, полом и т. п.) выполняется в трубах, гибких металлорукавах, коробах, каналах и пустотах строительных конструкций, под штукатуркой и т. п.

**Не допускается** прокладывать изолированные провода без оболочки (например, марок ПВ, АПВ и т. п.) скрыто под штукатуркой, в бетоне, кирпичной кладке, в пустотах строительных элементов зданий и сооружений, а также открыто по поверхности стен и потолков, на лотках, тросах, струнах и других конструкциях. При таких способах монтажа электропроводок должны применяться кабели или изолированные провода с защитной оболочкой.

Выбор способов проводки, марок проводов и кабелей обычно производится с учетом многих факторов и местных условий, наиболее важным из которых являются: характер окружающей среды (температура, влажность, наличие и характер пыли, паров, газов, пожаро- и взрывоопасность помещений и др.), строительные особенности здания (высота помещений, наличие ферм, конструкция стен, перекрытий, полов, наличие и размещение подъемно-транспортных устройств), размещение светильников по помещению и высота их установки. Наибольшее распространение в производственных зданиях имеют открытые виды осветительных электропроводок. Скрытые проводки применяются в административно-бытовых корпусах. Скрытые электропроводки разделяются на сменяемые и несменяемые. К первому виду относятся проводки в стальных и винипластовых трубах, в которых прокладываются незащищенные изолированные провода.

Несменяемые скрытые проводки выполнятся плоскими проводами марки АППВС, прокладываемыми без труб под слоем штукатурки, в пустотах строительных конструкций зданий, в швах между плитами перекрытий, в полу под слоем цементного раствора. Скрытые несменяемые проводки обычно применяются для небольших административно-бытовых зданий и помещений.

Выбор трассы прокладки осветительных сетей производится с учетом строительных особенностей зданий и помещений. Изолированные провода на роликах и изоляторах разрешается прокладывать в помещениях без повышенной опасности на высоте не ниже 2 м, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – не ниже 2,5 м от пола. Это требование не распространяется на спуски к выключателям и штепсельным розеткам.

В производственных помещениях со стальными и железобетонными фермами, на которых устанавливают светильники, а ниже ферм расположены подкрановые пути для мостовых кранов, наиболее целесообразной является проводка вдоль пролетов цеха тросовым проводом марки АРТ, АВТ или кабелем марки АВВГ, АВРГ на тросу с размещением проводки несколько выше нижнего пояса ферм. Подъемы групповых линий от щитков вдоль колонн и ферм в этом случае выполняются кабелем по лоткам или при небольшом числе кабелей (два-три) по стальным перфорированным профилям.

Прокладку проводов в трубах следует ограничить, допуская ее лишь в тех случаях, когда беструбные проводки не могут быть применены (например, при прокладке на небольшой высоте, где возможны механические воздействия на проводку).

В зависимости от условий среды рекомендуются следующие марки проводов и кабелей:

* в сырых, особо сырых и с химически активной средой помещениях – провода марки АПВ, ПВ, кабели АВВГ, ВВГ, АВРГ, ВРГ;
* в жарких помещениях – провода с теплостойкой изоляцией марки РКГМ, ПАЛ. При применении проводов с нетеплостойкой изоляцией рекомендуются провода с резиновой изоляцией марки АПРТО, ПРТО; токовые нагрузки на провода с нетеплостойкой изоляцией должны быть снижены;
* в наружных установках – провода с резиновой или с поливинилхлоридной изоляцией для низких температур (АПВ-хл, ПВ-хл, ПГВ-хл), а также кабели марки АНРГ, НРГ, АВВГ, ВВГ, АВРГ, ВРГ с защитой от воздействия прямого солнечного света;
* в помещениях сухих, влажных, пыльных могут применяться любые марки проводов и кабелей.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие сетей называют электропроводками?

2. Какие провода могут не иметь поверх изоляции защитной оболочки или иметь её?

3. Какие марки кабелей широко используются в осветительных установках?

4. Какие кабели получили наибольшее распространение из силовых кабелей с резиновой изоляцией в осветительных установках?

5. В каких помещениях прокладка медных жил обязательно?

6. Какими могут быть электропроводки в зависимости от места прокладки и условия эксплуатации?

7. Какими могут быть осветительные электропроводки?

8. Какие конструктивное осветительное исполнения имеют открытое электропроводки?

9. Как обычно производится выбор способов провод и кабелей?

10. Какие марки проводов и кабелей рекомендуются в зависимости от условий среды?

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришшиш тантанали маросимга бағишланган Олий Мажлис парламентининг қўшма мажлисидаги нутқи. – Т: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016 – 56 б.

2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устиворлиги ва инсон манфатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлиги гарови. Ўзбекистон Республикаси Конситутцияси қабул қилинганлигининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимидаги маърза 2016 йил 7 йил декабрь . – Т: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016 – 48 б.

3. Правила устройства электроустановок. Узгосэнергонадзор 2015 г.

4. СНиП 2.01.05-98. Естественное и искусственное освещение. Т.: 1998.

5. Саидходжаев А.Г. «Электр ёритиш» ўқув қўлланма. ТошДТУ, Тошкент 2015 йил.

6. Саидходжаев А.Г., Таслимов А.Д., Каримов Р.Ч., “Электр ёритиш” фанидан лаборатория ишларигни бажаришга оид услубий қўлланма. ТошДТУ , Тошкент 2007 йил.

7. Кадиров Т.М., Алимов Х.А., Рафикова Г.Р. “Саноат корхоналари ва фукаро биноларининг электр тъминоти” Ўқув қўлланма. ТошДТУ – Т 2007 йил

8. Исмоилов М.И., Байзаков Т.М. Электр ёритиш ва нурлатиш фанидан дарслик. Тошкент: ТИМИ, 2007. -183 б.

9. В. Б. Атабеков, М. С. Живов «Ёритиш электр қурилмаларининг монтажи». Тошкент 2015 йил.

10. Кноринг Г.М. Осветительные установки.-Л. Энергоатомиздат 2001 г.

11. Кодряну Канстантин. “Электрические освещение”. К.: 2013.

12. Кноринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. Л.: Энергия, 1973.

13. О.П. Балашов, Н.А. Парфенова «Электрическое освещение». Учебное пособие-Л. 2012 г.

14. Епанешников Г.М. Электрическое освещение. Учебное пособие М. Энергия. 2003 г.

15. Козловская В.Б. Электрическое освещение. Минск: Технопермпектива, 2007.

16. Проектирование осветительных электроустановок промышленных предприятий. Внутреннее освещение. Нормы технологического проектирования. М.: Стройиздат, 1996 г.

