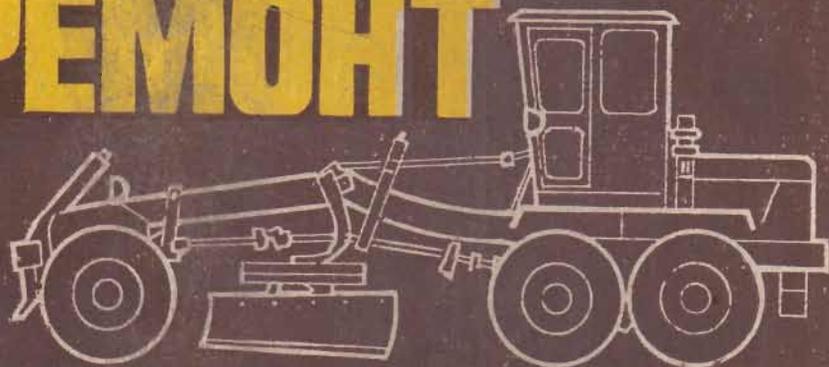


025.03  
1125

# АГРЕГАТНЫЙ РЕМОНТ

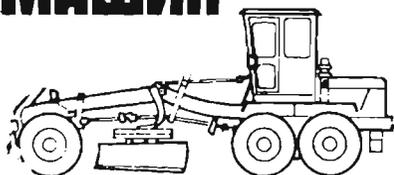


## ДОРОЖНЫХ МАШИН

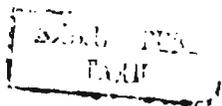
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
·ТРАНСПОРТ·

---

# АГРЕГАТНЫЙ РЕМОНТ ДОРОЖНЫХ МАШИН



МОСКВА  
"ТРАНСПОРТ" 1984



**Агрегатный ремонт дорожных машин/Н. А. Беспалов, Н. А. Биллякович, Г. Д. Романюк, Б. В. Шелюбский. — М.: Транспорт, 1984.— 176 с.**

В книге изложены теоретические основы, организация и технология агрегатного метода ремонта дорожных машин. Даны анализ различных схем агрегатного ремонта и практические рекомендации по их применению в дорожном строительстве. Приведены сведения о средствах технического обслуживания, ремонта и диагностирования, используемых при агрегатном методе ремонта. Освещены вопросы охраны труда.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых эксплуатацией и ремонтом дорожных машин.  
Ил. 34, табл. 59, библиогр. 42 назв.

Рецензент И. Н. Харитонов

Заведующий редакцией В. Г. Чванов

Редактор Л. П. Топольницкая

А  $\frac{3603020100-296}{049(01)-84}$  20.84

© Издательство «Транспорт», 1984

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с решениями ~~ХХХХХХХХХХ~~, большое внимание в нашей стране уделяется ускоренному развитию опорной сети магистральных автомобильных дорог, расширению строительства дорог в сельской местности, связывающих районные центры, центральные усадьбы колхозов и совхозов с автомобильными дорогами общего пользования. Майским (1982 г.) Пленумом ~~СХС~~, принявшим Продовольственную программу ~~С~~ на период до 1990 г., предусмотрено построить за десятилетие примерно 130 тыс. км автомобильных дорог общего пользования и 150 тыс. км внутрихозяйственных. Для выполнения этих задач требуется механизация всех технологических процессов, эффективное использование имеющейся и поступающей техники, своевременное восстановление ее работоспособности. Необходимо улучшить использование производственных мощностей и основных фондов, повысить коэффициент сменности работы машин и оборудования, создавать с учетом особенностей отдельных отраслей и производств и применять прогрессивные системы организации ремонта и модернизации техники.

Анализ использования дорожно-строительных машин по отдельным дорожным организациям выявил сверхнормативное пребывание техники в ремонте. Сокращение таких простоев позволяет без увеличения парка машин только за счет повышения их выработки выполнять значительные объемы работ.

В настоящее время только в подрядных строительных организациях используется 105,3 тыс. одноковшовых экскаваторов, 117,5 тыс. бульдозеров, 34,3 тыс. скреперов и др. Всего в строительстве занято более 156 тыс. одноковшовых экскаваторов, 161 тыс. бульдозеров, 43 тыс. скреперов и другой техники. Значительная часть этих машин широко применяется на дорожных работах. Практически установлено, что повышение выработки одноковшовых экскаваторов только на 1% равноценно дополнительной поставке более 500 экскаваторов с ковшом объемом 0,65 м<sup>3</sup>.

Неуклонное соблюдение правил технической эксплуатации и требований нормативных документов, обязательное применение системы плано-предупредительного ремонта, развитие и оснащение ремонтно-эксплуатационной базы, а также внедрение передового производственного опыта в ремонте дорожно-строительной техники являются путями, обеспечивающими сокращение простоев машин и, следовательно, повышение их выработки.

В «Рекомендациях по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» Госстроя СССР предусматривается, что текущий ремонт машин, как правило, необходимо производить агрегатным методом, при котором неисправные составные части заменяются новыми или заранее отремонтированными. В СНиП III-1-76 предусматривается применение агрегатного метода текущего ремонта на местах работы машин.

Капитальный ремонт сложных машин, а также их составных частей должен производиться как правило, так же агрегатным методом централизованно на ремонтных и ремонтно-механических заводах в соответствии с требованиями, изложенными в ремонтной документации, утвержденной заводом-изготовителем машины. Наличие на ремонтных предприятиях квалифицированных рабочих кадров, специального станочного оборудования, приспособлений, контрольно-измерительных и режущих инструментов, запасных частей, технической документации позволяет обеспечить высокое качество ремонта агрегатов машин.

Опыт строительных организаций Министерства транспортного строительства ~~СССР~~, Министерства энергетики и электрификации ~~СССР~~, Министерства промышленного строительства ~~СССР~~, Министерства сельского строительства ~~СССР~~ и других показал целесообразность применения агрегатного метода ремонта, внедрение которого значительного сокращает время пребывания техники в ремонте при более качественном его выполнении.

Эксплуатация машин в дорожных организациях имеет специфику, заключающуюся в производстве линейных работ на значительном расстоянии от постоянных баз, ремонтно-эксплуатационных предприятий, где есть необходимое оснащение для их ремонта. Это в определенной степени затрудняет в эксплуатационных условиях проведение технического обслуживания и ремонта. Вот почему целесообразно применение агрегатного метода ремонта дорожно-строительных машин, внедрение которого в данных условиях дает значительный технический и экономический эффект.

Современные дорожно-строительные машины состоят из базовых укрупненных и унифицированных агрегатов — составных частей, обладающих свойствами полной взаимозаменяемости, независимой сборки и самостоятельного выполнения определенной функции. Эти конструктивные особенности создают условия для внедрения агрегатного метода ремонта дорожно-строительных машин. Так, на базе одноосных автотягачей БелАЗ-531, МоАЗ-546П выпускаются самоходные скреперы, полуприцепные катки на пневматических шинах и другие машины. На базе гусеничных тракторов Т-130, Т-180, Т-330 и ДЭТ-250 создаются прицепные и навесные дорожные машины: бульдозеры, бульдозеры-рыхлители, бульдозеры-толкачи, прицепные скреперы; на базе колесных тракторов МТЗ-50, МТЗ-80, Т-150, Т-158, К-701 и К-702 выпускаются бульдозеры, прицепные и полуприцепные скреперы и другие дорожные машины, на базе строительных экскаваторов — различное сменное оборудование; на шасси автомобилей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131, МАЗ, КраЗ, КамАЗ, мон-

тируются автогудронаторы, автоцементовозы, автобитумовозы и другие машины.

Оснащение дорожных организаций различными машинами, имеющими сложное устройство с гидравлическим, пневматическим, пневмоэлектрическим управлением, концентрация одноименных дорожно-строительных машин в управлениях и базах механизации, наличие специализированных заводов по ремонту дорожно-строительной техники подтверждают целесообразность применения агрегатного метода ремонта.

В книге на основании анализа и обобщения передового опыта даются рекомендации по применению агрегатного метода ремонта с учетом специфики эксплуатации машин в дорожных организациях.

Книгу написали: Н. А. Беспалов — п. 7.1—7.5; Н. А. Билякович — п. 3.1—3.3, 3.5; Г. Д. Романюк — главы 1, 2, 6; Б. В. Шелюбский — предисловие, главы 4, 5, п. 7.6, 7.7; совместно Н. А. Билякович, Г. Д. Романюк и Б. В. Шелюбский — п. 3.4

Общая подготовка рукописи к изданию осуществлена инж. Б. В. Шелюбским и канд. техн. наук Г. Д. Романюком.

Авторы выражают благодарность заслуженному машиностроителю УССР И. Н. Харитонову, канд. техн. наук В. Г. Вердникову, инженерам Е. И. Завадскому и А. Д. Нирк за полезные рекомендации, которые учтены при подготовке книги к изданию.

## КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

### 1.1. ПОНЯТИЕ О КАЧЕСТВЕ И НАДЕЖНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Под *качеством машины* понимается совокупность всех ее свойств, обуславливающих пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Показатели качества дорожно-строительных машин и оборудования по классификации ВНИИстройдормаша подразделяются на следующие группы:

эксплуатационно-технические, характеризующие эффект от использования машины по назначению и области их применения;

надежности, характеризующие свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости;

технологические, характеризующие эффективность конструктивно-технологических решений, т. е. возможность их изготовления на данном уровне производства, а также технического обслуживания и ремонта;

эргономические, характеризующие систему «человек — машина — среда» и учитывающие комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических, психологических свойств человека;

эстетические, отражающие оригинальность, гармоничность, целостность и стилизацию;

стандартизации и унификации, отражающие степень стандартизации машин и уровень унификации их составных частей;

патентно-правовые, характеризующие степень защиты модели машин в СССР и за рубежом;

экономические, характеризующие затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию машины или оборудования.

Качество современных дорожно-строительных машин носит интегральный характер и представляется сложной совокупностью свойств в их тесном взаимодействии — таком, что изменение, вносимое только в одно из них, сказывается в различной степени на каждом из остальных и на всей совокупности в целом. Например, если повышать только скоростные характеристики базового трактора, на котором смонтирована дорожная машина, не заботясь одновременно о совершенствовании тяговых и тормозных характеристик, техническом обслуживании и ремонте, то можно получить машину менее надежную в эксплуатации. Следовательно, для того чтобы процесс изменения качества носил целенаправленный, управляемый характер, необходимо создание системы мероприятий, охватывающей все параметры и свойства разрабатываемого и выпускаемого изделия.

В 1971 г. Госстандартом  утверждены «Основные положения единой системы аттестации качества промышленной продукции (ЕСАКП)» по присвоению машиностроительной продукции заводского или государственного Знака качества. Аттестация на заводской Знак качества узлов и агрегатов машин является предварительным этапом аттестации продукции, дающей право на присвоение дорожным машинам государственного Знака качества. При этом результатом оценки качества является отнесение машины к одной из трех категорий качества: высшей, первой или второй.

Машины высшей категории качества должны соответствовать по технико-экономическим показателям лучшим отечественным и мировым образцам или превосходить их, должны быть конкурентоспособными на внешнем рынке, отвечать требованиям международных стандартов и удовлетворять потребности народного хозяйства страны. Машинам этой категории может быть присвоен в установленном порядке государственный Знак качества.

Машины первой категории качества по технико-экономическим показателям должны соответствовать современным требованиям стандартов и техническим условиям. Они получают право дальнейшего производства.

К машинам второй категории качества относятся такие, которые не полностью соответствуют современным технико-экономическим показателям, они считаются морально устаревшими и подлежат модернизации или снятию с производства.

Качество машин, прошедших текущий или капитальный ремонт на эксплуатационных базах или заводах капитального ремонта, может быть оценено также по совокупности свойств, определяющих ее пригодность для использования по назначению. Эта оценка производится сравнением показателей качества отремонтированной машины с соответствующими показателями новой машины того же наименования и модели.

Одним из современных способов повышения качества машины являются разработка и внедрение на ремонтных предприятиях систем управления качеством. Номенклатура показателей качества капитально отремонтированных машин и их составных частей должна способствовать решению задач:

оценке соответствия отремонтированной машины заданному уровню качества и технико-экономическим показателям;

определению стабильности качества отремонтированной машины;

определению уровня качества и отнесению отремонтированной машины к одной из групп качества;

проверке эффективности внесенных изменений, модернизаций в конструкцию ремонтируемой машины и технологию ее ремонта;

сравнению уровня качества машин, отремонтированных на различных ремонтных предприятиях;

накоплению статистической информации по группам показателей качества отремонтированных дорожно-строительных машин.

Показатели качества отремонтированных машин подразделяются на основные — характеризующие свойства машины, восстановленной в процессе ремонта, и дополнительные — характеризующие технико-экономические свойства машины и ремонтного предприятия.

Основные показатели качества капитального ремонта машины, ее узлов и агрегатов следующие: показатели назначения — номинальная мощность двигателя, л. с. (кВт), частота вращения выходного вала коробки передач, 1/мин, объемный к. п. д. узла или агрегата гидросистемы, (безразмерный); эргономические — температура воздуха в кабине, °С, относительная влажность воздуха в кабине, %, запыленность воздуха в кабине, мг/м<sup>3</sup>, уровень шума и вибраций в кабине, дБ; эстетические — показатели совершенства исполнения, внешний вид и качество окраски, баллы; экономические — средняя стоимость капитального ремонта, руб., удельная стоимость капитального ремонта, руб/ч. К основным показателям относят также показатели надежности, свойства которых рассмотрены в п. 2 и 3 настоящей главы.

В качестве дополнительных показателей используются:

коэффициент восстановления ресурса, определяемый отношением ресурсов отремонтированной  $R_p$  и новой  $R_n$  машины:

$$K_{вр} = R_p / R_n; \quad (1.1)$$

коэффициент использования прогрессивных  $N_{пс}$  и обычных  $N_0$  способов ремонта:

$$K_{ис} = N_{пс} / N_0; \quad (1.2)$$

коэффициент эффективности новой технологии, определяемый отношением стоимости (трудоемкости) внедряемого способа ремонта  $C_T$  к наработке машины  $R_p$  после внедрения нового способа ремонта:

$$K_{эп} = C_T / R_p; \quad (1.3)$$

коэффициент затрат средств на ремонт, определяемый отношением суммарных затрат на ремонт  $C_p$  и стоимости новой машины  $C_n$ :

$$K_{зр} = C_p / C_n; \quad (1.4)$$

коэффициент затрат на запасные части, определяемый по отношению стоимости покупных и отремонтированных запасных частей  $C_{зч}$  к стоимости новой машины:

$$K_{зч} = C_{зч} / C_n; \quad (1.5)$$

коэффициент обеспеченности производства технологической документацией на ремонт, определяемый отношением количества технологических процессов, на которые имеется документация  $N_{тд}$  к общему количеству технологических процессов  $N_0$ :

$$K_{тд} = N_{тд} / N_0; \quad (1.6)$$

коэффициент технической вооруженности, определяемый отношением стоимости технологического оборудования  $C_{то}$  к количеству рабочих, занятых в ремонтном производстве,  $P_p$ :

$$K_{тн} = C_{то} / P_p, \quad (1.7)$$

Уровень качества может быть оценен при помощи комплексных обобщенных показателей [3]:

для новой машины

$$K_{об} = Q / (C_n + C_s); \quad (1.8)$$

для капитально отремонтированной машины

$$K'_{об} = Q' / (C_p + C'_s), \quad (1.9)$$

где  $Q$  и  $Q'$  — объемы работ, выполненные новой и капитально отремонтированной машинами за срок службы;

$C_n$  и  $C_p$  — стоимость изготовления и соответственно ремонта машины;

$C_s$  и  $C'_s$  — стоимость эксплуатации новой и отремонтированной машины.