17. [www.lex.uz](http://www.lex.uz). – Ўз.Рес. Қонун ҳужжатлари миллий базаси.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Приложения А**

Технические данные ламп

Таблица А.1

Технические данные ламп накаливания общего назначения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Напряжение, В | Номинальная  мощность, Вт | Световой поток, лм | Световая отдача,  лм/Вт |
| Б215-225-60 | 220 | 60 | 730 | 12,2 |
| БК215-225-60 | 800 | 13,3 |
| Б230-240-60 | 235 | 710 | 11,8 |
| БК230-240-60 | 790 | 13,1 |
| Б23 5-245-60 | 240 | 710 | 11,8 |
| Б215-225-75 | 220 | 75 | 960 | 12,8 |
| БК215-225-75 | 1030 | 13,7 |
| Б230-240-75 | 235 | 940 | 12,5 |
| Б215-225-100 | 220 | 100 | 1380 | 13,8 |
| БК215-225-100 | 1500 | 15,0 |
| Б220-230-100 | 225 | 1380 | 18,8 |
| БК220-230-100 | 1500 | 15,0 |
| Б230-240-100 | 235 | 1360 | 13,6 |
| К230-240-100 | 1485 | 14,9 |
| Б235-245-100 | 240 | 1360 | 13,6 |
| Б215-225-150 | 220 | 150 | 2220 | 14,8 |
| Г215-225-150 | 2090 | 13,9 |
| Г220-230-150 | 225 |
| Г230-240-150 | 235 | 2065 | 13,8 |
| Г23 5-245-150 | 240 | 2060 | 13,7 |
| Б235-245-150 | 2180 | 14,5 |
| Б215-225-200 | 220 | 200 | 3150 | 15,7 |
| Г215-225-200 | 2950 | 14,7 |
| Г220-230-200 | 225 | 2950 | 14,7 |
| Г230-240-200 | 235 | 2910 | 14,5 |
| Г230-240-200 | 3150 | 15,7 |
| Г215-225-300 | 220 | 300 | 4850 | 16,1 |
| Г220-230-300 | 225 |
| Г230-240-300 | 235 | 4800 | 16,0 |
| Г215-225-500 | 220 | 500 | 8400 | 16,8 |
| Г220-230-500 | 225 |
| Г230-240-500 | 235 | 8300 | 16,6 |
| Г245-235-750 | 220 | 750 | 1310 | 17,5 |
| Г220-230-750 | 235 |
| Г215-225-1000 | 220 | 1000 | 18800 | 18,8 |
| Г220-230-1000 | 225 |
| Г230-240-1000 | 235 | 18610 | 18,6 |

Таблица А.2

Технические данные люминесцентных ламп

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность, Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч | |
| средняя | минимальная |
| ЛБ18 | 18 | 1060 | 58,9 | 12000 | - |
| ЛД18 | 880 | 48,9 |
| ЛД20 | 30 | 1060 | 53 |
| ЛД20 | 880 | 44 |
| ЛБ30 | 30 | 2020 | 67,3 |
| ЛБ36 | 36 | 2800 | 77,8 |
| ЛД36 | 2300 | 63,9 |
| ЛД40-1 | 40 | 2600 | 65,00 | 15000 | 6000 |
| ЛДЦ40-1 | 2200 | 55,00 |
| ЛХБ40-1 | 3100 | 75,50 |
| ЛБ40-1 | 3200 | 80,00 |
| ЛТБ40-1 | 3150 | 78,75 |
| ЛД65 | 65 | 4000 | 61,54 | 13000 | 5200 |
| ЛДЦ65 | 3160 | 48,64 |
| ЛХБ65 | 4400 | 67,69 |
| ЛБ65-1 | 4800 | 73,85 | 15000 | 6000 |
| ЛТБ65 | 4650 | 71,54 | 13000 | 5200 |
| ЛД80 | 80 | 4300 | 53,75 | 12000 | 4800 |
| ЛДЦ80 | 3800 | 47,50 |
| ЛХБ80 | 5200 | 65,00 | 13000 | 5200 |
| ЛБ80-1 | 5400 | 67,50 | 12000 | 4800 |
| ЛТБ80 | 5200 | 65,00 |
| OSL15W/25 | 15 | 720 | 48 | 15000 | - |
| OSL18W/10 | 18 | 1050 | 58,3 |
| OSL18W/25 | 1100 | 61,1 |
| OSL18W/20 | 1150 | 63,9 |
| OSL18W/30 | 1150 | 63,9 |
| OSL30W/25 | 30 | 1800 | 60 |
| OSL36W/10 | 36 | 2500 | 69,4 |
| OSL36W/25 | 2600 | 72,2 |
| OSL36W/20 | 2850 | 79,2 |
| OSL36W/30 | 2850 | 79,2 |
| OSL58W/10 | 58 | 4000 | 69 |
| OSL58W/25 | 4100 | 70,7 |
| OSL58W/20 | 4600 | 79,3 |
| OSL58W/30 | 4600 | 79,3 |

Таблица А.3

Технические данные энергоэкономичных люминесцентных ламп

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощности,  Вт | Световой поток,  лм | Сетовая отдача,  лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| ЛБ18-1 | 18 | 1250 | 69,4 | 15000 |
| ЛДЦ18 | 18 | 850 | 47,2 | 15000 |
| ЛЕЦ188 | 18 | 850 | 47,2 | 13000 |
| ЛБ36 | 36 | 3050 | 84,7 | 15000 |
| ЛДЦ36 | 36 | 2200 | 61 | 15000 |
| ЛЕЦ36 | 36 | 2150 | 59,7 | 13000 |
| ЛБ58 | 58 | 4800 | 82,8 | 15000 |
| ЛЕЦ58 | 58 | 3330 | 57,4 | 15000 |

Таблица А.4

Технические данные люминесцентных ламп типа Т5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальная мощности,  Вт | Световой поток,  лм | Сетовая отдача,  лм/Вт | Номинальная мощности,  Вт | Световой поток,  лм | Сетовая отдача,  лм/Вт |
| 14 | 1300 | 92,9 | 24 | 2000 | 83,3 |
| 21 | 2000 | 95,2 | 39 | 3400 | 87,2 |
| 28 | 2800 | 100 | 54 | 5000 | 92,6 |
| 35 | 3600 | 102,9 | 80 | 7000 | 87,5 |

Таблица А.5

Технические характеристики галогенных ламп накаливания

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность,  Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| КГ220-1000-5 | 1000 | 22000 | 22 | 2000 |
| КГ220-1500 | 1500 | 33000 | 22 | 2000 |
| КГ220-2000-4 | 2000 | 44000 | 22 | 2000 |
| КГ220-5000-1 | 5000 | 110000 | 22 | 2000 |
| КГ220-10000-1 | 10000 | 220000 | 22 | 2000 |
| КГ220-20000-1 | 2000 | 440000 | 22 | 2000 |
| OS 64690 | 100 | 1650 | 16,5 | 2000 |
| OS 64695 | 150 | 2600 | 17,3 | 2000 |
| OS 64698 | 200 | 3200 | 16 | 2000 |
| OS 64701 | 300 | 5000 | 16,7 | 2000 |
| OS 64702 | 500 | 9500 | 19 | 2000 |
| OS 64740 | 1000 | 22000 | 22 | 2000 |
| OS 64760 | 1500 | 33000 | 22 | 2000 |
| OS 64784 | 2000 | 44000 | 22 | 2000 |

Таблица А.6

Технические данные ртутных ламп высокого давления общего назначения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность,  Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| ДРЛ50(15) | 50 | 1900 | 38 | 12 |
| ДРЛ80(15) | 80 | 3600 | 45 |
| ДРЛ125(15) |  | 6300 | 50,4 |
| ДРЛ250(6)-4 | 250 | 13000 | 52 | 12 |
| ДРЛ250(10)-4 | 13500 | 54 |
| ДРЛ250(14)-4 | 13500 | 54 |
| ДРЛ400(6)-4 | 400 | 23500 | 58,8 | 15 |
| ДРЛ400(10)-4 | 24000 | 60 |
| ДРЛ400(12)-4 | 24000 | 60 |
| ДРЛ700(6)-3 | 700 | 40600 | 58 | 20 |
| ДРЛ700(10)-3 | 41000 | 58,6 |
| ДРЛ700(12)-3 | 41000 | 58,6 |
| ДРЛ1000(6)-3 | 1000 | 58000 | 58 | 18 |
| ДРЛ1000(10)-3 | 59000 | 59 |
| ДРЛ2000(12)-3 | 2000 | 59000 | 59 |
| OS HQL 80 | 80 | 3800 | 47,5 | 12 |
| OS HQL 125 | 125 | 6300 | 50,4 |
| OS HQL 250 | 250 | 13000 | 52 | 15 |
| OS HQL 400 | 400 | 22000 | 55 |

Таблица А.7

Технические характеристики металлогалогенных ламп типа ДРИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность,  Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| ДРИ125 | 125 | 8300 | 66,4 | 3000 |
| ДРИ175 | 175 | 12000 | 68,6 | 4000 |
| ДРИ250-5 | 250 | 19000 | 76 | 10000 |
| ДРИ250-6 | 250 | 17000 | 68 | 3000 |
| ДРИ400-5 | 400 | 35000 | 87,5 | 10000 |
| ДРИ400-6 | 400 | 32000 | 80 | 3000 |
| ДРИ700-5 | 700 | 60000 | 85,7 | 9000 |
| ДРИ700-6 | 700 | 56000 | 80 | 3000 |
| ДРИ1000-5 | 1000 | 90000 | 90 | 9000 |
| ДРИ1000-6 | 1000 | 85000 | 85 | 3000 |
| ДРИ2000-6 | 2000 | 190000 | 95 | 2000 |
| ДРИ3500-6 | 3500 | 350000 | 100 | 1500 |

Таблица А.8

Технические характеристики ламп типа ДНаТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность,  Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| ДНаТ-50 | 50 | 3500 |  | 6000 |
| ДНаТ-70 | 70 | 5800 | 80 |
| ДНаТ-100 | 100 | 9500 | 95 |
| ДНаТ-150 | 150 | 14500 | 100 |
| ДНаТ-250 | 250 | 25000 | 100 | 10000 |
| ДНаТ-400-1 | 400 | 47000 | 125 | 15000 |
| ДНаТ-700 | 700 | 84000 | 120 |
| ДНаТ-1000 | 1000 | 125000 | 125 |
| OSNAV-T 50 | 50 | 4400 | 88 | 25000 |
| OSNAV-T 70 | 70 | 6500 | 92,9 |
| OSNAV-T 150 | 150 | 17500 | 116,7 |
| OSNAV-T 250 | 250 | 33000 | 132 |
| OSNAV-T 400 | 400 | 55500 | 138,7 |

Таблица А.9

Технические данные ксеноновых трубчатых ламп

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лампы | Номинальная мощность,  Вт | Световой поток, лм | Световая отдача, лм/Вт | Продолжительность горения, ч |
| ДКсТ2000 | 2000 | 36000 | 18 | 300 |
| ДКсТ5000 | 5000 | 98000 | 19,6 | 300 |
| ДКсТ10000 | 10000 | 250000 | 25 | 800 |
| ДКсТ20000 | 20000 | 69400 | 34,7 | 800 |
| ДКсТ50000 | 50000 | 2230000 | 44,6 | 500 |
| ДКсТВ3000 | 3000 | 81000 | 27 | 100 |
| ДКсТВ5000 | 5000 | 139000 | 27,8 | 100 |
| ДКсТВ6000 | 6000 | 211000 | 35,2 | 300 |
| ДКсТВ8000 | 8000 | 232000 | 29 | 800 |
| ДКсТВ15000 | 15000 | 592000 | 39,5 | 200 |
| ДКсТВ50000 | 50000 | 2088000 | 41,8 | 200 |

**Приложения Б**

Технические данные светильников

Таблица Б.1

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами накаливания

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типы светильников | Мощность лампы накаливания | Класс светорас-пределение | Тип КСС | КПД % | Степень защиты |
| НПП03 | 60, 100 | Р, П | М, Д | 75 | IР54,IР64 |
| НПП05-100-001 | 100 | П | М | 75 | IР55 |
| НСП02-100 | Р | 70 | IР51 |
| НСП11 | 100, 200 | П | Д | 65 | IР62 |
| НСП11 | 100, 200, 500 | Р | М | 77 | IР52 |
| НСП17 | 200,500 | П | Л, Г, К | 80 | IР20, 5’0 |
| НСП17 | 1000 |
| НСП19 | 500,1000 | Кососвет | 77 | IР20 |
| НСП20 | 500, 1000 | Д, Г | 77,67 | IР23, IР54 |
| НСП21 | 100, 200 | Д, Г | 82,65 | 5’3 |
| НСП21 | Кососвет | 80 | 5’0 |
| НСП22-500 | 500 | Н | К | 70,65 | IР60, 5’0 |
| НСР01 | 100, 200 | Р | М | 80 | IР20 |
| ИСП01 | КГ220-1000-5  КГ220-2000-5 | П | к | 55 |
| ИСП02-1000 | КГ220-1000-5 | П | к | 55 | IР54 |
| ИСП04-1000 | КГ220-1000-5 | П | к | 55 | IР54 |

Таблица Б.2

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДНаТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип лампы | Тип КСС | КПД, % | Степень защиты |
| ЖПП01-70(100) | ДНаТ70,ДНаТ100 | Д | 60 | IP54 |
| ЖПП02-250(400) | ДНаТ250,ДНаТ400 | Г/Л | 60,70 | IP23, IP54 |
| ЖВП03/04-70(100) | ДНаТ70,ДНаТ100 | Д | Д | IP65 |
| ЖСП01-400 | ДНаТ400-4 | К, Г | 73 | IP23,IP53 |
| ЖСП02-70-113 | ДНаТ70 | Специальная | 80 | IP54 |
| ЖСП02-250-121 | ДНаТ250 | Д | 72 | 5'0 |
| ЖСП04-250(400) | ДНаТ250,ДНаТ400 | К, Г, Д | 60,65 | IP23, IP54 |
| ЖСП05-150 | ДНаТ150 | М | 70 | IP54 |
| ЖСП07-150 | К, Г | 70-60 | IP23, IP54 |
| ЖСП09-1000 | ДНаТ1000 | Г | 70,60 | IP23,IP54 |
| ЖСП12-250(400) | ДНаТ250,ДНаТ400 | Д | 70 | IP54 |
| ЖСП17-250 | ДНаТ250 | Г | 65 | IP54 |
| ЖСП19-1000 | ДНаТ1000 | Г | 60,70 | IP23, IP54 |
| Все светильники имеют класс светораспределения типа П (прямого света) | | | | |