Уровень качества капитально отремонтированной машины по сравнению с качеством новой машины той же модели можно оценить коэффициентом

$$K_p = \frac{K'_{об}}{K_{об}} = \frac{Q' (C_n + C_s)}{Q (C_p + C'_s)} \leq 1. \quad (1.10)$$

Этот показатель может быть использован для оценки уровня ремонта как для полнокомплектной машины, так и для ее агрегатов и составных частей. По мере совершенствования организации и технологии ремонтного производства значение коэффициента  $K_p$  все более будет приближаться к единице.

При оценке технического состояния дорожно-строительных машин за определенное время ее эксплуатации используют показатели надежности [6]:

*надежность машины* — ее свойство выполнять заданные функции, сохраняя во время значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования. Эксплуатационная надежность реализует показатели, заложенные при конструировании и производстве машины, при минимальных затратах на эти цели. С надежностью тесно связаны понятия работоспособного состояния, отказа и предельного состояния машины;

*работоспособное состояние* — состояние машины, при котором она способна выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией;

*отказ* — событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины; признаки (критерии) отказов оговариваются в инструкциях по эксплуатации машины;

*предельное состояние* — состояние машины, определяемое невозможностью ее дальнейшей эксплуатации, либо обусловленным сни-

жением эффективности, либо требованиями безопасности. Характеризуется наступлением момента, когда требуется капитальный ремонт или списание машины.

Показателями надежности дорожных машин являются количественные характеристики, отражающие одно или несколько свойств заложенных при производстве или проявляющихся при эксплуатации машины в различные промежутки времени их использования. Показатели надежности изменяются в зависимости от режима использования и условий эксплуатации, а также от качества технического обслуживания и ремонта. Они бывают *единичные* — характеризующие отдельные свойства, например наработка на отказ, время простоя в ремонте, трудоемкость ремонта машины, а также *комплексные* — характеризующие одновременно совокупность нескольких свойств, например коэффициент технической готовности парка или коэффициент технического использования и др.

С позиции весомости показатели надежности различаются как основные и дополнительные, которые определяют и уточняют уровень производства при изготовлении или ремонте машин и уровень восстановления работоспособности агрегатов или машины в целом.

Назначенные показатели надежности включаются в стандарты, технические требования на разработку и технические условия на производство или ремонт машин и используются для анализа работоспособности машины в определенных условиях эксплуатации.

Основные свойства надежности дорожно-строительной машины рассматриваются как для ремонтируемого объекта, а численные значения определяются как статистические величины по правилам теории вероятностей. К основным свойствам надежности относятся безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость.

*Безотказность* — свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или наработки. Безотказность ремонтируемой машины характеризуется показателями: наработкой на отказ, средней наработкой между отказами, параметром потока отказов и вероятностью безотказной работы.

*Наработка на отказ* — отношение наработки к математическому ожиданию числа отказов машины в течение этой наработки. Под наработкой понимается продолжительность работы машины в часах или объем работы, выполненный машинами, за определенный период в физических единицах (линейных, квадратных или кубических метрах, тоннах и др.). Если принять периоды наработки машины до отказа  $t_1$  и  $t_2$ , то наработка на отказ

$$T_0 = \frac{t_2 - t_1}{m_{cp}(t_2) - m_{cp}(t_1)}, \quad (1.11)$$

где  $m_{cp}(t) = \sum_{i=1}^N \frac{m_i(t)}{N}$  — математическое ожидание числа отказов;

$m_i(t)$  — число отказов  $i$ -го вида машин до наработки  $t$ ;  
 $N$  — количество однотипных машин, находящихся под наблюдением.

*Параметр потока отказов* — плотность вероятностей возникновения отказов для рассматриваемого момента времени (среднее число отказов машины в единицу времени)

$$\omega(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t)}{N \Delta t}, \quad (1.12)$$

где  $\Delta t$  — длительность интервала наработки, ч.

Как видно из формул (1.12), число машин  $N$  за время  $t$  остается неизменным, хотя имеются отказы. Следовательно, после отказа машины ремонтировались и продолжали работать. При этом время наработки между отказами распределяется по нормальному или другому закону распределения. При экспоненциальном законе распределения времени наработки между внезапными отказами для неремонтируемых изделий параметр потока отказов носит название интенсивности отказов и его значение постоянно

$$\omega(t) = \lambda = 1/T_0 = \text{const.} \quad (1.13)$$

*Вероятность безотказной работы* — вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ машины не возникнет (определяется как функция распределения):

$$P(t) = 1 - F(t), \quad (1.14)$$

где  $F(t)$  — теоретическая функция распределения или вероятность отказа машины за определенное время.

*Теоретическая функция распределения вероятности отказа* определяется по квантилю нормального распределения. Если условно перенести начало отсчета времени на оси абсцисс в точку  $t_{cp}$  и отсчет времени проводить в долях среднего квадратического отклонения  $\sigma_t$ , то функция распределения вероятностей отказа

$$F(t) = F_0\left(\frac{t - t_{cp}}{\sigma_t}\right), \quad (1.15)$$

где  $\frac{t - t_{cp}}{\sigma_t} = U_p$  — квантиль нормального распределения;  
 $F_0(U_p)$  — табличная функция [4, 22, 23].

Заложенная при проектировании и изготовлении надежность машины и ее элементов поддерживается службой технической эксплуатации в определенных пределах. Так, если начальная вероятность безотказной работы элемента машины имеет значение  $P_i$  (рис. 1.1), то изменение функции  $P_i(t)$  или «кривой убыли» может быть различным. Элемент должен быть изготовлен так, чтобы иметь вероятность безотказной работы не менее  $[P_i]$  при заданной наработке (ресурсе)  $[t_p]$ . Пока  $P_i \geq [P_i]$ , элемент машины надежен, при

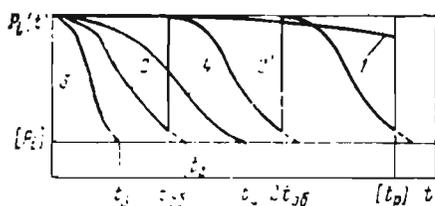


Рис. 1.1. Вероятность безотказной работы элементов машины (кривые убывли):

1 — высокой надежности; 2 — ограниченной надежности; 3 и 4 — критической надежности элементов

этом его наработка больше заданной  $t_i > [t_p]$  (см. кривую 1 на рис. 1.1), что соответствует условию повышенной надежности.

За время эксплуатации машина проходит плановые обслуживания и ремонты, часто с заменой элементов после наработки  $t_{об}$ ,  $2t_{об}$ ,  $3t_{об}$ ... При этом машина может иметь или не иметь отказы. Так, если  $t_2 > t_{об}$  (кривая 2), в связи с плановым обслуживанием отказа не будет, а ресурс элементов будет восстановлен и

элементы будут безотказно работать до следующего обслуживания или ремонта (кривая 2'). Но это показывает, что ресурс элемента мал и элемент имеет ограниченную надежность.

Наконец, кривая убывли может изменяться так, что возникнет отказ, когда  $t_3 < t_{об}$  или  $t_4 < 2t_{об}$  (кривые 3 и 4). В этом случае элементы машины имеют критическую надежность, и необходима их модернизация.

Наработка между отказами элементов машины ограниченной надежности должна быть больше периодов проведения технических обслуживаний или ремонтов. При этом предполагается, что высокое качество ремонтных мероприятий восстанавливает работоспособность элементов и сочленений машин, которые должны быть безотказны при заданной долговечности.

**Ремонтопригодность** — вероятность восстановления машины в заданное время, характеризуемая показателями: средним временем восстановления, периодичностью технического обслуживания (ТО) или ремонта, удельной трудоемкостью ТО или ремонта, удельной стоимостью ТО или ремонта машин и др.

**Среднее время восстановления**, определяется как математическое ожидание времени восстановления работоспособности машин или как среднее время простоя машин в ТО или ремонте:

$$T_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{vi}, \quad (1.16)$$

где  $t_{vi}$  — время выявления и устранения  $i$ -го отказа, ч;  
 $n$  — количество отказов машин данного наименования.

**Периодичностью технического обслуживания или ремонта машин** является среднее время (или пробег) между проведением мероприятий:

$$T_{ТО(рем)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{ТО(рем)}, \quad (1.17)$$

где  $t_{ТО(рем)}$  — наработка (пробег) между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м ТО или ремонтом машины, ч (тыс км);  
 $n$  — количество ТО или ремонтов за определенный период.

Удельная трудоемкость технического обслуживания или ремонта определяется как отношение трудоемкости мероприятий восстановления работоспособности машин к средней наработке или пробегу:

$$\tau_{уд} = \frac{n_1 t_{ТО} + n_2 t_{рем}}{T}, \quad (1.18)$$

где  $n_1, n_2$  — количество мероприятий ТО или ремонта;  
 $t_{ТО}, t_{рем}$  — трудоемкость мероприятий, чел.-ч;  
 $T$  — средняя наработка или пробег машины.

Удельная стоимость технического обслуживания  $z_{ТО}$  или ремонтов машин  $z_{рем}$  вычисляется как отношение средней стоимости проведенных восстановительных мероприятий к определенному периоду наработки или пробегу машины.

Сохраняемость — свойство машины сохранять работоспособное состояние в течение и после срока хранения или транспортировки. Показатели — средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости.

Потребность в первых заменах деталей или агрегатов машины можно определить по известной функции распределения вероятностей безотказной работы. Потребность в первых заменах в интервале плановой наработки машины определяется вероятностью появления отказа [42]. Так для  $i$ -й машины вероятность отказа

$$F(t) = 1 - P(t_i; t_i + t_{пл}) = 1 - \frac{P(t_i + t_{пл})}{P(t_i)}. \quad (1.19)$$

Для группы машин в парке количество замен деталей или агрегатов вычисляется как сумма вероятностей отказов:

$$N_{зам} = \sum_{i=1}^{N_{сч}} \left( 1 - \frac{P(t_i + t_{пл})}{P(t_i)} \right), \quad (1.20)$$

где  $N_{сч}$  — списочный состав парка однотипных машин;  
 $i$  — порядковый номер машины.

**Пример.** Определить количество замен деталей за плановый период пробега 10 колесных тягачей дорожных машин. Пробеги тягачей и числовые характеристики наработки машин:

Средний пробег $t_{ср}$ , тыс. км	60
Среднее квадратическое отклонение пробега $\sigma_t$ , тыс. км	17
Плановый пробег $t_{пл}$ , тыс. км	20

Начальный пробег различных тягачей составляет:

Номер тягача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Начальный пробег $t_{нач}$ , тыс. км	20	25	30	35	25	30	40	45	30	35

Прогнозирование потребности в запасных частях машин может быть выполнено по вероятности появления отказа в каждом интервале пробега. Для этого используют формулы (1.14) и (1.15) с учетом числовых характеристик (рис. 1.2).

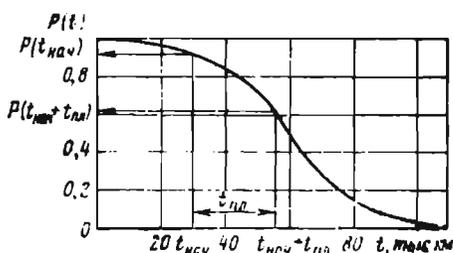


Рис. 1.2. Вероятность безотказной работы колесного тягача

Но количество замен деталей зависит не только от начальной, но и от плановой наработки (пробега) каждого тягача. Поэтому, используя данные графика рис. 1.2 и формулу (1.19), определим интервальную вероятность безотказной работы  $P(t)$  и вероятность отказов (замен) машин  $F(t)$ .

Вероятность замен деталей всей группы машин рассчитывается по формуле (1.20). Расчет ведется в следующей последовательности (см. рис. 1.2):

Середина интервала $t_i$ , тыс. км	10	30	50	60	70	90	110
Разность $t_i - t_{ср}$ , тыс. км	-60	-30	-10	0	10	30	50
Квантиль $(t_i - t_{ср})/\sigma_t$	-2,941	-1,760	-0,588	0	0,588	1,764	2,941
Вероятность безотказной работы $P(t)$	0,999	0,94	0,73	0,5	0,27	0,06	0,001
Функции распределения отказов $F(t)$	0,001	0,06	0,27	0,5	0,73	0,94	0,999

По данным расчета вероятности безотказной работы деталей тягачей, используя формулу (1.20), вычисляют количество замен деталей (табл. 1.1).

Таблица 1.1

### Расчет количества замен деталей

Показатели	Значения показателей $t$ в тягачей									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вероятность безотказной работы:										
$P(t_{нач})$	0,96	0,95	0,94	0,89	0,95	0,94	0,84	0,77	0,94	0,89
$P(t_{нач} + t_{пл})$	0,84	0,77	0,72	0,62	0,77	0,72	0,5	0,38	0,72	0,72
Интервальная вероятность $P(t_{нач}; t_{нач} + t_{пл})$	0,87	0,81	0,77	0,7	0,81	0,77	0,6	0,44	0,77	0,7
Вероятность замен $F(t) = 1 - P(t_{нач}; t_{нач} + t_{пл})$	0,13	0,19	0,23	0,3	0,19	0,23	0,4	0,5	0,23	0,30

Практически потребность в заменяемых деталях для группы из 10 колесных тягачей определяется суммированием чисел последней строки табл. 1.1. В результате расчета и округления получаем число запасных деталей равное 4 ед.

## 1.2. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ И АГРЕГАТОВ МАШИН

*Долговечность* — свойство машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Основные показатели долговечности: технический ресурс (ресурс), гамма-процентный ресурс, срок службы, срок службы до списания.

*Ресурс* — наработка машины или ее агрегата от начала эксплуатации или после капитального ремонта до наступления предельного состояния:

$$T_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{pi}, \quad (1.21)$$

где  $T_p$  — ресурс машины (ч; мото-ч; рабочие циклы; м<sup>3</sup>);

$t_{pi}$  — наработка до предельного состояния  $i$ -й машины;

$n$  — число машин или агрегатов, требующих капитального ремонта.

В случае распределения ресурса машины или ее агрегатов в соответствии с композиционным законом Вейбулла — Гнеденко математическое ожидание ресурса определяется:

$$T_p = a \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right), \quad (1.22)$$

где  $a$  и  $b$  — параметры распределения композиционного закона;

$\Gamma$  — гамма-функция, выбираемая из таблиц [40].

*Гамма-процентный ресурс* — наработка, в течение которой машина не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью  $\gamma$ -процентов. Так, при  $\gamma = 90\%$  к сроку  $T_{p\gamma}$  в капитальный ремонт с предельным состоянием поступит только 10% парка машин данной модели, т. е. для данной модели машин назначается 90%-ный ресурс. Таким образом,

$$P(T_{p\gamma}) = \gamma / 100 = 1 - F(T_{p\gamma}). \quad (1.23)$$

Для случая распределения наработки по композиционному закону, определенному для ресурса формулой (1.22), будем иметь наработку

$$T_{p\gamma} = a \left[ \frac{b}{-\ln \gamma / 100} \right]^{1/b}, \quad (1.24)$$

При значении параметра  $b = 1$  распределение ресурса агрегата экспоненциальное, а при  $b = 1,4 \div 1,6$  распределение ресурса нормальное.

*Средний срок службы*  $T_{сл}$  — календарная продолжительность наработки машины от начала эксплуатации или после капитального ремонта до наступления нового предельного состояния, изменяется в годах, километрах или единицах объема работ.

*Средний срок службы до списания*  $T_{сп}$  — календарная продолжительность эксплуатации машины до ее списания с баланса предприятия, исчисляется в годах.

Отличие ресурса машины от среднего срока службы состоит в том, что первый показатель оценивает физическую наработку машины в часах, километрах или других единицах ее выработки без учета простоев, а второй показатель характеризует продолжитель-

ность существования машины с момента ее ввода в эксплуатацию независимо от характера использования. Различают ресурсы до первого капитального ремонта и между капитальными ремонтами машины, причем такое подразделение справедливо и для узлов и агрегатов машины, составляющих трансмиссию, силовую установку, элементы ходовых частей, систем гидропривода и рабочего органа.

Определение количественных значений показателей долговечности агрегатов, узлов или машины в целом основывается на теории случайных функций, а численные характеристики законов распределения величин определяются методами теории вероятностей и математической статистики.

Пример расчета среднего ресурса агрегата при его наработке до первого капитального ремонта и требуемых при этом числовых характеристиках показан в табл. 1.2. На основе справочных таблиц [22], проведена оценка этих характеристик и их принадлежности нормальному закону распределения данной случайной величины. Как видно из табл. 1.2, при числе степеней свободы  $r=7$  и доверительной вероятности  $\alpha=0,90$  критерий Пирсона  $\chi^2$  равен 3,14 при допустимом значении  $\chi_{0,1}^2=12$  [22]. Поэтому следует считать, что предполагаемый нормальный закон распределения ресурса агрегата машины с 90%-ной вероятностью не отвергается. По данным табл. 1.2 построены график распределения ресурса, его эмпирическая и теоретическая кривые (рис. 1.3).

Таблица 1.2.

Расчет распределения ресурса агрегатов машин

№ интервала	Границы интервалов, ч	Частота эмпирическая $m_i^*$	Частота, вероятность попадания в интервал $p_i^*$	Середина интервала $t_i$	Квантиль $T$ $= \frac{t_i - \bar{T}_p}{\sigma_t}$	Плотность, неогностиль $f(t, p)$	Функция распределения $F(t, p)$	Частота теоретическая $m_{pi}$	$\frac{(m_i^* - m_{pi})^2}{m_{pi}}$
1	300—400	1	0,0294	350	-2,35	0,00029	0,0091	0,438	0,72
2	400—500	1	0,0294	450	-1,683	0,00029	0,0336	1,33	0,081
3	500—600	2	0,0588	550	-1,31	0,00588	0,0991	3,01	0,339
4	600—700	5	0,1470	650	-0,785	0,00147	0,216	5,22	0,019
5	700—800	9	0,265	750	-0,262	0,00265	0,397	6,85	0,675
6	800—900	7	0,206	850	0,262	0,00206	0,603	6,85	0,004
7	900—1000	4	0,118	950	0,785	0,00118	0,784	5,22	0,286
8	1000—1100	3	0,088	1050	1,31	0,00088	0,905	3,01	0,0001
9	1100—1200	1	0,0294	1150	1,83	0,00029	0,966	1,33	0,303
10	1200—1300	1	0,0294	1250	2,36	0,00029	0,991	0,44	0,713
$\Delta t = 100$ ч		$N = \sum m_i^* = 34$							

$\bar{T}_p = 893$  ч;

$\sigma_t = 192$  ч;

$D_t = \sigma_t^2 = 36864$ ;

$\chi^2 = 3,14$ ;

$\bar{T}_{ниж} = 748$  ч;

$r = 7$ ;

$\alpha = 0,90$ ;

$t_\alpha = 1,68$ ;

$\bar{T}_{верх} = 858$  ч

$\chi^2 = 3,14 < \chi_{0,1}^2 = 12$ .

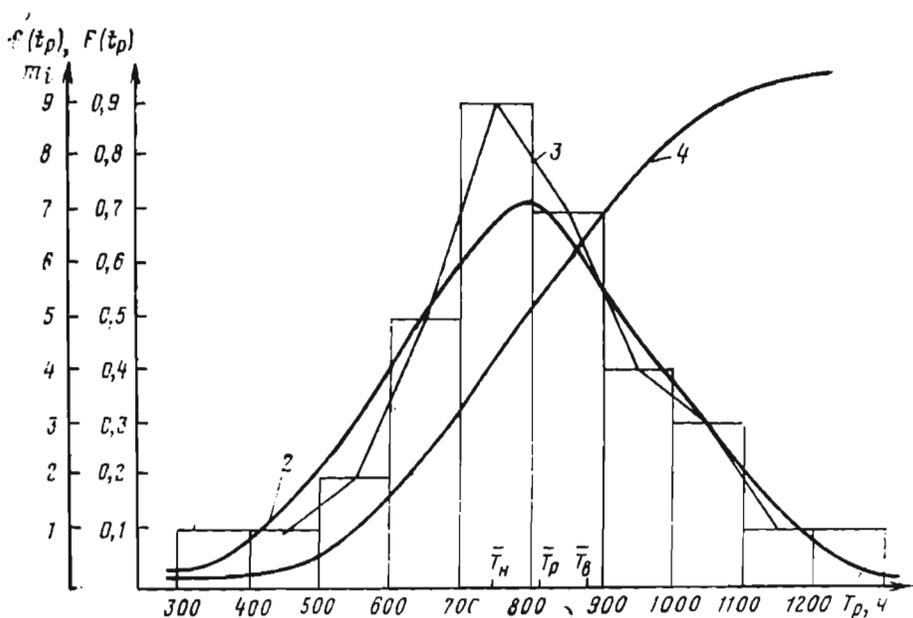


Рис. 1.3. График распределения ресурса агрегата машины:

1 — гистограмма  $m_i$ ; 2 — функция плотности  $f(t_p)$  распределения ресурса (теоретическая кривая); 3 — полигон распределения (эмпирическая кривая); 4 — вероятность распределения ресурса

Долговечность дорожно-строительных машин определяется качеством изготовления их агрегатов, принятой системой восстановления работоспособности при техническом обслуживании и ремонтах, а также установленными режимами использования. Все эти данные записывают в техническую характеристику, правила эксплуатации машины и гарантийные обязательства. Соблюдение требований заводов-изготовителей дорожных машин дает возможность достигать установленных сроков службы машин. Ужесточение режимов работы, некачественное и несвоевременное проведение восстановительных мероприятий ведут к увеличению изнашивания элементов и к их отказам, в конечном счете к сокращению сроков службы машин.

Условия эксплуатации *двигателей* — силовых установок дорожных машин характеризуются переменными, нагрузочными и скоростными режимами работы, большими колебаниями температуры окружающего воздуха и запыленностью атмосферы, а также воздействием вибраций и коррозионных явлений. Все эти тяжелые условия определяют долговечность работы двигателей дизельного типа, применяемых в настоящее время на большинстве дорожно-строительных машин. Режимы технической эксплуатации двигателей, использование рекомендованных сортов топливно-смазочных материалов и качественное проведение крепежных и регулировочных работ в процессе эксплуатации повышают их долговечность. Боль-

шое значение имеет соблюдение правил пуска и остановки двигателей, важнейших режимов их эксплуатации.

Для обеспечения надежного пуска двигателя с минимальным износом его элементов необходимо соблюдать следующие требования:

перед пуском двигателя обеспечить подачу масла на трущиеся поверхности деталей, для чего прокачать систему маслоподачи, прокрутив коленчатый вал пусковым двигателем или пусковым устройством;

во время пуска двигателя обеспечить сначала максимальную подачу топлива с немедленным уменьшением подачи после пуска до уровня холостого хода или режимов неполной нагрузки;

прогреть двигатель при температуре ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  с тем, чтобы перед принятием нагрузки температура охлаждающей жидкости была не ниже  $+40^{\circ}\text{C}$ ;

провести плавный вывод мощности двигателя на требуемую нагрузку.

На долговечность двигателей и элементов силовой трансмиссии машин большое влияние оказывает установившийся режим работы. Необходимо обеспечить достаточно плавный переход с одного режима работы на другой и останавливать двигатель с высокой температурой охлаждающей жидкости в пределах  $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$  с пятиминутной выдержкой для снижения скорости вращения турбины нагнетателя.

Все двигатели должны в начальный период пройти предварительную обкатку (приработку) продолжительностью до 60 ч на режимах, установленных заводом-изготовителем (см. п. 6.3). В дальнейшем необходимо обеспечить своевременное и качественное техническое обслуживание и текущие ремонты [36].

Детали трансмиссий дорожно-строительных машин работают в условиях высоких силовых, вибрационных и ударных нагрузок в широком диапазоне температур окружающего воздуха и атмосферных воздействий. В воздушной среде в значительных количествах содержатся абразивные частицы. Поэтому необходимо следить за герметичностью редукторов и карданных сочленений, своевременно смазывать детали и узлы трансмиссии и агрегатов, не допуская загрязнения масла и повышения его температуры. Долговечность дисков трения фрикционных муфт и сцеплений во многом определяется умелыми действиями и квалификацией машинистов. Когда машинист резко включает сцепление, он создает динамические нагрузки, приводящие к разрушению элементов поверхностей фрикционных дисков, демпферных пружин и др. Кроме того, долговечность муфт зависит от технического состояния деталей, качества регулировки, частоты включения и др.

Детали редукторов и коробок передач дорожных машин испытывают высокие нагрузки в широком диапазоне изменения скоростных режимов. Все это влияет на скорость изнашивания зубьев шестерен, опорных шеек валов, элементов шлицевых соединений и подшипников. Основными причинами повышенного износа деталей

редукторов являются следующие: для зубьев шестерен и подшипников качения — наличие абразива и усталостное выкрашивание частиц металла от нагрузки, для шеек валов и уплотнительных устройств — наличие абразива и вибрации, для шлицевых соединений — пластические деформации, для крепежных деталей — срыв резьбы при ослаблении соединений. Большое влияние на долговечность деталей редукторов оказывают качество и состояние смазки, которая в процессе эксплуатации из-за загрязнения и окисления теряет свои первоначальные свойства. В жидкие масла попадают продукты износа поверхностей, густая смазка теряет свойства из-за температуры и попадания воды из атмосферных осадков.

Все это требует проведения плановых технических обслуживаний и особенно сезонного обслуживания при переходе работы машины из одного сезона в другой, имеющий другие температуры и требующий применения соответствующих данному сезону смазок и масел, а также охлаждающих, тормозных и амортизационных технических жидкостей.

Интенсивность изнашивания деталей, узлов и агрегатов *гидропривода* дорожно-строительных машин и их долговечность зависят от правильности их технической эксплуатации от состояния и качества рабочей жидкости, состояния фильтрующих элементов и регулирующих устройств.

Долговечность системы гидропривода снижается при работе в области относительно низких температур окружающего воздуха, так как резко изменяются вязкостные характеристики масел и ускоряется процесс окисления углеводородов, загрязняющих систему. Оседание компонентов на стенках трубопроводов приводит к закупориванию каналов и клапанных устройств. Загрязнение рабочей жидкости продуктами окисления и износа вызывает повышенный износ прецизионных деталей гидромашин и заклинивание деталей гидроузла. Это происходит, если загрязняющие рабочую жидкость частицы имеют размеры более 40 мкм.

Инструкциями технической эксплуатации систем гидропривода машин и механизмов рекомендуются перед заменой рабочей жидкости промывка системы и ее каналов керосином или дизельным топливом, промывка и очистка фильтрующих элементов или их замена. Для заправки баков гидропривода и гидроуправления машины применяется отфильтрованное, обезвоженное и очищенное масло в соответствии с сезоном эксплуатации. В комплекс работ по повышению долговечности систем и агрегатов гидропривода входит фильтрация рабочей жидкости перед заправкой через фильтр с тонкостью фильтрации, не превышающей 15—20 мкм.

Рекомендации по сезонному применению рабочей жидкости для гидросистем могут быть следующие:

для систем гидропривода машины с дизельным двигателем — летом то же дизельное масло, что и для двигателя, зимой гидравлическое ВМГЗ, или веретенные масла 2, или трансформаторное обезвоженное;

для систем гидропривода машин с бензиновым двигателем — летом веретенные летние масла З (индустриальное 20) или всесезонное ВМГЗ, зимой всесезонное ВМГЗ или веретенное АУ.

Следует особо указать, что только летние дизельные сорта масел типа М-10 Г<sub>2</sub> или М-10 ГЛФ могут быть использованы как для дизельных двигателей, так и для пусковых двигателей и систем гидропривода тракторов и дорожно-строительных машин. Зимние же сорта дизельных масел применять для систем гидропривода совершенно недопустимо.

На долговечность систем гидропривода особенно большое влияние оказывает режим работы — подача рабочей жидкости и рабочее давление. Поэтому необходимо при каждом техническом обслуживании машины проверять развиваемое насосом давление в системе и регулировать предохранительные клапанные устройства, используя приборы диагностических средств, указанные в гл. 6. Полная замена масла в гидросистеме, должна проводиться при сезонном обслуживании дорожной машины.

*Ходовые устройства* дорожной машины требуют проведения рекомендаций по технической эксплуатации шин, а элементы гусеничного хода подвергаются регулировкам натяжения и смазке опорных катков.

### 1.3. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПАРКА МАШИН

Для более полной характеристики технической эксплуатации парка дорожно-строительных машин используют комплексные показатели надежности, которые дают возможность оценить работоспособность машины и качество ее эксплуатации в составе парка эксплуатационной базы. К таким показателям относятся: коэффициенты технической готовности и технического использования машин, коэффициент сменности и др.