Таблица Б.3

Технические данные светильников для производственных и общественных помещений с люминесцентными лампами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип лампы | Класс светораспределения | Тип КСС | КПД, % | Степень защиты | Габаритные размеры, мм |
| ЛВП04-4х65 | ЛБ65 | П | Д | 51 | IP54 | 1630 х 545 х 405 |
| ЛВП05-4х65 | 55, 60 | IP20 |
| ЛВП06-5х65 | 52, 46 | IP54 | 1630 х 545 х 440 |
| ЛСП01-2х36 | ЛБ36 | Н | М, Д | 75; 60 | IP64 | 1400 х 260 х 210 |
| ЛСП01-2х40 | ЛБ40 | П | М, Д | 82; 60 | 5'0 | 1400 х 260 х 210 |
| ЛСП01-2х58 | ЛБ58 | Н | М, Д | 75; 60 | IP64 | 1700 х 260 х 210 |
| ЛСП01-2х65 | ЛБ65 | П | М, Д | 82; 60 | 5'0 | 1700x260x 210 |
| ЛСП02-2х40 | ЛБ40 | Н, П | Д | 75,70 | IP20 | 1234 х 280 х 159 |
| ЛСП02-2х65 | ЛБ65 | Н, П | 75,70 | 1534 х 280 х 159 |
| ЛСП10-36(2х36) | ЛБ36 | - | Д | 84 | IP65 | 1248 х 124 х 170 |
| ЛСП10-58(2х58) | ЛБ58 | 1548 х 124 х 170 |
| ЛСП12-2х40 | ЛБ40(36) | IP66 | 1270 х 124 х 132 |
| ЛСП/ЛПП12-2х20 | ЛБ20(18) | 64 | IP54 | 686х186х160/127 |
| ЛСП/ЛПП12-2х40 | ЛБ40(36) | IP54,IP65 | 986х186х160/127 |
| ЛСП13-2x40(2x65) | ЛБ40,ЛБ65 | П | Л, Г | 75, 70 | IP20 | 1246(1546)х480х154 |
| ЛСП13-2x40(2х65) | ЛБ40 ЛБ65 | Специальная | 1046(1546)х480х150 |
| ЛСП18-40 (2х40) | ЛБР40 | Н | 88,85 | 5'4 | 1330 х 65 х 165 |
| ЛСП18-65 (2х65) | ЛБР65 | 1610х65х165 |
| ЛСП18-18(36,58) | ЛБ18,ЛБ36,  ЛБ58 | М | 75 | IP65 | 750(1330)х75х1801630 х 75 х 180 |
| ЛСП18-18(2х18) | ЛБ18 | П | Д | 70 | 5'4 | 720х152(270)х204 |
| ЛСП18-36(2х36) | ЛБ36 | 1330х152(270)х204 |
| ЛСП18-58(2х58) | ЛБ58 | 1630х152(270)х204 |
| ЛСП18-2х18(2х36) | ЛБ18,ЛБ36 | Р | Специальная | 70 | IP65 | 710(1320)х240х126 |
| ЛСП18-2х58 | ЛБ58 | 1620 х 240 х 126 |
| ЛСП22-2х65 | ЛБР65,ЛБ65 | Н, П | Д | 85,70 | 5'0,5'3 | 1625x280x215 |
| ЛПП04-2х40(36) | ЛБ40(36) | П | 60 | IP54 | 1290 х 190 х 140 |
| ЛПП07-18(2х18) | ЛБ18 | IP65 | 660х100(160)х100 |
| ЛПП07-36(2х36) | ЛБ36 | 1270х100(160)х100 |
| ЛПП07-58(2х58) | ЛБ58 | 1570х100(160)х100 |
| ЛПП12-18(2х18) | ЛБ18 | - | 75 | 790х78(170)х125 |
| ЛПП12-36(2х36) | ЛБ36 | 75 | 1396х78(170)х125 |
| ЛПП12-58(2х58) | ЛБ58 | 75 | 1660х78(170)х125 |
| ЛПП12-2х40 | ЛБ40(36) | 84 | IP66 | 1270х124х180 |
| ЛПП20-18(2х18) | ЛБ18 | 75 |  | 680х103(175)х114 |
| ЛПП20-36(2х36) | ЛБ36 |  | 1235х103(175)х114 |
| ЛПП20-58(2х58) | ЛБ58 | - | Д | 75 | IP54 | 1585х103(175)х114 |
| ЛПБ01-2х11 | КЛЛ11 | П | 65 | IP20 | 305х105х85 |
| ЛПП05-2х11 | КЛЛ11 | 60 | 410х158х100 |
| ЛПП06 | ЛБ18 | - | 410х158х100 |
| ЛББ07 | КЛЛ11 | 50 | 300х80х90 |
| ЛПО06-20(2х20) | ЛБ20 | 70 | 650х60(180)х115 |
| ЛПО06-40(2х40) | ЛБ40 | 1250х60(180)х115 |
| ЛПО06-2х65(2х80) | ЛБ65,ЛБ80 | 1550х180х80(150) |
| ЛПО06-4х20(4х40) | ЛБ20,ЛБ40 | 650(1250)х350х90 |
| ЛПО02-2х20(4х20) | ЛБ20 | Г, Д | 50 | 650х220(420)x100 |
| ЛПОП-2х18(4х18) | ЛБ18 | - | Г | 70 | 650х340(650)х94 |
| ЛПО11-36(2х36) | ЛБ36 | 1255х170(340)х94 |
| ЛПО12-2х18(20) | ЛБ18(20) | Д | 75 | 645х165х91 |
| ЛПО12-2х40(36) | ЛБ40(36) | 1250х165х91 |
| ЛПО12-2х58 | ЛБ58(65) | 1555х165х91 |
| ЛСО12-58 | ЛБ58 | 70 | 1538х127х120 |
| ЛСО20-36(2х36) | ЛБ36 | М | 1265х90х120 |
| ЛСО20-58(2х58) | ЛБ58 | 1565(3130)х90х120 |
| ЛБО12-18 | ЛБ18 | Д | 694х520 х300 |
| ПВЛМ-2х40-01 | ЛБР40 | П | 85 | 5'0 | 1325х148х160 |