*Коэффициент готовности* — вероятность того, что дорожная машина окажется работоспособной в произвольный момент времени, кроме периодов, в течение которых ее использование не предусматривается:

$$K_r = T_0 / (T_0 + T_n), \quad (1.25)$$

где  $T_0$  — наработка машины на отказ, ч;

$T_n$  — среднее время восстановления работоспособности машины, ч.

Для оценки качества эксплуатации машин при анализе их хозяйственной деятельности эксплуатационных предприятий используют в качестве измерителя машино-дни. Тогда

$$K_r = (M_{\text{хоз}} - M_{\text{рем}}) / M_{\text{хоз}}, \quad (1.26)$$

где  $M_{\text{хоз}}$  — продолжительность дней пребывания данного вида техники на предприятии (в хозяйстве), маш.-дни;

$M_{\text{рем}}$  — продолжительность пребывания машины в ремонте, маш.-дни.

**коэффициент технического использования** — отношение суммарного времени пребывания машины в работоспособном состоянии за определенный период  $t_{\text{сум}}$  к суммарному времени простоев машины в техническом обслуживании и ремонтах ( $t_{\text{рем}}$ ,  $t_{\text{ТО}}$ ). Рассчитывается для машин, эксплуатируемых в непрерывном режиме:

$$K_{\text{ти}} = \frac{t_{\text{изм}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{ТО}}} \quad (1.27)$$

Коэффициент технического использования может быть определен в измерителях машино-дней эксплуатации:

$$K_{\text{ти}} = \frac{M_{\text{раб}} + M_{\text{атм}}}{M_{\text{хоз}} - (M_{\text{рем}} + M_{\text{кон}})},$$

где  $M_{\text{раб}}$  — суммарная продолжительность работы машины, маш.-дни;  
 $M_{\text{атм}}$  — продолжительность простоя по метеорологическим причинам, маш.-дни;

**Коэффициент сменности**, характеризующий внутрисуточное использование машин,

$$K_{\text{см}} = \frac{M_{\text{нар}}}{M_{\text{раб}} t_{\text{см}}}, \quad (1.28)$$

где  $M_{\text{нар}}$  — пребывание машины в наряде, маш.-ч;  
 $t_{\text{см}}$  — продолжительности смены, ч.

**Плановая наработка**, определяемая для годового периода эксплуатации машины,

$$T_{\text{пл}} = N_{\text{р}} T_{\text{с}} K_{\text{ти}}, \quad (1.29)$$

где  $N_{\text{р}}$  — количество рабочих смен в году;  
 $T_{\text{с}}$  — суточная наработка машины данного типа, ч

В данной формуле коэффициент технического использования машин  $K_{\text{ти}}$  рассчитывается по нормативным данным [25, 27]:

$$K_{\text{ти}} = 1 / (1 + B T_{\text{с}}), \quad (1.30)$$

где  $B$  — коэффициент простоя машин в технических обслуживаниях и ремонтах за год эксплуатации с размерностью «дни простоя/100 ч» или «дни простоя на тыс. км пробега»;

$$B = \sum_{i=1}^{k-1} \frac{D_i}{T_i} (1 - A_i), \quad (1.31)$$

где  $D_i$  — плановые простои машины в ТО или ремонтах, дни;  
 $T_i$  — нормативная периодичность проведения восстановительных работ;  
 $k$  — число мероприятий системы ТО и ремонтов машин;  
 $A_i$  — коэффициент, учитывающий мероприятия, имеющие большую периодичность чем рассчитываемые, и определяемый отношением  $T_i/T_{i+1}$ ;  
 $T_i$  и  $T_{i+1}$  — соответственно периодичности данного и последующего мероприятий, ч.

Нормы годовой паработки дорожно-строительной техники определены для различных типов и моделей машин (табл. 1.3).

Таблица 1.3

**Нормы наработки дорожно-строительных машин**

Машины	Годовая наработка, маш-ч		
	по данным ЦСУ СССР	по данным Мининдустрии РСФСР	количество рабочих смен в год
Экскаваторы с ковшом объемом, м <sup>3</sup> :			
0,15	1800	1660	300
0,35—0,36	1900	2014	300
0,5—0,65	2600	2014	400
0,75—0,8	2600	2014	400
1,0—1,25	2600	2014	400
Бульдозеры	2500	1910	350
Скреперы	1600	1453	200
Грейдеры-элеваторы	1500	—	200
Автогрейдеры	1500	1593	250
Катки самоходные	1500	1012	175
Асфальтоукладчики	1500	1224	175
Краны автомобильные	—	1995	300
Снегоочистители	1500	—	175
Прочие дорожные машины	1000	—	150

**1.4. ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ МАШИН**

Эффективность использования дорожно-строительных машин при одновременном снижении затрат на их техническую эксплуатацию связана с уровнем надежности. Повышение надежности машин, в свою очередь, влияет на распределение затрат между производством и эксплуатацией. По мере повышения надежности затраты на производство растут, а на ремонты снижаются. Соотношение между этими затратами можно назвать *уровнем надежности* машин. Оптимизацию характеристик машин ведут по общему критерию: минимуму удельных приведенных затрат — минимальной сумме средних удельных затрат на изготовление машин и поддержание их в работоспособном состоянии. Целевая функция, оптимизирующая показатели надежности машины, имеет вид:

$$C_{уд} = C_0 / t_p + C_{пл.ср}(t) + C_{то} \rightarrow \min, \quad (1.32)$$

где  $C_{уд}$  — удельные затраты на приобретение и поддержание работоспособности машин данной модели;

$C_0$  — стоимость машины (без шин и ликвидационной стоимости при списании);

$C_{пл.ср}(t)$  — средние удельные затраты на восстановление работоспособности машины (на все виды ремонтов);

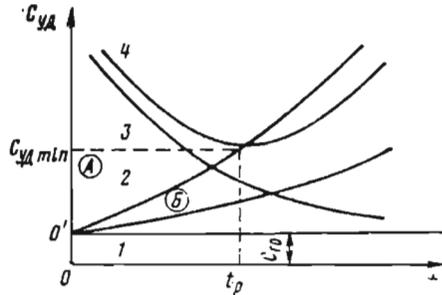
$C_{то}$  — средние удельные затраты на техническое обслуживание;

$t_p$  — ресурс или срок службы машины.

График изменения удельных затрат на приобретение и поддержание машины в работоспособном состоянии представлен на рис.

Рис. 1.4. График распределения затрат по времени работы машины:

1 — средние удельные затраты с начала эксплуатации  $C_{\text{пн.ср}}(t)$ ; 2 — удельные эксплуатационные затраты в интервалах наработки  $C_{\text{пн.ин}}(t)$ ; 3 — средние удельные затраты на приобретение машины  $C_0$ ; 4 — средние суммарные удельные расходы  $C_{\text{уд}}$



1.4. Кривая 2 показывает удельные затраты на поддержание надежности машины при их интервальной оценке, а площадь под кривой на интервале наработки от 0 до  $t_p$  — средние удельные затраты на устранение отказов и неисправностей при ремонте машины и на техническое обслуживание. Функции  $C_{\text{пн.ин}}(t)$  и  $C_{\text{пн.ср}}(t)$ , отражающие затраты с начала эксплуатации машины, могут быть описаны уравнениями:

$$C_{\text{пн.ин}}(t) = bt^n; \quad (1.33)$$

$$C_{\text{пн.ср}}(t) = \frac{1}{t} \int_0^t bt^n dt = \frac{b}{n+1} t^n, \quad (1.34)$$

где  $b$  — коэффициент, зависящий от условий эксплуатации, определяемый углом наклонной кривой 2 (см. рис. 1.4) и имеющий размерность руб./ч или руб./тыс. км;

$n$  — показатель степени, определяющий уровень надежности машин данного производства. В настоящее время принимают 1,5—2,0. Он зависит от отношения площадей А и Б (см. рис. 1.4).

Суммарные средние затраты на приобретение и поддержание надежности машин (кривая 4 на рис. 1.4) определяются:

$$C_{\text{уд}} = \frac{C_0}{t} + \frac{b}{n+1} t^n \rightarrow \min. \quad (1.35)$$

Поскольку затраты на приобретение машины снижаются по мере увеличения наработки  $t$ , а на поддержание надежности увеличиваются, то имеется наработка, при которой сумма этих затрат минимальна. Эта наработка  $t_p$  и является ресурсом, превышение которого приводит к повышению удельных затрат:

$$t_p = \sqrt[n+1]{\frac{C_0(n+1)}{bn}}. \quad (1.36)$$

**Суммарные переменные затраты на поддержание надежности за ресурс  $t_p$**

$$C_{\text{пн}}(t_p) = \frac{b}{n+1} t_p^{n+1}. \quad (1.37)$$

Методика данного расчета связана с определением и использованием ряда коэффициентов, значения которых прогнозируются или

определяются при опытной эксплуатации машин. Порядок расчета и применяемые коэффициенты уточнены и приведены в методических разработках МАДИ и др. [42].

Стоимость запасных частей, которые могут быть израсходованы за ресурс,

$$C_{зч}(t_p) = \frac{C_{пн}(t_p)}{K_{пн} + 1}, \quad (1.38)$$

где  $K_{пн}$  — опытный коэффициент, равный 1,5–2,5.

Удельные интервальные затраты  $C_{пн.ин}(t)$  складываются из затрат на приобретение частей  $C_{зч}(t)$ , затрат на проведение текущих ремонтов  $C_{тр}(t)$ , стоимости эксплуатационных материалов  $C_m(t)$  и потерь от простоев машин в ремонте  $C_{пр}(t)$ :

$$C_{пн.ин}(t) = C_{зч}(t) + C_{тр}(t) + C_m(t) + C_{пр}(t). \quad (1.39)$$

Затраты  $C_{пн.ин}(t)$  можно также аппроксимировать формулой (1.33) как функцией общей наработки.

Стоимость запасных частей и материалов определяется по данным бухгалтерии о фактическом их расходе для данной машины за определенный срок или по нормативным данным, разрабатываемым ведомствами [36].

Стоимость текущих ремонтов может быть определена по нормативам ведомств при использовании удельных затрат на данный вид работ, рассчитанных на час работы машины или на тысячу километров пробега транспортных машин.

Для определения потерь от простой машин по техническим причинам  $C_{пр}(t)$  следует использовать данные об их производительности (ЕНиР, сб. 2), считая работы не выполненными в период простоя.

В качестве примера покажем результаты расчета оптимальных параметров надежности транспортной машины и ее ресурса. При минимальных затратах на эксплуатацию и следующих данных: стоимость машины 2450 руб.,  $n=1,5$ ,  $b=0,004$ ,  $K_{пн}=1,5$ .

По формулам (1.35)–(1.38) определяем:  $C_{пн}(t_p)=1633$  руб.,  $C_{зч}(t_p)=653,3$  руб.,  $C_{уд. мин}=15,8$  руб./тыс. км. Пробег машины до капитального ремонта  $t_p=253$  тыс. км. Эксплуатация машины выше указанного пробега приведет к повышенным расходам средств, что определяет необходимость проведения в этот срок капитального ремонта.

В случае когда строительная машина включена в эксплуатацию после капитального ремонта, в состав затрат  $C_0$  входит стоимость ремонта на ремонтном заводе [20]:

$$C_{кр} = \frac{Ц + EK - Л}{P_t T_p}, \quad (1.40)$$

где  $Ц$  — себестоимость капитального ремонта машины, руб.;  
 $E$  — коэффициент эффективности капитальных вложений;  
 $K$  — удельные капитальные вложения, руб.;  
 $Л$  — ликвидационная стоимость, руб.;  
 $P_t$  — техническая производительность машины, ед/ч;  
 $T_p$  — межремонтный цикл (ресурс) машины, ч.

Целевая функция при определении оптимального ресурса капитально отремонтированных машин имеет вид:

$$C_{ул}(t_p) = \min [C_{кр}(t_p) + C_{ин}(t_p) + C_{то}], \quad (1.41)$$

$$0 < T_p < T_n$$

где  $t_n$  — оптимальное значение ресурса новой машины, ч.

Пример расчета удельных затрат на эксплуатацию капитально отремонтированной машины по уборке городских территорий, смонтированной на шасси автомобиля КамАЗ, показан в табл. 1.4. Стоимость капитального ремонта принята условием для завода, ремонтирующего шасси и рабочие органы, 13 500 руб. Все остальные затраты указаны по фактическим данным эксплуатации. Используются формулы (1.38) — (1.40)

Таблица 1.4

Расчет оптимального ресурса капитально отремонтированной машины

$t$ , тыс. км	Удельные затраты, руб./1000 км			
	$C_{зч}(t)$	$C_{пн.ср}(t)$	$C_{кр}(t)$	$C_{ул}(t)$
50	1,0	0,11	270	271
150	6,1	6,78	90	96,8
250	14,0	15,5	54	69,5
<u>350</u>	20,7	26,3	38,6	<u>64,9</u>
450	36,0	39,8	30,0	69,8
550	50,5	56,1	24,5	80,6

Расчеты показывают (см. табл. 1.4), что при данных фактических расходах на поддержание работоспособного состояния капитально отремонтированной машины ее оптимальный ресурс или пробег составляет 350 тыс. км, до которого затраты будут снижаться. При общем сроке службы машин данного класса 10 лет и при годовой наработке 50 тыс. км капитально отремонтированная машина должна работать с уровнем минимальных затрат еще 7 лет.

Такие расчеты с использованием данных бухгалтерского учета могут быть проведены при различных интервалах наработки. Если данные, полученные расчетом, не превышают нормативных расходов, то процесс эксплуатации машины протекает нормально. В противном случае необходимо выявить причины перерасхода средств и разработать организационные мероприятия: по повышению качества технического обслуживания машины, правильности применения сортов топлива и смазочных материалов и др.

ГЛАВА 2

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРЕГАТНОГО РЕМОНТА**

**2.1. ПОНЯТИЕ О ПОТОКЕ ОТКАЗОВ И ЕГО ФОРМИРОВАНИИ**

Основным положением теории надежности машин и их агрегатов, определяющим качество производства и эксплуатации, является понятие работоспособности. Если машина не удовлетворяет этим

требованиям, то констатируется нарушение работоспособности ее агрегатов, или отказ машины.

Все виды отказов можно разделить на две группы: отказы из-за разрушения элементов машины и отказы вследствие нарушения совместного функционирования элементов агрегатов машин. К первой группе относятся поломки, деформации и износы поверхностей элементов, ко второй — нарушения регулировок сочленений, засорение рабочих органов, течи в соединениях топливных и масляных магистралей, ослабление креплений агрегатов, узлов и др.