Таблица Б.4

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРЛ

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДНаТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип лампы | Тип КСС | КПД, % | Степень защиты |
| РПП01-50(80,125) | ДРЛ50,ДРЛ80, ДРЛ125 | Д | 65,60,60 | IP54 |
| РСП02-80(125) | ДРЛ80,ДРЛ125 | М | 80 |
| РСП04-250(400) | ДРЛ250, ДРЛ400 | Д,Г | 60 | IP54 |
| РСП04-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Д,Г | 65,60 | IP23 |
| РСП05-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Д | 70 | IP20 |
| РСП05-700(1000) | ДРЛ700,ДРЛ1000 | Д | 70 | IP20 |
| РСП07-175 | ДРЛ175 | К | 60 | IP54 |
| РСП07-250 | ДРЛ250 | Г,Д | 60,70 | IP54,IP23 |
| РСП08-250 Д | Д | 75 | IP20 |
| РСП08-250Г | Г | 80 | 5'3 |
| РСП08-250Л | Л | 80 | IP20, 5'0, IP60 |
| РСП08-700 | ДРЛ700 | Г,Д | 65,60 | IP23,IP54 |
| РСП10-1000 | ДРЛ1000 | Г | 70,60 | IP23,IP52 |
| РСП11-400 | ДРЛ400 | М | 72 | IP52 |
| РСП13-700 | ДРЛ700 | Д,Г,К | 71,76,76 | 5'4 |
| РСП13-1000 | ДРЛ1000 | Д,Г,К | 71,76,76 |
| РСП14-2х700 | ДРЛ700 | Д,Г | 60,70 | IP60, 5'0 |
| РСП16-400 | ДРЛ400 | Д,Г | 62 | IP54 |
| РСП17-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Г | 70 | IP54 |
| РСП18-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Д,Г,К | 70,75,75 | IP20 |
| РСП18-700(1000) | ДРЛ700,ДРЛ1000 | Д,Г,К | 70,75,75 |
| РСП19-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Кососвет | 77 |
| РСП20-250(400) | ДРЛ250,ДРЛ400 | Д,Г | 72,62 | IP23,IP54 |
| РСП20-700 | ДРЛ700 | Д,Г | 65,70 | IP23 |
| PCП21-125(80) | ДРЛ125(ДРЛ80) | Д | 60,65,65 | IP53, 5'3,5'0 |
| РСП21-125(80) | Специальная | 65 | IP20,5'0 |
| РСП25-80 | ДРЛ80 | Д | 60 | IP54 |
| РСП25-125(250) | ДРЛ125,ДРЛ250 | Специальная | 80 |
| РСП26-125 | ДРЛ125 | Д | 70 | 5'1 |
| Все светильники имеют класс светораспределения типа П (прямого света) | | | | |

Таблица Б.5

Технические данные светильников для производственных помещений с лампами типа ДРИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип лампы | Тип КСС | КПД, % | Степень защиты | Коэффициент мощности |
| ГПП01-125 | ДРИ125 | Д | 60 | IP54 | 0,50 |
| ГСП04 | ДРИ250,ДРИ400 | К, Г, Д | 60,65,60 | IP23, IP54 | 0,45-0,85 |
| ГСП05-175 | ДРИ175 | М | 70 | IP54 | 0,85 |
| ГСП07-175 | К, Г | 70-60 | IP23, IP54 |
| ГСП09-700(1000) | ДРИ700, ДРИ1000 | Г | 70,60 | IP23,IP54 |
| ГСП15-400 | ДРИ400 | 75 | IP20, 5'0 | 0,32 |
| ГСП17-700 | ДРИ700 | Г, К | 70 | IP20, 5'0 | 0,32 |
| ГСП17-2000-014 | ДРИ2000 | Г | 0,53 |
| ГСП18-250(400) | ДРИ250,ДРИ400 | Д, Г | 75,70 | IP20, 5'0 |  |
| ГСП18-700(1000) | ДРИ700,ДРИ1000 | Д, Г | 75,70 | 0,32 |
| ГСП19-700(1000) | ДРИ700,ДРИ1000 | Г | 60-70 | IP23, IP54 | 0,85 |
| ГСП20-2000 | ДРИ2000 | К | 60-70 | IP23, IP54 |
| Все светильники имеют класс светораспределения типа П (прямого света) | | | | | |

Таблица Б.6

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с лампами накаливания лампами типа ДРИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип лампы | Тип КСС | КПД, % | Вид взрывозащиты |
| НСП18Ех | 60, 75, 100, 150, 200 | Д | 70 | lExdeII |
| НСП21Ех | 150, 200, 300 | Д | 50 | lExdeII |
| НСП23 | 200 | Д, Кососвет | 60,70 | 2ExdeII |
| В4А-60 | 60 | Д | 50 | 2ExdeII |
| ВЗГ-100 | 100 | 45 |
| ВЗГ/В4А-200МС | 200 | 45/75 |
| Н4Б-300МА | 300 | Г/М | 50/80 |

Таблица Б.7

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с лампами типа ДРЛ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Номинальная мощность лампы,  Вт | Тип КСС | КПД, % | Вид взрывозащиты |
| РСП11Ех | 125 | М | 70 | lExdeII |
| РСП18Ех | 80, 125 | М, Д | 70, 55 | lExdeII |
| РВП(РПП)14 2Ех | Л | 55 | 2ExdeII |
| РО17 2Ех | 250 | 115/125 | 60 |

Таблица Б.8

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с лампами типа ДРИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Номинальная мощность лампы,  Вт | Тип КСС | КПД, % | Вид взрывозащиты |
| ГСП11Ех | 250 | М | 70 | lExdeII |
| ГВП (ГПП)142Ех | Л | 55 | 2ExdeII |

Таблица Б.9

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с люминесцентными лампами типа ЛБ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Тип КСС | КПД, % | Вид взрывозащиты | Габаритные размеры,  мм |
| Н4Т4Л-1х65 | Д, М | 60,70 | 2ExiII4 | 1695 х 205 х 390 |
| Н4Т5Л-1х65 | Д, М | 60,70 | 2ExiII5 |
| П4Т5Л-2х65 | Д, М | 55,65 | 1695 х 310x405 |
| ЛСР-01-1 х40 | М | 70 | РВ1ВА | 1648 х 265 х 205 |
| Л11П05Ех-18(2х18) | Д | 70 | 1ExqdeII | 800 х 190 х 150 |
| ЛПП05Ех-36(2х36) | 1400 х 190 х 150 |
| ЛПП05Ех-58(2x58) | 1700 х 190 х 150 |
| ЛСП03Ех-65(80) | М | 72 | 2ExqdeII | 1695 х 113x390 |
| ЛСП03Ех-2х65(2х80) | 1695 х 230 х 405 |

Таблица Б.10

Технические данные светильников для взрывоопасных помещений с лампами типа ДНаТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | Номинальная мощность лампы,  Вт | Тип КСС | КПД, % | Вид взрывозащиты |
| ЖСП11Ех | 100, 150 | М, Д | 70,55 | lExdell |
| ЖСП18Ех | 70 |
| ЖСП21Ех | 100 | Д | 50 |
| ЖВП(ЖПП)142Ех | 100,150 | Л | 55 | 2ExdeII |
| ЖО172Ех | 150 | 120/120 | 60 |

**Приложения В**

Технические данные осветительных щитков

Таблица В.1

Технические данные групповых осветительных щитков  
типа ЯОУ-8501 – ЯОУ-8508

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип щитка | Тип пакетного выключателя на вводе | Автоматические выключатели на группах | | Степень защиты | Способ установки |
| тип | количество |
| ЯОУ-8501 | ПВЗ-60 | АЕ1031 | 6 | IP54 | открыто на стене |
| ЯОУ-8502 | ПВЗ-100 | АЕ1031 | 12 |
| ЯОУ-8503 | ПВЗ-100 | АЕ2044 | 6 |
| ЯОУ-8504 | ПВЗ-100 | АЕ2046 | 2 |
| ЯОУ-8505 | ПВЗ-60 | АЕ1031 | 6 | IP20 | в нише, 650300150 |
| ЯОУ-8506 | ПВЗ-100 | АЕ1031 | 12 |
| ЯОУ-8507 | - | АЕ1031 | 6 | в нише, 550300150 |
| ЯОУ-8508 | - | АЕ1031 | 12 |

**Примечания:**

1. Автоматический выключатель ***АЕ-1031*** – однополюсный с комбинированным расцепителем на номинальный ток ***6; 10; 16; 25 А***;

2. Автоматический выключатель ***АЕ-2044*** – однополюсный с комбинированным расцепителем на номинальный ток ***10, 12,5; 16; 20; 25 А,***

3. Автоматический выключатель ***АЕ-2046*** – трехполюсный с комбинированнымрасцепителем на номинальный ток ***10; 12,5; 16; 20; 25 А.***

4. ***ПВЗ -60*** – пакетный выключатель на номинальный ток ***60 А***.