В большинстве случаев решающее влияние на возникновение отказов в машинах оказывают внешние нагрузки и физико-механические процессы, зависящие от материалов деталей и технологии их изготовления. Агрессивно действуют факторы окружающей и рабочей среды, вызывающие отказы внезапного или постепенного характера. Немаловажную роль играют тепловые и окислительные процессы, протекающие в силовых агрегатах машины, которые могут изменять свойства и структуру материалов деталей машин, ускоряя процессы разрушения и старения материалов, из которых изготовлены детали.

Таким образом, причинами отказов могут быть как дефекты, допущенные при конструировании и изготовлении машин, так и эксплуатационные факторы, в том числе качество и своевременность проведения мероприятий технического обслуживания и ремонтов, а также соответствие применяемых эксплуатационных материалов техническим условиям.

При технической эксплуатации парка дорожных машин исследуются потоки отказов, которые являются основой для разработки нормативов, определяющих условия организации ремонтной службы и количество запасных частей для восстановления работоспособности агрегатов машин. Эти расчеты проводятся на основе изучения условий эксплуатации и получения достоверных статистических данных о надежности агрегатов машин.

С этой целью должна быть создана служба надежности, которая систематически ведет сбор и обработку данных о потоках отказов машин. При этом рассчитывают наработки деталей и агрегатов машин до отказа и между отказами за определенные периоды наблюдений.

Однако иногда практически отсутствуют сведения о наработке между отказами машин или их агрегатов. При этом число работоспособных машин парка изменяется по месяцам года. Поэтому необходим правильный подход к формированию потока отказов машин.

Формирование потока отказов машин в однозначный вариационный ряд предшествует расчету числовых характеристик и установлению законов распределения случайных величин (см. п. 1.2). Последовательность расчетов, когда информационный статистический материал ограничен в связи с кратковременностью наблюдений за работой парка машин, принимают следующей:

по собранным опытным данным определяют параметры потока отказов ремонтируемой машины по периодам наблюдений:

$$\omega_l = \frac{n_l}{N_l t_l}, \quad (2.1)$$

где  $n_l^*$  — количество отказов (частота появления в определенный период времени наблюдений);  
 $N_l$  — парк наблюдаемых машин за период наработки;  
 $t_l$  — период наработки машин (например за месяц года);  
 определяют средние значения:

$$N_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i}{k}; \quad (2.2)$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k}, \quad (2.3)$$

где  $k$  — количество периодов наблюдений.

формируют статистический ряд потока отказов:

$$n'_i = \omega_l N_{\text{ср}} t_{\text{ср}}, \quad (2.4)$$

где  $N_{\text{ср}}$  — среднее количество машин в парке за рассматриваемый период времени;  
 $t_{\text{ср}}$  — средняя наработка машин парка за рассматриваемый период времени.

Таблица 2.1

**Данные для формирования потока отказов**

№ наблюдения	Число отказов в месяц $n_l^*$	Число машин, работоспособных за месяц $N_l$	Средняя наработка за месяц $t_l$	Параметр потока отказов $\omega_l$	Статистическая величина ряда $n'_i$
1	3	12	341	0,0008	4,43
2	9	19	451	0,0001	6,09
3	6	16	322	0,0012	6,64
4	9	13	418	0,0017	9,41
5	4	7	417	0,0014	7,75
6	11	16	409	0,0017	9,41
7	10	13	432	0,0018	9,96
8	7	19	385	0,0001	5,53
9	5	12	286	0,0015	8,30
10	12	19	357	0,0018	9,96

Пример. Имейм ограниченное количество данных об отказах экскаваторов в различной наработке машин за каждый месяц эксплуатации. Используя данные табл. 2.1 и формулы (2.1)–(2.4), формируем статистический ряд потока отказов (последняя графа табл. 2.1), который используется для определения надежности машины.

## 2.2. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И АГРЕГАТОВ

Дорожно-строительные машины относятся к объектам многократного использования, т. е. их работоспособность может многократно восстанавливаться путем замены деталей при ремонте или регулировки зазоров в сочленениях. При этом возможны два типа процессов восстановления агрегатов машин [2, 42].

Первым типом можно считать такой, когда в момент отказа элемента машины происходит мгновенно его восстановление, и он вновь работает до следующего отказа. Моменты отказов формируют поток восстановлений, причем время восстановления не учитывается (рис. 2.1, а). Здесь моменты времени  $t_1 = \tau_1$ ;  $t_2 = \tau_1 + \tau_2$ ; ...;  $t_n = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n$  формируют случайный поток, где время восстановления не учитывается, а равно времени между  $(i-1)$ -м и  $i$ -м отказами. Предполагается, что эти случайные времена имеют один закон распределения  $F(t) = P(\tau_n < t)$ . Они могут быть охарактеризованы плотностью распределения  $f(t)$ , средним значением наработки на отказ  $T_0$  и дисперсией  $D_t$ .

Важнейшим показателем потока отказов является *ведущая функция* — определяемая средним числом отказов за время  $t$ :

$$\Omega(t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(t), \quad (2.5)$$

где  $F_n$  — функция композиций распределения замен элементов;  
 $n$  — номер последовательных замен элементов.

Другой важнейшей характеристикой процесса восстановления элементов является *интенсивность потоков отказов*  $\omega(t)$ , равная ведущей функции восстановления  $\Omega'$ , которая определяется как:

$$\omega(t) = \Omega'(t) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t). \quad (2.6)$$

Для простейших потоков отказов интенсивность потока совпадает с параметром потока отказов. При этом для большого периода времени среднее число отказов, приходящееся на единицу времени, близко по значению обратной наработке на отказ элемента [см. формулу (1.13)].

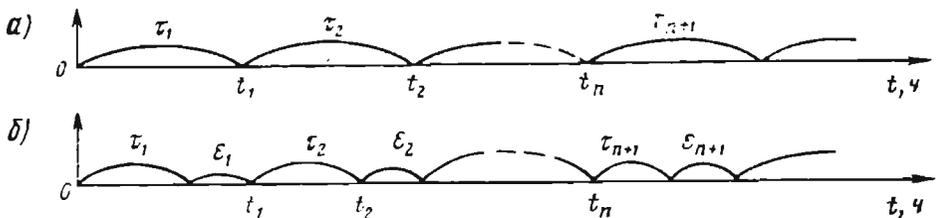


Рис 2.1. Модели процесса восстановления изделия:

а — реализация случайного потока отказов; б — восстановление ремонтируемого изделия

Вторым типом считается такой, когда при ликвидации отказов агрегатов машины ее простоем пренебрегать нельзя (рис. 2.1, б). В этом случае необходимо учитывать как безотказность изделия, так и его ремонтпригодность. Здесь моменты времени  $t_1 = \tau_1 + \varepsilon_1$ ;  $t_2 = \tau_1 + \varepsilon_1 + \tau_2 + \varepsilon_2$ ; ...;  $t_n = \tau_1 + \varepsilon_1 + \tau_2 + \varepsilon_2 + \dots + \tau_n + \varepsilon_n$ , где  $\tau_i$  — длительность  $i$ -го по счету интервала работы, а  $\varepsilon_i$  — длительность  $i$ -го по счету восстановления. При этом предполагают, что случайные значения наработки и восстановления независимы, а время восстановления меньше времени наработки. Этот процесс называют *поток отказов с конечным временем восстановления*.

Таким образом, для любого процесса восстановления (замены) элементов необходимо по функциям безотказной работы найти композиции распределения замен элементов. Общий случай расчета функции композиций распределения замен элементов может быть получен с помощью интеграла свертки, который в преобразованном виде, удобном для практических расчетов, имеет вид:

$$F_{кп}(t_j) = \sum_{j=0}^m \frac{f_{кп}(t_j) + f_{кп}(t_{j-1})}{2} \Delta t, \quad (2.7)$$

где  $f_{кп}(t)$  — плотности распределения отказов элементов;  
 $j$  — фиксированные значения от 0 до  $m$ ;  
 $m$  — число интервалов разбишки шкалы наработки.

Далее определяют ведущие функции восстановления элементов как сумму функций композиций очередных замен:

$$\Omega(t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_{кп}(t). \quad (2.8)$$

Затем находят параметр потока отказов для различных периодов наработки:

$$\omega(t) = \frac{\Omega(t + \Delta t) - \Omega(t)}{\Delta t}. \quad (2.9)$$

В формулах (2.8) и (2.9):  
 $n$  — номер последовательных замен элементов;  
 $\Delta t$  — интервал наработки.

Размерность величин  $\Omega$  и  $\omega$  принимается 1/маш-ч или 1/тыс. км. Значение и вид функций показаны на рис. 2.2.

Количество заменяемых деталей на планируемый период наработки заданного списочного состава машин вычисляют по формулам:

для группы заменяемых деталей парка постоянного состава

$$N_{зач} = N_{сн} \Omega(t \div t + t_{н.п}); \quad (2.10)$$

для парка машин непостоянного состава

$$N_{зач} = \sum_{t=0}^{t_{н.п}} N_{сн} \omega(t), \quad (2.11)$$

где  $N_{сн}$  — списочное количество машин в парке;

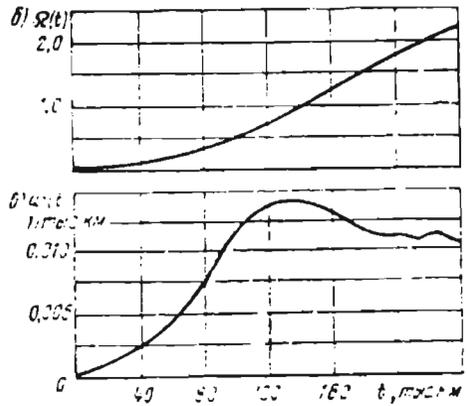
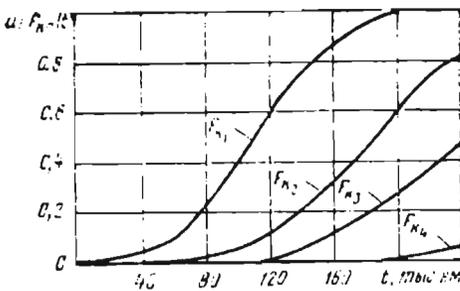


Рис. 2.2. Показатели процесса восстановления машины:

а — функция композиций замен; б — ведущая функция восстановления элемента; в — параметр потока отказов элемента

$\Omega(t \div t + t_{пл})$  — ведущая функция потока отказов группы заменяемых деталей за период плановой наработки машин ( $t_{пл}$ );  
 $\omega(t)$  — параметр потока отказов групп заменяемых деталей.

Пример. Определить количество замен группы деталей в агрегате за период плановой наработки  $t_{пл}$  40 тыс. км для 10 транспортных машин, имеющих начальную наработку:

Номер машины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Начальная наработка, тыс. км	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

В заменяемую группу входят три детали — 1д, 2д и 3д.

Предварительно были проведены сбор статистического материала по отказам деталей и его обработка по правилам теории вероятностей (табл. 2.2).

Таблица 2.2.

### Статистические данные по ресурсам деталей машин

Номера деталей в группе	Ресурсы, тыс. км			
	до первой замены		до последующих замен	
	$\bar{t}_{гр1}$	$\sigma_{t_1}$	$\bar{t}_{гр2}$	$\sigma_{t_2}$
1д	30	9	24	7,2
2д	60	15	48	12
3д	120	24	96	19,2

Определяем вероятность безотказной работы групп заменяемых деталей до первой и последующих замен (см. пример в п. 1.2) и строим функцию композиций распределения отказов группы, а также находим другие параметры (рис. 2.3) В результате расчета получены следующие значения параметров распределения группы деталей (см. рис. 2.3):

при замене до первого отказа:  $t_{гр1} = 28,5$  тыс. км,  $\sigma_{гр1} = 8,26$  тыс. км;

при последующих заменах:  $t_{гр2} = 23,0$  тыс. км,  $\sigma_{гр2} = 7,13$  тыс. км.

Определяем параметры распределения функций композиций очередных замен. Число функций композиций

$$n = \frac{t_{нач} + t_{пл}}{t_{ср.мин}} + 1 = \frac{140}{23} + 1 = 7.$$

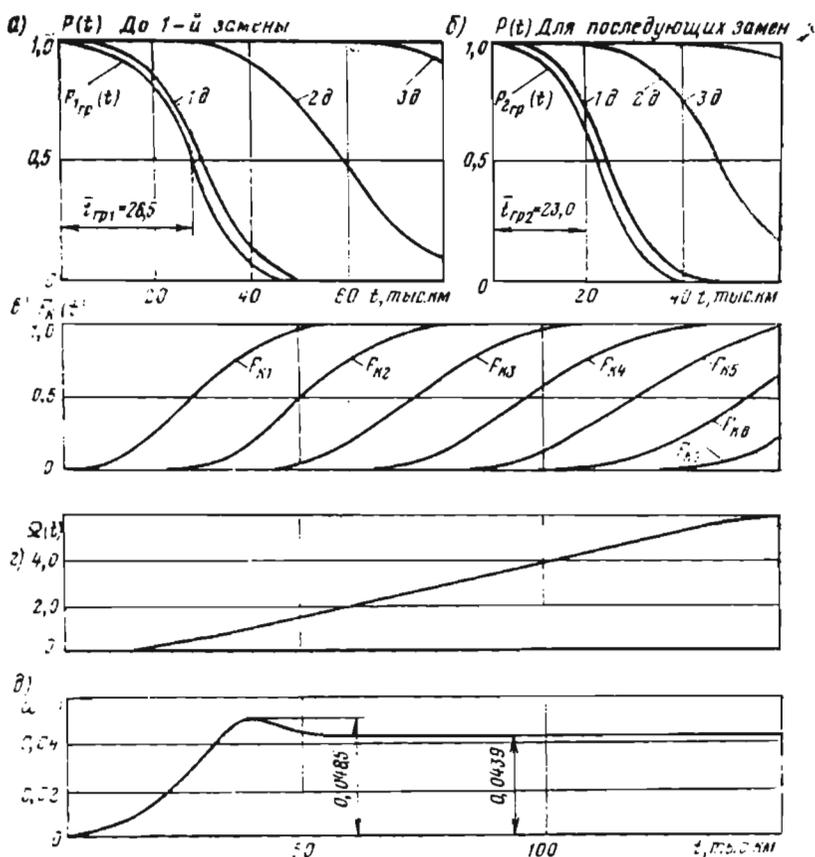


Рис. 2.3. График функций потока отказов деталей агрегата:

*a* — вероятность безотказной работы группы деталей до первой замены; *б* — то же, для последующих замен; *в* — композиции распределения отказов группы; *г* — ведущая функция; *д* — параметр потока отказов

Параметры функций композиций групп определяем: среднее значение наработки  $t_{гп}$  — суммированием нарастающего значения;  $\sigma_{гп}$  — по суммам квадратов групп. При этом:

Номер композиции	1	2	3	4	5	6	7
$t_{гп}$	28,5	51,2	74,5	97,5	120,5	143,5	166,5
$\sigma_{гп}$	8,26	10,77	12,9	14,72	16,38	17,9	19,2

Выполняем расчет функций композиций очередных замен, ведущей функции и параметра потока отказов по формулам (2.8) и (2.9) и строим графики (см. рис. 2.3). Данные расчета представлены в табл. 2.3.