Таблица В.2

Технические данные осветительных групповых щитков  
серии ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ типа ЯОУ-8501 – ЯОУ-8508

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип щитка | Тип пакетного выключателя на вводе | Автоматические выключатели на группах | | Степень защиты | Способ установки |
| тип | количество |
| ОП-3УХЛ4 | - | АЕ1000 | 3 | IP20 | открыто на стене |
| ОП-6УХЛ4 | - | АЕ1000 | 6 |
| ОП-9УХЛ4 | - | АЕ1000 | 9 |
| ОП-12УХЛ4 | - | АЕ1000 | 12 |
| ОЩ-6УХЛ4 | Зажимы | А63 | 6 | IP20 | открыто |
| ОЩ-12УХЛ4 | Зажимы | А63 | 12 |
| ОЩВ-12УХЛ4 | АЕ2046-10 | А3161 | 6 |
| ОЩВ-12АУХЛ4 | АЕ2056-10 | А3161 | 12 |
| УОЩВ-6АУХЛ4 | АЕ2046-10 | А3161 | 6 |  |  |
| УОЩВ-12АУХЛ4 | АЕ2056-10 | А3161 | 12 | IP20 | в нише |

Таблица В.3

Технические данные распределительных пунктов серии ПР8501

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер схемы | | Номинальное напряжение,  В | Число и типы автоматических выключателей на отходящих линиях | |
| с зажимами на вводе | с выключателем на вводе | номинальный  ток, А | Однополюсных ВА51-29 | трехполюсных ВА51-31 |
| 001 | 045 | 380/120 | 3 | 1 |
| 002 | 046 | 380/120 | 6 | - |
| 003 | 047 | 380/120 | 3 | 1 |
| 005 | 049 | 380/120 | 12 | - |
| 006 | 050 | 380/120 | 6 | 2 |
| 009 | 053 | 380/120 | 12 | 2 |
| 010 | 054 | 380/120 | 6 | 4 |
| 012 | 056 | 380/250 | 12 | - |
| 013 | 057 | 380/250 | 6 | 2 |
| 015 | 059 | 380/250 | 18 | - |
| 016 | 060 | 380/250 | 12 | 2 |
| 017 | 061 | 380/250 | 6 | 4 |
| 019 | 063 | 380/250 | 24 | - |
| 020 | 064 | 380/250 | 18 | 2 |
| 021 | 065 | 380/250 | 12 | 4 |
| 022 | 066 | 380/250 | 6 | 6 |
| 024 | 068 | 380/250 | 30 | - |
| 025 | 069 | 380/250 | 24 | 2 |
| 026 | 070 | 380/250 | 18 | 4 |
| 027 | 071 | 380/250 | 12 | 6 |
| 028 | 072 | 380/250 | 6 | 8 |

**Примечания:**

1. Номинальный ток комбинированных расцепителей автоматических выключателей ***ВА51-29: 10; 12,5; 16; 31,5; 40; 50; 63 А;*** автоматических выключателей ***ВА51-31: 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 А.***

2. Кратности тока отсечки 3, 7 и 10 номинального тока уставки.

3. Номинальный ток ввода 160 А, рабочий ток ввода для степени защиты IP21 - 128 А, для IP54 - 120 А.

4. Номинальный ток ввода 250 А, рабочий ток ввода для степени защиты IP21 - 200 А, для IP54 - 188 А.

5. Номинальный ток ввода 160 А с автоматическим выключателем ВА51-33.

6. Номинальный ток ввода 250 А с автоматическим выключателем ВА51-35.

**Приложения Г**

Коэффициент полезного действия помещения

Таблица Г.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа свети-льни-ков | pпот = 70 % pст = 50 % pпол = 30 % | | | | | | pпот = 70 % pст = 50 % pпол = 10 % | | | | | | pпот = 70 % pст = 30 % pпол = 10 % | | | | | | pпот = 70 % pст = 50 % pпол = 30 % | | | | | |
| Индекс помещения, | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,6 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| **М** | 35 | 60 | 61 | 73 | 83 | 95 | 34 | 47 | 56 | 66 | 75 | 86 | 26 | 36 | 46 | 56 | 67 | 80 | 32 | 45 | 55 | 67 | 74 | 84 |
| **Д1** | 36 | 50 | 58 | 72 | 81 | 90 | 36 | 47 | 56 | 53 | 73 | 79 | 28 | 40 | 49 | 59 | 68 | 74 | 36 | 48 | 57 | 66 | 76 | 85 |
| **Д2** | 44 | 52 | 68 | 84 | 93 | 103 | 42 | 51 | 64 | 76 | 84 | 92 | 33 | 43 | 66 | 74 | 80 | 76 | 42 | 51 | 65 | 71 | 90 | 85 |
| **Г1** | 49 | 60 | 75 | 90 | 101 | 106 | 48 | 57 | 71 | 82 | 89 | 94 | 42 | 52 | 69 | 78 | 73 | 76 | 45 | 56 | 65 | 78 | 76 | 84 |
| **Г2** | 58 | 68 | 82 | 96 | 102 | 109 | 55 | 64 | 78 | 86 | 92 | 96 | 48 | 60 | 73 | 84 | 90 | 94 | 55 | 66 | 80 | 92 | 98 | 103 |
| **Г3** | 64 | 74 | 85 | 95 | 100 | 105 | 62 | 70 | 79 | 79 | 86 | 93 | 57 | 66 | 76 | 84 | 83 | 91 | 63 | 72 | 83 | 91 | 96 | 100 |
| **Г4** | 70 | 77 | 84 | 90 | 94 | 99 | 65 | 71 | 78 | 83 | 86 | 87 | 62 | 69 | 76 | 81 | 84 | 85 | 68 | 73 | 81 | 87 | 91 | 94 |
| **К1** | 74 | 83 | 90 | 96 | 100 | 106 | 69 | 76 | 83 | 88 | 91 | 92 | 65 | 73 | 81 | 86 | 89 | 90 | 70 | 78 | 86 | 92 | 96 | 100 |
| **К2** | 75 | 84 | 95 | 104 | 108 | 115 | 71 | 78 | 87 | 95 | 97 | 100 | 67 | 75 | 84 | 93 | 97 | 100 | 72 | 80 | 91 | 99 | 103 | 108 |
| **М** | 31 | 43 | 53 | 63 | 72 | 80 | 23 | 36 | 45 | 56 | 65 | 75 | 17 | 29 | 38 | 46 | 58 | 67 | 16 | 28 | 38 | 45 | 55 | 65 |
| **Д1** | 34 | 47 | 54 | 63 | 70 | 77 | 27 | 40 | 48 | 55 | 65 | 73 | 27 | 35 | 42 | 52 | 61 | 68 | 21 | 33 | 40 | 49 | 58 | 66 |
| **Д2** | 40 | 48 | 61 | 74 | 82 | 84 | 33 | 42 | 52 | 69 | 75 | 86 | 28 | 36 | 48 | 63 | 75 | 81 | 25 | 33 | 47 | 61 | 70 | 78 |
| **Г1** | 44 | 53 | 69 | 77 | 83 | 80 | 41 | 48 | 64 | 76 | 80 | 88 | 35 | 45 | 60 | 68 | 73 | 77 | 34 | 44 | 56 | 71 | 68 | 74 |
| **Г2** | 53 | 63 | 76 | 85 | 90 | 95 | 48 | 58 | 72 | 83 | 86 | 96 | 43 | 54 | 68 | 79 | 85 | 90 | 43 | 53 | 66 | 77 | 82 | 86 |
| **Г3** | 61 | 68 | 78 | 84 | 88 | 91 | 57 | 65 | 75 | 83 | 86 | 90 | 53 | 62 | 73 | 80 | 84 | 86 | 53 | 61 | 71 | 78 | 82 | 85 |
| **Г4** | 65 | 71 | 78 | 81 | 84 | 85 | 62 | 68 | 74 | 81 | 83 | 85 | 61 | 66 | 72 | 78 | 81 | 83 | 59 | 65 | 71 | 78 | 85 | 81 |
| **К1** | 68 | 77 | 83 | 86 | 89 | 90 | 64 | 73 | 80 | 86 | 88 | 90 | 62 | 71 | 77 | 83 | 86 | 88 | 60 | 69 | 77 | 84 | 92 | 86 |
| **К2** | 71 | 78 | 87 | 93 | 98 | 99 | 68 | 74 | 84 | 92 | 93 | 93 | 68 | 72 | 80 | 89 | 93 | 97 | 65 | 71 | 79 | 88 | 91 | 95 |
|  | pпот = 50 % pст = 50 % pпол = 10 % | | | | | | pпот = 50 % pст = 30 % pпол = 10 % | | | | | | pпот = 30 % pст = 10 % pпол = 10 % | | | | | | pпот = 0 % pст = 0 % pпол = 0 % | | | | | |