Количество замен групп деталей в агрегате определяем по формуле (2.10) для каждой машины при плановой наработке  $t_{пл} = 40$  тыс. км.:

Номер машины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{гпч}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\Omega(t_{гпч})$	0,013	0,138	0,54	1,025	1,467	1,911	2,353	2,786	3,22	3,656
$\Omega(t_{пл} + t_{гпч})$	1,467	1,911	2,353	2,78	3,22	3,656	4,101	4,513	4,959	5,387
$N_i$	1,454	1,773	1,813	1,761	1,76	1,745	1,748	1,727	1,739	1,731

Таблица 2.3

## Расчет характеристик потока отказов

$t, t'$ тыс. км	$F_{к1}$	$F_{к2}$	$F_{к3}$	$F_{к4}$	$F_{к5}$	$F_{к6}$	$F_{к7}$	$\Omega(t)$ 1/тыс.км	$\omega(t)$ 1/1-км
10	0,013	0	0	0	0	0	0	0,013	0,002
20	0,136	0,002	0	0	0	0	0	0,138	0,018
30	0,517	0,023	0	0	0	0	0	0,540	0,047
40	0,978	0,143	0,004	0	0	0	0	1,025	0,049
50	0,992	0,445	0,029	0,001	0	0	0	1,467	0,044
60	1	0,785	0,121	0,005	0	0	0	1,911	0,045
70	1	0,957	0,364	0,031	0,001	0	0	2,353	0,042
80	1	0,996	0,665	0,118	0,007	0	0	2,786	0,043
90	1	1	0,885	0,305	0,029	0,001	0	3,220	0,043
100	1	1	0,976	0,567	0,105	0,008	0	3,655	0,044
110	1	1	0,997	0,804	0,261	0,040	0	4,101	0,045
120	1	1	1	0,937	0,488	0,108	0	4,513	0,041
130	1	1	1	0,987	0,719	0,225	0,028	4,959	0,045
140	1	1	1	0,998	0,883	0,423	0,083	5,387	0,043
150	1	1	1	1	0,965	0,647	0,195	5,802	0,042

Для парка из 10 машин на плановый пробег в 40 тыс. км требуется запасных деталей:

$$N_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{сг}}} N_i = 18 \text{ группы из трех деталей.}$$

## 2.3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ОБОРОТНЫХ АГРЕГАТОВ

Дорожно-строительные организации, имеющие ремонтно-производственную базу, могут проводить текущий ремонт всех машин парка и капитальный ремонт относительно несложных машин и агрегатов. Эти виды ремонта могут выполняться с использованием получаемых с заводов капитального ремонта обменных агрегатов или отремонтированных оборотных агрегатов своего фонда.

В производственную программу завода капитального ремонта строительной техники включают как ремонт полнокомплектных машин определенного наименования, так и ремонт основных агрегатов этих марок машин. При этом на заводах или на складах ремонтных мастерских создаются специальные обменные фонды, которые могут быть реализованы только в обмен на агрегаты, израсходовавшие свой ресурс. Номенклатура и размеры этих фондов агрегатов и узлов зависят от типа ремонтируемых машин и работности ремонтного завода. Ремонтное предприятие гарантирует работоспособность агрегатов обменного фонда при условии соблюдения заказчиком правил эксплуатации, записанных в документах завода-изготовителя машины. Качество отремонтированной продукции заводом гарантируется в специальном документе, подтверждающем соответствие ремонта техническим требованиям.

При расчете размера оборотного (обменного) фонда агрегатов или узлов дорожно-строительных машин может быть принят метод

его оптимизации. Задача формулируется следующим образом. Эксплуатационное предприятие имеет некоторую сумму средств на приобретение новых машин или агрегатов обменного фонда. Требуется так распределить эту сумму средств, чтобы максимальное количество машин находилось в работоспособном состоянии [58]. При этом условии можно определить списочное количество машин, которые должны быть обеспечены обменными агрегатами:

$$N_{\text{сп.а}} = \frac{C_{\text{к}} - \sum_1^m nC_{\text{а}}}{C_{\text{м}}}, \quad (2.12)$$

где  $C_{\text{к}}$  — сумма средств, выделяемая на капитальный ремонт машин, руб.;

$C_{\text{м}}$  и  $C_{\text{а}}$  — соответственно стоимости машины и агрегата, руб.;

$n$  — количество агрегатов данного наименования, шт.;

$m$  — количество наименований агрегатов обменного фонда, ед.

Количество машин, находящихся в работоспособном состоянии  $N_{\text{р}}$ , является функцией простоя их при замене агрегатов. Это количество определяется произведением списочного состава парка  $N_{\text{сп.а}}$  на коэффициент технического использования парка  $K_{\text{ти}}$  и вероятность  $P_0$  того, что при отказе агрегата простоя из-за его отсутствия в обменном фонде не будет.

Таким образом, решением данной задачи является максимизация работоспособного количества машин  $N_{\text{р}}$  по формуле целевой функции:

$$N_{\text{р}} = N_{\text{сп.а}} K_{\text{ти}} P_0 \rightarrow \max. \quad (2.13)$$

При этом значение коэффициента технического использования может быть принято по отчетным данным хозяйства или рассчитано по формуле (1.30) с заменой коэффициента  $B$  на значение  $T_{\text{за}}$  — время замены агрегата.

Вероятность отсутствия простоя машин  $P_0$  определяется исходя из предположения, что значительного простоя машин не будет в связи с наличием исправных агрегатов в обменном фонде. Агрегаты ремонтируются на ремонтном предприятии, располагающем большей производственной мощностью по отношению к потребностям в агрегатах эксплуатационного предприятия. При этом изменение потребности в агрегатах не может сколько-нибудь существенно повлиять на время оборота агрегата.

Преобразовывая уравнения (2.12) и (2.13), получим

$$N_{\text{р}} = \frac{C_{\text{к}}}{C_{\text{м}}} - \left(1 - n \frac{C_{\text{а}}}{C_{\text{к}}}\right) K_{\text{ти}} P_0 \rightarrow \max. \quad (2.14)$$

Значение полученной целевой функции дает возможность определить количество обменных агрегатов машин  $n_{\text{опт}}$ , которое максимизирует результаты расчета, т. е. которое является оптимальным по избранному критерию  $N_{\text{р.опт}} \rightarrow \max$ .

Выполнив расчеты оптимизации количества обменных агрегатов каждого наименования, требующихся для агрегатного метода ремонта машин определенного типа, можно определить число строи-

тельных организаций, которое будет обеспечено обменными агрегатами с ремонтного предприятия определенной мощности. Можно решить также задачу и по определению необходимому ведомству количества обменных агрегатов, а также вопрос об организации централизованной ремонтной службы.

Пр и м е р. Рассчитать количество агрегатов обменного фонда для парка дорожно-строительных машин  $N_{с.п.} = 50$  шт. при следующих данных:  $T_0 = 1500$  ч,  $T_c = 7$  ч,  $T_{за} = 0,5$  ч,  $T_{рем} = 9$  дней, соотношение  $C_n/C_k = 0,001$  и  $0,004$ ,  $T_{об} = 6$  и  $12$  дней.

Расчет выполняем с использованием формул (1.30) и (2.14). Результаты расчета:

- при соотношении  $C_n/C_k = 0,001$  и  $T_{об} = 9$  дней  $n_{опт} = 6$  ед;
- при том же соотношении  $C_n/C_k$ , но при  $T_{об} = 12$  дней  $n_{опт} = 9$  ед;
- при соотношении  $C_n/C_k = 0,004$  и  $T_{об} = 6$  дней  $n_{опт} = 9$  ед

## 2.4. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОМ ДОРОЖНЫХ МАШИН

В процессе эксплуатации дорожно-строительных машин происходит изменение их технического состояния, причем в конечном итоге все агрегаты машины приходят к предельному состоянию, выработав заложенный в конструкцию ресурс. При этом необходимы выполнение капитального ремонта агрегатов, или их замена при текущем ремонте машины, или списание машины с баланса предприятия.

Наиболее характерными признаками предельного состояния машины является снижение развиваемой мощности силовой установки или снижение производительности рабочих органов. В качестве критерия оценки эффективности эксплуатации принимают минимум суммарных удельных затрат на техническую эксплуатацию, состоящих из затрат на приобретение машины и текущих затрат на поддержание ее надежности (см. п. 1.5). Методика расчета затрат основывается на оптимизации ресурса, причем нормирование затрат на запасные части за межремонтный период дает возможность управлять надежностью машин или их ресурсом. Так, например, выявленный при сравнении фактических затрат на эксплуатацию машин с нормативными данными повышенный расход запасных частей в стоимостном выражении показывает, что эксплуатация машин и работа служб технического обслуживания и ремонтов организованы недостаточно хорошо и машина не вырабатывает назначенный ресурс до капитального ремонта.

Наряду с затратами на запасные части к машинам, важнейшее значение имеет снижение трудовых затрат на проведение ремонта. Часто отказ возникает уже после проведенного ремонта агрегата. При этом производятся разборка и замена отказавшей детали, которую можно было бы заменить при первичной разборке при ремонте.

Вид и сочетание разновидностей текущих ремонтов выбирают на основе рациональной с точки зрения затрат стратегии ремонта замен элементов агрегата. Возможность групповой замены снижает количество отказов, объем разборочно-сборочных работ и затраты на простой машины в ремонте. Оптимизация разновидностей теку-

щих ремонтов проводится с учетом анализа конструктивных особенностей объекта, технических условий на сборку агрегатов путем составления карт надежности и уточнения затрат на их ремонт. Трудовые затраты на разборочно-сборочные работы определяют на основе операций технологических карт, а затраты на материалы и компенсацию простоев принимают в размере 35—40% от стоимости запасных частей. Последовательность определения оптимальной стратегии замены деталей группами следующая:

в группах деталей устлавливают возможное сочетание замен, т. е. возможные стратегии;

определяют функции композиций замен при индивидуальной и групповых методах замен;

вычисляются ведущие функции;

рассчитывают суммарные затраты на поддержание надежности деталей за весь период эксплуатации агрегата; выбирают оптимальную стратегию замены и разрабатывают рекомендуемую технологию ремонта агрегата.

В качестве примера рассмотрим результаты оптимизации стратегий замены трех деталей раздаточной коробки РК-12 поливочно-мочной машины: шестерни 000008 (деталь № 1) и двух подшипников 7305 (детали № 2 и 3) вала этой шестерени. Значения характеристик надежности рассчитаны по методике, приведенной в п. 1.2, а карта надежности основных деталей коробки передач показана на рис. 2.4. Данная группа деталей может иметь следующие стратегии замены:

стратегия А — детали в группе заменяются индивидуально;

стратегия Б — деталь № 3 заменяется индивидуально, а детали № 1 и 2 группой;

стратегия В — деталь № 2 заменяется индивидуально, детали № 1 и 3 группой;

стратегия Г — деталь № 1 заменяется индивидуально, а детали № 2 и 3 группой;

стратегия Д — все три детали подлежат групповой замене.

В соответствии с расчетами значений ведущих функций за ресурс работы машины, равный 240 тыс. км., для различных стратегий замены определяют среднее число замен (табл. 2.4, гр. 3). Количество оказаний групп ( $\Omega_i$ ) за ресурс  $t_p$  при каждой стратегии находят как сумму соответствующих ведущих функций деталей в группе (см. табл. 2.4, гр. 4). Стоимость запасных частей для каждой стратегии замены за ресурс агрегата (см. табл. 2.4, гр. 5) составляет:

$$C_{зч.А} = \Omega_1(t_p)C_1 + \Omega_2(t_p)C_2 + \Omega_3(t_p)C_3;$$

$$C_{зч.Б} = \Omega_6(t_p)(C_1 + C_2) + \Omega_3(t_p)C_3;$$

$$C_{зч.В} = \Omega_8(t_p)(C_1 + C_3) + \Omega_2(t_p)C_2;$$

$$C_{зч.Г} = \Omega_7(t_p)(C_2 + C_3) + \Omega_1(t_p)C_1;$$

$$C_{зч.Д} = \Omega_4(t_p)(C_1 + C_2 + C_3),$$

где  $C_1, C_2, C_3$  — стоимости деталей 1, 2 и 3 руб.

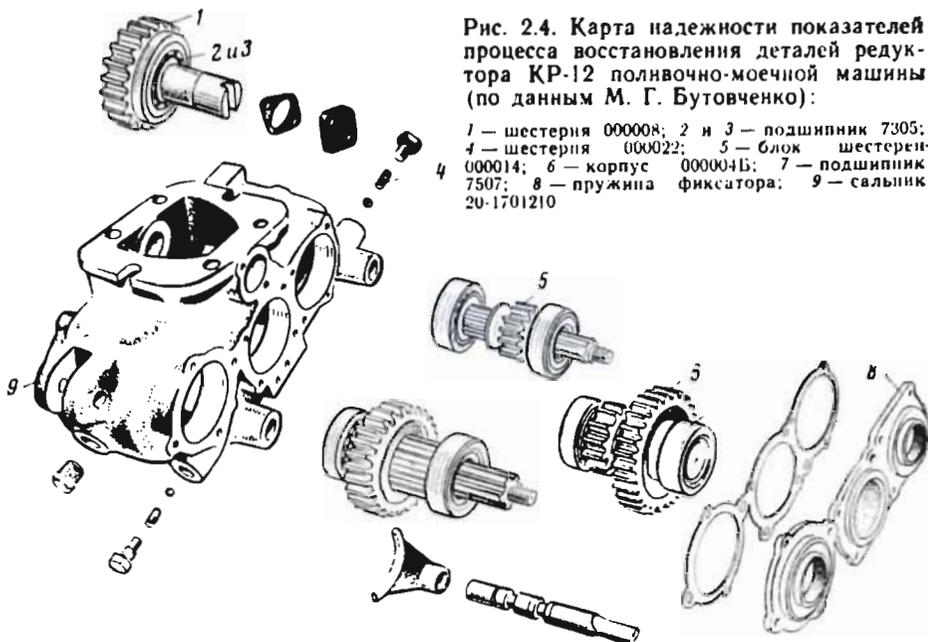
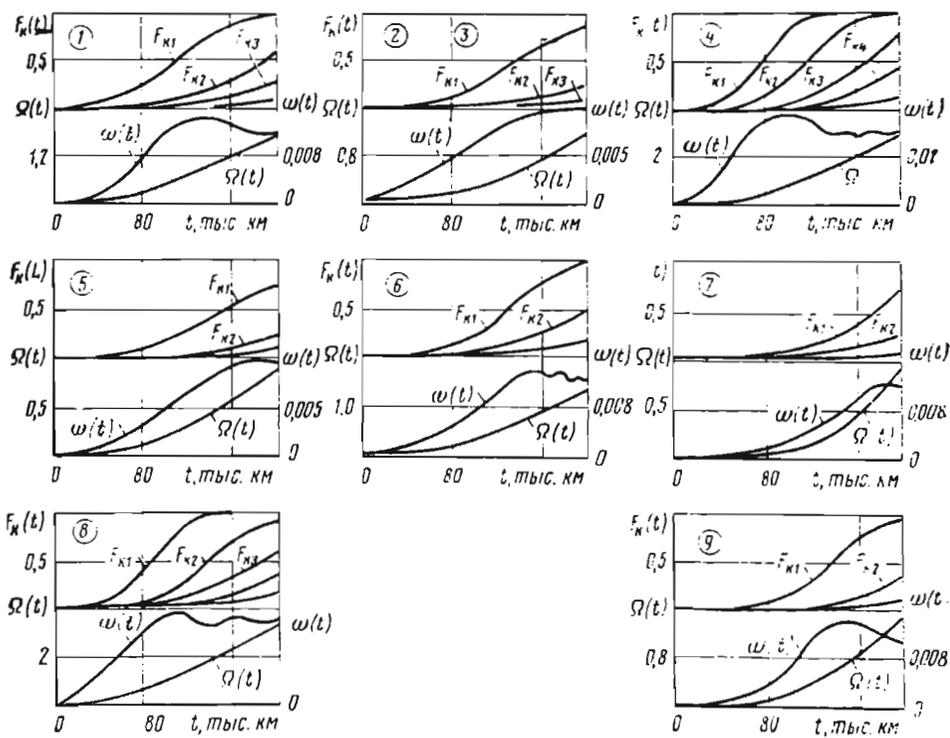


Рис. 2.4. Карта надежности показателей процесса восстановления деталей редуктора КР-12 полночно-моечной машины (по данным М. Г. Бутовченко):

1 — шестерня 000008; 2 и 3 — подшипник 7305; 4 — шестерня 000022; 5 — блок шестерен 000014; 6 — корпус 000004Б; 7 — подшипник 7507; 8 — пружина фиксатора; 9 — сальник 20-1701210



## Расчет оптимизации стратегий ремонта агрегата

Стратегия замен	Номера деталей	Среднее число замен	Общее число отказов в группе	Затраты, руб.			
				на запас- ные части	Общие на запас- ные части	на зара- ботную плату и стоимость материалов	суммарные
А	1	1,46	5,64	6,11	9,13	16,53	25,66
	2	2,09		1,51			
	3	2,09		1,51			
Б	1—2	2,32	4,41	11,40	12,90	11,76	24,66
	3	2,09		1,51			
В	1—3	2,32	4,41	11,40	12,90	11,76	24,66
	2	2,09		1,51			
Г	2—3	2,15	3,61	3,09	9,21	9,18	18,39
	1	1,45		6,11			
Д	1—2—3	2,53	2,53	14,28	14,28	6,37	20,65

Затраты на заработную плату при разборке агрегата, на материалы и компенсацию простоев при каждой стратегии замен за ресурс узла определены как произведение общего числа отказов на стоимость текущего ремонта (см. табл. 2.4, гр. 7). Трудовые затраты (заработная плата) на монтажно — демонтажные работы раздаточной коробки при замене деталей приняты 2,93 руб. на одну замену детали или группы. Суммарные общие затраты на поддержание надежности раздаточной коробки за ресурс определяются как сумма затрат на запасные части и трудовые затраты каждой стратегии (см. гр. 8).

Анализ полученных данных показывает, что наиболее оптимальной с точки зрения минимума затрат агрегата является стратегия Г (совместная замена двух подшипников при отказе одного из них и индивидуальная замена шестерни при полной выработке ресурса).

Кроме того, видно, что с достаточной эффективностью может быть использована стратегия Д (одновременная замена всех деталей группы при отказе одной из них). В данном случае недоиспользование ресурса отдельных деталей компенсируется снижением трудовых затрат при единственной разборке агрегата. Индивидуальная стратегия А замен деталей является самой дорогостоящей, так как требует значительных трудовых затрат при тройной разборке узла. Эту стратегию нецелесообразно применять при организации ремонта машины.

Таким образом, наиболее эффективные стратегии Г и Д следует использовать для разработки технологии текущего ремонта поливочно-моечной машины при организации агрегатного метода ее ремонта.

## 2.5. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ МАШИН

Важнейшим элементом организации технической эксплуатации дорожно-строительных машин является планирование потребности в запасных частях для замены их в агрегатах на определенный период эксплуатации по всему разномарочному парку. Задача прогнозирования потребности в запасных частях для замены за определенный период (год работы, ресурс или срок службы машины) усложняется тем, что число замен данной детали для машин различных марок за один и тот же период эксплуатации различно. Дело в том, что условия, или фон эксплуатации, и внешние нагрузки на машины различны и, кроме того, машины имеют различную наработку с начала ввода их в эксплуатацию. В связи с этим необходимо использовать методику расчета и параметра общего процесса восстановления ремонтируемых объектов, рассмотренные ранее в п. 2.2. При этом определяют функцию распределения  $i$ -й замены детали  $F_i(t)$ , которую для любых законов распределения наработок потока отказов или, точнее, восстановлений рассчитывают при помощи интеграла свертки [см. формулу (2.7)]. Затем по формулам (2.8) и (2.9) определяют остальные параметры: параметр потока восстановления  $\omega(t)$  и функцию восстановления  $\pi(t)$  за плановый период наработки.

На основе расчетов составляют карты надежности агрегата по деталям, лимитирующим надежность, которые используют для прогнозирования потребности в запасных частях. В расчете учитывают как наработку на отказ деталей, установленных на заводе-изготовителе машин, так и наработку деталей, которые были установлены при ремонте взамен отказавших на эксплуатационном предприятии. При этом суммируют данные по отказам для машин парка, имеющих различную наработку с начала эксплуатации. Число замен деталей машин или комплектующих агрегатов (например, гидронасосов, двигателей, контрольной аппаратуры и др.)

$$N_{\text{зм}} = \sum_{i=0}^k N_i [\Omega(t_i + t_{\text{пл}}) - \Omega(t_i)], \quad (2.15)$$

где  $N_i$  — число машин в  $i$ -й группе определенной наработки;  
 $k$  — число групп машин, объединенных по наработке;  
 $t_i$  — наработка машины  $i$ -й группы с начала эксплуатации, ч или тыс. км;  
 $t_{\text{пл}}$  — наработка машины за плановый период эксплуатации, ч или тыс. км.

**Пример.** Определить потребность автодормехбазы в шестернях раздаточного редуктора поливочно-моечной машины на годовой плановый период пробега в 40 тыс. км. Парк машин состоит из трех групп по 25 машин с пробегом соответственно: новые, 40 и 160 тыс. км.

Потребность в шестернях постоянного зацепления № 0008 (см. рис. 2.4) определяем по формуле (2.15), получив данные из карты надежности (см. рис. 2.4). Подставляя значения ведущей функции от пробега, получаем:

$N_{\text{зам}} = 25(0,10 - 0) + 25(0,22 - 0,1) + 25(1,25 - 0,9) = 2,5 + 3,0 + 8,75 = 14,25$ .  
 Принимаем 15 деталей.

Таким образом, прогнозирование потребности в запасных частях машин с учетом их наработки или пробега позволяет ввести относительную ритмичность в проведении ремонтов агрегатов, составить нормативы потребности в деталях, заказать их производство заводам-изготовителям.

На практике часто применяется метод планирования расхода в запасных частях машин из расчета их потребности на год эксплуатации. При этом годовую потребность в запасных частях рассчитывают для парка в 100 машин с учетом срока службы машин определенных групп:

$$N_{\Gamma} = \frac{100m n}{T_{сл}}, \quad (2.16)$$

где  $n$  — количество однотипных деталей в машине;  
 $m$  — количество вероятных замен за плановую наработку;  
 $T_{сл}$  — срок службы машины в годах.

Количество вероятных замен определяется по формуле, приведенной в работах Б. В. Гнеденко [4], которая может быть рекомендована для деталей, у которых наработка распределена по закону с коэффициентом вариации не выше 0,6. Формула (2.17) учитывает средний ресурс детали или агрегата:

$$m = \frac{T_n}{T_{ср}} + U_p \frac{\sigma_t \sqrt{T_n}}{\sqrt{T_{ср}^3}}, \quad (2.17)$$

где  $T_n$  — плановая наработка машины, ч;  
 $T_{ср}$  — средний ресурс детали, ч;  
 $U_p$  — квантиль нормального распределения, принимаемый в зависимости от доверительной вероятности 0,9—0,95;  
 $\sigma_t$  — среднее квадратическое отклонение ресурса.

Пример. Определить потребность в распылителях форсунок дизельного двигателя. Средний ресурс распылителя 69,2 тыс. ч. при среднем квадратическом отклонении  $\sigma_t = 50,5$  тыс. ч. Следует определить потребность в распылителях для плановой наработки 300 тыс. ч с доверительной вероятностью 0,9.

Количество замен распылителей за плановую наработку

$$m = \frac{300}{69,2} + 1,281 \frac{50,5 \sqrt{300}}{\sqrt{69,2^3}} = 6,3.$$

Учитывая, что срок службы двигателя составляет 6 лет и на двигателе устанавливается четыре форсунки с распылителями, число распылителей на год эксплуатации определяем по формуле

$$N_{\Gamma} = \frac{100 \cdot 4 \cdot 6,3}{6} = 420 \text{ шт.}$$

Если наблюдается внезапный характер отказов элементов машин при экспоненциальном законе распределения наработок с коэффициентом вариации более 0,6, то рекомендуется для расчетов потребности в запасных частях использовать номограммы, предложенные проф. Н. Я. Говорущенко [5].



машин одного типа, как, например, в управлениях механизации крупного масштаба, то потребность в различных мероприятиях системы ППР на годовой период для парка однотипных машин со списочным составом  $N_{сп}$ , можно определить укрупненно:

$$N_{ij} = \sum_{i=1}^m N_{спi} \frac{T_{пл}}{T_i} (1 - A_i), \quad (2.18)$$

где  $T_{пл}$  — плановая наработка машины за год, определяемая по формуле (1.29), ч или тыс. км;

$T_i$  — плановая периодичность выполнения ТО, текущих и капитальных ремонтов, установленная нормативами, ч или тыс. км [36];

$A_i$  — частота совпадения видов работ ( $A_i = T_i/T_{i+1}$ ), например для текущих ремонтов  $A_{тр} = T_{тр}/T_{кр}$ ;

$i$  — вид ТО или ремонтов;

$j$  — модель дорожной машины для группы, по которой ведется расчет;

$m$  — количество моделей машин в парке.

Для расчета количества мероприятий ТО и ремонта годового плана эксплуатационного предприятия можно пользоваться простейшими номограммами, составленными по нормативам межремонтного цикла для групп машин [32]. Эти номограммы вычерчивают на миллиметровой бумаге, где отмечают в масштабе все мероприятия системы для данной группы машин, имеющей одинаковый межремонтный период и цикл до капитального ремонта. Например, по данным, приведенным в «Рекомендациях по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» Госстроя СССР, можно составить номограмму для групп разнотипных машин, но имеющих одинаковую структуру цикла, например  $T_{пл} = 5760$  ч для рыхлителей, бульдозеров, тракторов, автогрейдеров и экскаваторов с объемом ковша до  $0,4 \text{ м}^3$  и др. По данным этого цикла в масштабе вычерчивают горизонтальную шкалу номограммы, затем получают вертикальную шкалу путем перенесения делений горизонтальной шкалы под углом  $45^\circ$ . На наклонных линиях отмечают наименование мероприятий или дают им обозначения (рис. 2.6, правый угол). Вертикальная шкала определяет плановые наработки машин за год эксплуатации (см. табл. 1.3).

Схема пользования номограммой проста и состоит в следующем: отметив на вертикальной шкале плановую наработку машины (директивную норму), проводят горизонтальную линию (например 1500 ч). На горизонтальной шкале находят точку, определяющую наработку машины с начала эксплуатации или после капитального ремонта, и восстанавливают из этой точки перпендикуляр до пересечения с линией плановой наработки (точка А). Количество мероприятий годового плана ТО и ремонтов машины, имеющей данную наработку, определяют пересечениями перпендикуляра с наклонными линиями до высоты точки А. Так как наклонные линии относятся по названию к определенным мероприятиям, то пересчет одинаковых пересечений дает количество мероприятий годо-

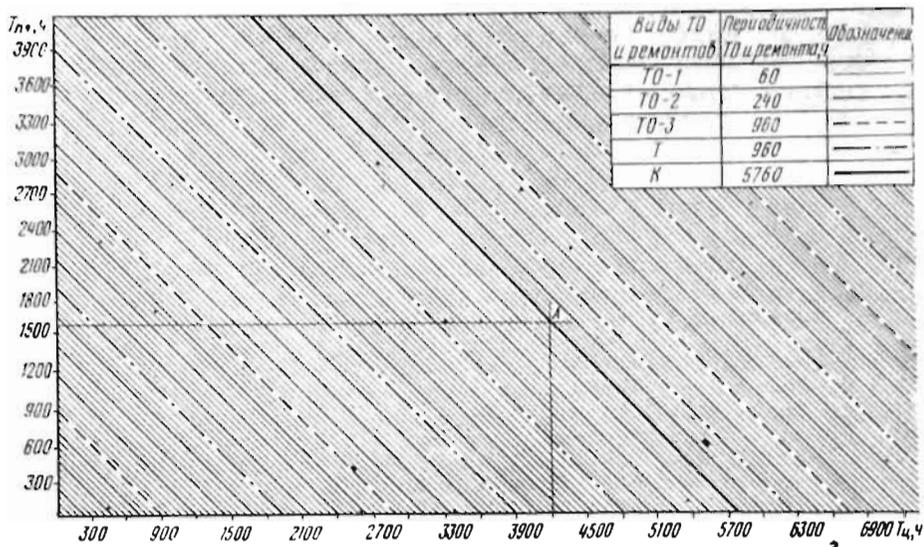


Рис. 2.6. Номограмма годового количества мероприятий технического обслуживания и ремонтов машин

вого плана, которые необходимо провести данной машине. Выше уровня линии директивной наработки для данной машины подсчета пересечений проводить не следует.

Количество мероприятий ТО и ремонта, определенных по номограмме, заносит непосредственно в годовой план восстановительных работ для машин эксплуатационного предприятия ДСУ, ДРСУ, ДЭУ, управления механизации и др. [37].