**Приложения** **Д**

Длительное допустимый ток для проводов и кабелей

Таблица Д.1

Длительное допустимый ток ***Iд*** для проводов и кабелей на напряжение 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температура воздуха 250С и земли 150С

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа проводников | Провода с резиновой и пластмассовой изоляцией | | | | | | | Кабели и защищенные провода с резиновой и пластмассовой изоляцией | | | | | | Кабели с бумажной пропитанной изоляцией | | | | | | | | Голые провода |
| Характерная марка | АПР, АПРТО, АПРВ, АПВ. | | | | | | | АВРГ, АНРГ, АВГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВБГ, АПРФ. | | | АВВБ, АНРБ, АВРБ. | | | ААГ, АСГ, ААБГ, АСБГ. | | | | ААБ-АСБ. | | | | А |
| Способ прокладки | открыто | в стальных проводов равном | | | | | | в воздухе | | | в земле | | | в воздухе | | | | в земле | | | | открыто вне помещений/в помещений |
| Сечение ***мм2*** | ***Iд, А*** | ***Iд, А,*** при числе проводов, равном | | | | | | ***Iд, А***при числе жил (одножильных проводов), равном | | | | | | | | | | | | | |
| - | 2 | 3 | 4 | 5-6 | | 7-9 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | | 4 | 2 | 3 | | 4 |  |
| **2,5** | 24 | 20 | 19 | 19 | | 15 | 14 | 21 | 19 | 17 | 34 | 29 | 26 | 23 | | 22 | - | 35 | | 31 | - | - |
| **4** | 32 | 28 | 28 | 23 | | 22 | 21 | 29 | 27 | 24 | 42 | 38 | 35 | 31 | | 29 | 27 | 46 | | 42 | 38 | - |
| **6** | 39 | 36 | 32 | 30 | | 26 | 24 | 38 | 32 | 29 | 55 | 46 | 42 | 42 | | 35 | 35 | 60 | | 55 | 46 | - |
| **10** | 60 | 50 | 47 | 39 | | 38 | 35 | 55 | 42 | 38 | 80 | 70 | 63 | 55 | | 46 | 45 | 80 | | 75 | 65 | - |
| **16** | 75 | 60 | 60 | 55 | | 48 | 45 | 70 | 60 | 54 | 105 | 90 | 81 | 75 | | 60 | 60 | 110 | | 90 | 90 | 105/75 |
| **25** | 105 | 85 | 80 | 70 | | 65 | 60 | 90 | 75 | 68 | 135 | 115 | 104 | 100 | | 80 | 75 | 140 | | 125 | 115 | 135/105 |
| **35** | 130 | 100 | 95 | 85 | | 75 | 70 | 105 | 90 | 81 | 160 | 140 | 126 | 115 | | 95 | 95 | 175 | | 145 | 135 | 170/130 |
| **50** | 165 | 140 | 130 | 120 | | 105 | 95 | 135 | 110 | 100 | 205 | 175 | 158 | 140 | | 120 | 110 | 210 | | 180 | 165 | 215/165 |
| **70** | 210 | 175 | 165 | 140 | | 130 | 125 | 165 | 140 | 126 | 245 | 210 | 190 | 175 | | 155 | 140 | 250 | | 220 | 200 | 265/210 |
| **95** | 255 | 215 | 200 | 175 | | - | - | 200 | 170 | 153 | 295 | 255 | 230 | 210 | | 190 | 165 | 290 | | 260 | 240 | 320/255 |
| **120** | 295 | 245 | 220 | 200 | | - | - | 230 | 200 | 190 | 340 | 295 | 266 | 245 | | 220 | 200 | 335 | | 300 | 270 | 375/300 |
| **150** | 340 | 275 | 255 | - | | - | - | 270 | 235 | 212 | 390 | 335 | 302 | 290 | | 255 | 230 | 385 | | 335 | 305 | 440/355 |
| **185** | 390 | - | - | - | | - | - | 310 | 270 | 243 | 440 | 385 | 347 | - | | 290 | 260 | - | | 380 | 345 | 500/410 |

Таблица Д.2

Длительное допустимый ток ***Iд*** для проводов и кабелей на напряжение 1 кВ с медными жилами при окружающей температура воздуха 250С и земли 150С

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа проводников | Провода с резиновой и пластмассовой изоляцией | | | | | | | Кабели и защищенные провода с резиновой и пластмассовой изоляцией | | | | | | Кабели с бумажной пропитанной изоляцией | | | | | | | Голые провода |
| Характерная марка | ПР, ПРТО, ПВ | | | | | | | ВРГ, НРГ, ВВГ, ВРБГ, НРБГ, ВВБГ, ПРФ | | | ВВБ, НРБ, ВРБ | | | АС,Ю СГ, АБГ, СБГ | | | АБ, СБ | | | | М |
| Способ прокладки | открыто | в стальных проводов равном | | | | | | в воздухе | | | в земле | | | в воздухе | | | в земле | | | | открыто вне помещений/в помещений |
| Сечение ***мм2*** | ***Iд, А*** | ***Iд, А,*** при числе проводов, равном | | | | | | ***Iд, А***при числе жил (одножильных проводов), равном | | | | | | | | | | | | |
| - | 2 | 3 | 4 | 5-6 | | 7-9 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | | 4 |  |
| 1,5 | 23 | 19 | 17 | 16 | | 15 | 14 | 19 | 19 | 17 | 33 | 27 | 24 | - | - | - | - | | - | - | - |
| 2,5 | 30 | 27 | 25 | 25 | | 20 | 19 | 27 | 25 | 22 | 44 | 38 | 34 | 30 | 28 | - | 45 | | 40 | - | - |
| 4 | 41 | 38 | 35 | 30 | | 28 | 26 | 38 | 35 | 31 | 55 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 60 | | 55 | 50 | 50/25 |
| 6 | 50 | 46 | 42 | 40 | | 34 | 31 | 50 | 42 | 38 | 70 | 60 | 54 | 55 | 45 | 45 | 80 | | 70 | 60 | 70/35 |
| 10 | 80 | 70 | 60 | 50 | | 48 | 45 | 70 | 55 | 50 | 105 | 90 | 81 | 75 | 60 | 60 | 105 | | 95 | 85 | 95/60 |
| 16 | 100 | 85 | 80 | 75 | | 64 | 60 | 90 | 75 | 68 | 135 | 115 | 103 | 95 | 80 | 80 | 140 | | 120 | 115 | 130/100 |
| 25 | 140 | 115 | 100 | 90 | | 80 | 75 | 115 | 95 | 85 | 175 | 150 | 135 | 130 | 105 | 100 | 185 | | 160 | 150 | 180/135 |
| 35 | 170 | 135 | 125 | 115 | | 100 | 95 | 140 | 120 | 108 | 210 | 180 | 162 | 150 | 125 | 120 | 225 | | 190 | 175 | 220/170 |
| 50 | 215 | 185 | 70 | 150 | | 135 | 125 | 175 | 145 | 130 | 265 | 225 | 202 | 185 | 155 | 145 | 270 | | 235 | 215 | 270/215 |
| 70 | 270 | 225 | 210 | 185 | | 165 | 155 | 215 | 180 | 162 | 320 | 275 | 247 | 225 | 200 | 185 | 325 | | 285 | 265 | 340/270 |
| 95 | 330 | 275 | 255 | 225 | | - | - | 260 | 220 | 200 | 385 | 330 | 300 | 275 | 245 | 215 | 380 | | 340 | 310 | 415/335 |
| 120 | 385 | 315 | 290 | 260 | | - | - | 300 | 260 | 234 | 445 | 385 | 347 | 320 | 285 | 260 | 435 | | 390 | 350 | 485/395 |
| 150 | 440 | 360 | 330 | 300 | | - | - | 350 | 305 | 275 | 505 | 435 | 392 | 375 | 300 | 300 | 500 | | 435 | 395 | 570/465 |

**ГЛОССАРИЙ**

1. Мощностью лучистой энергии или лучистым потоком - количество энергии, излучаемой в единицу времени.

2. Световой поток *Ф*- это часть мощности лучистой энергии, воспринимаемая человеческим глазом как световое ощущение.

3 Телесный угол- это часть пространства, заключенная внутри конической поверхности.

4. Сила света - это пространственная плотность светового потока, численно равная отношению потока излучения к телесному углу, в котором он излучается.

5. Освещенность - это плотность светового потока по освещаемой поверхности, т.е. отношение светового потока к площади, на которую он распространяется.

6. Яркость - это отношение силы света светящейся поверхности в данном направлении к проекции излучающей поверхности на плоскость перпендикулярно этому направлению.

7. Объект различия- рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется различать в процессе работы.

8. Фон - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различия, на которой он рассматривается.

9. Видимость – оценка эффективности освещения, учитывающий условия освещения.

10. Ослепленность – вызываемое блескостью состояние зрения, связанное с ухудшением его нормальной работы.

11. Стробоскопический эффект- явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током

12. Цветопередача - влияние спектрального состава излучения искусственного источника света на воспринимаемый цвет освещаемых объектов при освещении их стандартным источником света.

13) Цветовая температура– температура черного тела, при которой оно испускает излучение с той же хроматичностью, что и рассматриваемое излучение.

14. Индекс цветопередачи – отношение воспроизведения цветов предметов при освещении их данным источником света к воспроизведению цветов этих же предметов, освещаемых источником света.

15. Естественное освещение*-* это освещение помещений солнечным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

16. Искусственное освещение – применяется в темное время суток и днем, когда это требуется по условиям технологии производства работ.

17. Система общего освещения – предназначена для освещения помещения и расположенных в помещении рабочих мест

18. Равномерное освещение – создает равномерную освещенность на площади всего помещения.

19. Общее локализованное освещение – устраивается в тех же случаях, когда не требуется нормируемая освещенность по всей площади, а достаточно создать ее в местах основного производства работ.

20. Система комбинированного освещения – применяется в помещениях, где выполняются тонкие и точные зрительные работы.

21. Рабочее освещение – создает требуемую освещенность при нормальном режиме осветительной установки.

22. Источником искусственного света – в общем виде, можно назвать устройство, предназначенное для превращения какого-либо вида энергии в видимое излучение.

23. Номинальное напряжение – напряжение, на которое рассчитана лампа или на которое она может включаться с предназначенной для этого специальной аппаратурой.

24. Световая отдача – это отношение светового поток к потребляемой мощности, характеризует энергетическую экономичность источника света.

25. Продолжительность горения ламп – является одной из важнейших эксплуатационных характеристик и определяет стоимость профилактики и ремонта осветительной установки.

26. Единичная номинальная мощность лампы – оказывает влияние на число устанавливаемых светильников, а для многоламповых светильников также и на их размеры.

27. Пускорегулирующий аппарат – это светотехническое изделие, с помощью которого обеспечивается питание газоразрядной лампы (ГЛ) от электрической сети, обеспечивающее необходимые режимы зажигания, разгорания и работы лампы, конструктивно оформленное в виде единичного аппарата либо нескольких отдельных блоков

28. Световой прибор – сочетание источника света и светотехнической арматуры называется.

29. Светильниками – Осветительные приборы, предназначенные для освещения относительно близких объектов.

30. Кривая распределения силы света – геометрическое место концов отрезков, изображающих разные по направлению, но равные по величине силу света.

31. Метод коэффициента использования – предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов

32. Аппараты защиты – аппараты предназначены для защиты электрической сети от токов коротких замыканий и перегрузки.

33. Электропомещениями – называются помещения или отгороженные (например, сетками) части помещения, в которых расположено электрооборудование, доступное только для квалифицированного обслуживающего персонала

34. *Сухими помещениями* – называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

35. Влажными помещениями –называются помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

36. Взрывоопасная смесь *–* смесь с воздухом горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих пыли или волокон с нижним концентрационным пределом воспламенения не более 65 г/м3 при переходе их во взвешенное состояние, которая при определенной концентрации способна взорваться при возникновении источника инициирования взрыва.

37. Питающая осветительная сеть *–* сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до вводного устройства, вводно-распределительного устройства, главного распределительного щита

38. Потеря напряжения *–* называется алгебраическая разность между напряжениями в начале и в конце элемента сети

39. Электропроводками *–* называют сети постоянного и переменного тока до 1000 В, выполняемые внутри зданий и на наружных стенах, изолированными установочными проводами.

40. Внутренние и наружные электропроводки *–*в зависимости от места прокладки и условий эксплуатации.