Таблица 2.5

Примерное распределение трудоемкости работ при выполнении технического и сезонного обслуживаний дорожно-строительных машин (в процентах)

Вид работ	Экскаватор	Автогрейдер	Каток самоходный	Бульдозер	Авто-биль-самосвал	Кран (погрузчик)	Скрепер
Очистка, мойка	5	5	4	5	3	3	5
Диагностические	27	23	24	26	27	23	24
Крепежные	18	20	21	21	17	15	18
Регулировочные	6	7	8	7	5	6	8
Смазочные	18	18	20	16	14	16	18
Электротехнические	6	5	6	7	5	5	5
Аккумуляторные	1	1	1	6	5	6	4
Обслуживание гидросистем	12	12	13	12	14	14	12
Шиномонтажные	7	9	3	—	10	12	6

**Примерное распределение трудоемкости работ текущего ремонта дорожно-строительных машин (в процентах)**

Вид работ	Экскаватор	Автогрейдер	Каток самоходный	Бульдозер	Автосамосвал	Кран (погрузчик)	Скрепер
Крепежные	5	3	4	5	6	4	3
Регулировочные	2	3	3	2	3	3	3
Разборочно-сборочные	31	31	33	33	30	34	33
Ремонт агрегатов и узлов	21	21	22	21	20	22	21
Электротехнические	8	8	6	7	6	8	8
Аккумуляторные	1	1	1	2	2	2	1
Обслуживание систем топливодачи	5	4	4	3	3	3	5
Шиномонтажные	1	1	1	1	1	1	1
Вулканизация камер	1	1	1	1	1	1	1
Станочные	14	13	14	14	9	11	12
Меднические	2	2	2	2	3	1	1
С ручные	2	2	1	1	2	2	3
Меднико-жестянические	3	4	4	3	5	2	2
Кузнечно-рессорные	2	4	1	2	5	3	2
Столярные	1	1	—	2	1	1	1
Кабино-арматурные	2	2	2	2	2	2	2
Маллярные	1	1	3	1	3	1	2

Суточная программа производственного участка ТО или ремонта машин

$$N_{\text{сут}} = N_{ij} / D_{\text{уч}}, \quad (2.19)$$

где  $D_{\text{уч}}$  — число рабочих дней в году работы участка технического обслуживания или ремонта машин.

Годовой план ТО и ремонта машин является исходным документом при расчете материальных средств, необходимых для работы участков эксплуатационного предприятия по восстановлению работоспособности машин и для заказа запасных частей и нарядов на капитальный ремонт машин на ремонтных заводах. По количеству мероприятий для всех машин базы и по трудоемкости, взятой из нормативов [37], находят суммарную загрузку участков в человеко-часах.

Затем производят разбивку трудоемкости по видам работ с использованием табл. 2.5 и 2.6 и определяют количество рабочих, необходимое число постов для машин, производственные площади, требуемое оборудование и др.

## **СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ МАШИН**

### **3.1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ**

Одним из условий выполнения плановых заданий по строительству автомобильных дорог является обеспечение необходимой работоспособности дорожно-строительной техники. Работоспособность машины определяется надежностью, которая задается при изготовлении дорожных машин и должна постоянно поддерживаться в процессе их использования. Эксплуатация машин характеризуется значительным разнообразием внешних и внутренних факторов, которые влияют на техническое состояние. Это — климатические и грунтовые условия работы, нагрузочно-скоростные режимы, физико-химические свойства эксплуатационных материалов и многое другое. При этом происходит изнашивание деталей машин, характер которого для отдельных составных частей различен. Особенно сильно подвергаются абразивному изнашиванию рабочие органы машин для земляных работ, бетоносмесителей, детали гусеничных ходовых устройств и трансмиссии. Детали цилиндрично-поршневой группы, кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания, шестерни редукторов подвергаются механическому изнашиванию, которое сопровождается молекулярно-механическим и коррозионно-механическим воздействиям. В отдельных узлах происходит перераспределение внутренних напряжений, появляются дополнительные динамические нагрузки, изменяющие структуру и твердость металла.

В результате действия эксплуатационных факторов изменяются первоначальные размеры деталей, физико-механические свойства их поверхностей, нарушается характер посадок, происходят усталостные разрушения. При этом размеры деталей отклоняются от номинальных значений, изменяются зазоры и регулировки, ослабляются крепежные соединения. Все это оказывает отрицательное воздействие на надежность машин и их эксплуатационные показатели: производительность, расход топлива и эксплуатационных материалов, электроэнергии и др. Для поддержания заданного уровня надежности машин в эксплуатационных условиях организуется система технического обслуживания и ремонта техники, которая представляет собой, согласно ГОСТ 18322—78 совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и специалистов-исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему. Мероприятия системы имеют планово-предупредительный характер и подразделяются на две группы: техническое обслуживание и ремонт.

*Техническое обслуживание* — комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности машин в процессе эксплуатации: использовании, ожидании, хранении и транспортировании. С помощью технического обслуживания предупреждают появление отказов и неисправностей, ограничивают изнашивание деталей машин.

*Ремонт* — комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности и ресурсов машин или их составных частей. Во время ремонта устраняют отказы и повреждения, возникшие в процессе использования машин.

Действующими инструкциями и положениями по технической эксплуатации строительных и дорожных машин [36] предусмотрены в процессе использования следующие виды технического обслуживания: ежесменное техническое обслуживание (ЕО), периодические техническое обслуживание (ТО), сезонное техническое обслуживание (СО), техническое обслуживание при хранении (ТХ). Кроме перечисленных видов технического обслуживания, в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей машин проводят техническое обслуживание при транспортировании и при эксплуатационной обкатке, предшествующей началу использования машин.

*Ежесменное техническое обслуживание* выполняют перед началом или в конце рабочей смены. В перечень операций ЕО входят уборочно-моечные, заправочные работы, а также проверка работоспособности составных частей и машины в целом. Особое внимание уделяют проверке состояния узлов и систем, определяющих безопасность работы: рулевого управления, тормозов и др.

*Периодическое техническое обслуживание* производят в соответствии с планами-графиками, через определенные периоды наработки. Для строительных и дорожных машин наработку измеряют в часах (мото-часах) счетчиками, установленными на машинах, или путем учета сменного времени, которое корректируется с помощью коэффициента внутрисменного использования. Для сложных строительных и дорожных машин установлено несколько видов периодического технического обслуживания: первое техническое обслуживание (ТО-1), второе техническое обслуживание (ТО-2) и третье техническое обслуживание (ТО-3). Периодичность этих мероприятий различна. Так, для машин на базе тракторов технические обслуживания выполняют с периодичностью: ТО-1 — через 60 мото-ч, ТО-2 — через 240 мото-ч и ТО-3 через 960 мото-ч [27]. Регламентированы перечень операций, трудоемкость работ, а также продолжительность простоев машин при каждом ТО машин. При проведении периодических ТО выполняют уборочно-моечные, крепежные, контрольно-регулирующие, заправочно-смазочные и другие работы.

Значительный объем при втором и третьем ТО составляют диагностические операции. В каждое последующее ТО обязательно входят работы предыдущего ТО.

*Сезонное техническое обслуживание* выполняют 2 раза в год при переходе к эксплуатации машин в осенне-зимний или весенне-летний периоды. Состав работ определяет специальную подготовку машин к работе в один из этих периодов и состоит из регулировок и замены масел, антифриза и др.

*Техническое обслуживание при хранении* предназначено для обеспечения сохранности машин и предохранения от повреждений их составных частей. Различают хранение межсезонное, кратковременное и длительное.

Техническое обслуживание при этом относится главным образом к длительному хранению и представляет собой работы по подготовке машин к хранению (консервации), установке на хранение, ТО во время хранения и снятию машин с хранения.

Кроме технических обслуживаний, строительные и дорожные машины подвергают двум видам ремонтов: текущему (Т) и капитальному (К). При текущем ремонте машин устраняют возникшие неисправности и повреждения отдельных узлов и агрегатов, а при капитальном полностью восстанавливают работоспособность машины после предельного износа ее агрегатов и систем.

Система технического обслуживания и ремонта характеризуется рядом показателей. К ним относят продолжительность, трудоемкость и стоимость технического обслуживания (ремонта). При этом определяют средние, суммарные и средние удельные значения этих показателей, оценивающих затраты времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт.

Виды и периодичность технического обслуживания и ремонтов, а также состав и порядок проведения работ, устанавливается по каждой модели машины заводом-изготовителем и приведены в инструкциях по их технической эксплуатации.

Эксплуатационное предприятие должно разрабатывать документы для проведения мероприятий системы планово-предупредительных ремонтов (ППР) по поддержанию работоспособности дорожных машин в соответствии с ГОСТ 25646—83; годовые планы технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин (форма 3.1); месячные планы-графики технического обслуживания и ремонта машин (форма 3.2).

Годовым планом технического обслуживания и ремонта определяется количество плановых ТО и ремонтов по каждой машине, причем исходными данными при этом служат: сведения о фактической наработке машины (в мото-часах) на начало планируемого периода со времени проведения соответствующего вида ТО или ремонта или с начала эксплуатации машины; планируемая наработка машины на год в мото-часах, которая определяется умножением планируемого количества часов работы машины в течение года на коэффициент внутрисезонного ее использования ( $K_{\text{в}} = 0,6 \div 0,85$ ); показатели периодичности проведения технических обслуживаний и ремонтов [27, 36].

Количество ТО или ремонтов определяют отдельно по видам ме-

**План  
технического обслуживания и ремонта машин на 19\_\_ г.**

*(наименование организации и ее ведомственная подчиненность)*

Наименование и марка (индекс) машины	Заводской номер машины	Количество ТО и ремонтов в планируемом году					
		К		Т и ТО-3	ТО-2	ТО-1	СО
		количество	месяц проведения				
1	2	3	4	5	6	7	8

**ПЛАН-ГРАФИК**

**технического обслуживания и ремонта машин на \_\_\_\_\_ месяц  
19\_\_ г.**

*(наименование организации и ее ведомственная подчиненность)*

Наименование и марка (индекс) машины	Заводской номер машины	Числа месяца и виды ТО и ремонта						
		1	2	3	4...	29	30	31
		3	4	5	6...	31	32	33
1	2	3	4	5	6...	31	32	33

роприятий ( $K_{p(ТО)}$ ), которые должны быть проведены в планируемом году для каждой машины:

$$K_{p(ТО)} = \frac{H_{фг} + H_{пл}}{T_{п}} - K_{п}, \quad (3.1)$$

где  $H_{фг}$  — фактическая наработка машины на начало планируемого периода со времени проведения последнего вида ТО или ремонта или с начала эксплуатации машины, мото-ч;

$H_{пл}$  — планируемая наработка на расчетный новый год, мото-ч;

$T_{п}$  — периодичность выполнения соответствующего вида ТО или ремонта, по которому ведется расчет, мото-ч;

$K_{п}$  — количество видов ТО или ремонтов с периодичностью большей, чем периодичность того вида, по которому ведется расчет (при расчете капитальных ремонтов  $K_{п} = 0$ ).

Расчеты по формуле (3.1) выполняют в следующей последовательности: К, Т, ТО-3, ТО-2, ТО-1.

Данные о фактической наработке машины после проведенных соответствующих ТО или ремонтов определяются разностью между наработкой машины на начало планируемого года и ее наработкой на день проведения соответствующего вида ТО или ремонта в году, предшествующем планируемому. Нарботку машины на начало планируемого года устанавливают по журналам учета технических обслуживаний и ремонтов и учета работ по устранению неисправностей строительных машин (формы 3.3 и 3.4).

Месяц планируемого года, в котором должен проводиться капитальный ремонт машины:

$$K_{к} = \frac{12(T_{к} - H_{фк})}{H_{плк}} + 1, \quad (3.2)$$

где  $T_{к}$  — периодичность выполнения капитального ремонта, мото-ч;

$H_{фк}$  — наработка машины от предыдущего капитального ремонта или с начала эксплуатации, мото-ч.

Годовой план ТО и ремонтов парка дорожно-строительных машин утверждается главным инженером эксплуатационного предприятия.

Месячным планом-графиком ТО и ремонтов машин устанавливаются день остановки машины на проведение восстановительных мероприятий и продолжительность простоя машины (в сутках). Порядковый рабочий день месяца, на который падает начало проведения технического обслуживания или ремонта машины;

$$D_{p,ТО} = \frac{K_{др}(T_{п} - H_{ф})}{H_{плм}} + 1, \quad (3.3)$$

где  $K_{др}$  — количество дней в планируемом месяце, определяемое по календарю с учетом сменности;

$H_{ф}$  — наработка машины между ТО или ремонтами;

$H_{плм}$  — планируемая наработка машины на расчетный месяц, мото-ч.

Результаты расчета по формулам (3.1) (3.3) следует округлить до целых чисел в меньшую сторону. Если при расчете по формуле (3.3) значение  $D_{p(то)}$  окажется больше, чем количество рабочих дней в планируемом месяце, то данный вид ТО или ремонта в этом месяце проводиться не должен. При расчете порядкового номера рабочего дня остановки машины для проведения второй раз в месяц технического обслуживания одного вида его периодичность при подстановке в формулу (3.3) увеличивают в 2 раза, в третий раз — в 3 раза и т. д.

Продолжительность простоя машин в ТО или ремонтах, вносимая в план-график, определяется по данным таблицы показателей «Рекомендаций по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» [27] или «Указаний по организации и проведению технического обслуживания и ремонта дорожных машин» Минавтодора РСФСР [36].

При составлении планов необходимо следить за тем, чтобы производственная база (посты ТО и ремонта) была загружена равномерно.

Поэтому допускается в плане-графике смещение времени проведения мероприятий в пределах одного-двух дней в сторону увеличения периодичности.

Пример. Составить годовой план ТО и ремонта экскаватора Э-652Б. Экскаватор отработал на начало года следующее количество мото-часов после капитального ремонта — 5660, текущего ремонта — 820, технического обслуживания ТО-2 — 140 и ТО-1 — 20. Годовая наработка экскаватора предусмотрена 2000 мото-ч.

В соответствии с «Рекомендациями» [27] периодичность проведения мероприятий составляет: капитального ремонта — 7680, текущего ремонта (в том числе ТО-3) — 960, ТО-2 — 240, ТО-1 — 60 мото-ч.

По этим данным рассчитываем:

число капитальных ремонтов

$$K_k = \frac{5660 + 2000}{7680} - 0 = 0,9 \text{ (принимаем 0);}$$

число текущих ремонтов

$$K_T = \frac{820 + 2000}{960} - 0 = 2,9$$

(принимаем текущих ремонтов — 1, технических обслуживаний ТО-3 — 2);  
число технических обслуживаний ТО-2

$$K_{ТО-2} = \frac{140 + 2000}{240} - 3 = 5,99$$

(принимаем количество ТО-2, равное 6);

(наименование организации и ее ведомственная подчиненность)

(должность, фамилия и инициалы ответственного за ведение журнала)

## ЖУРНАЛ

учета технических обслуживаний и ремонтов строительных машин  
за \_\_\_\_\_ месяц 19 \_\_\_\_\_ года

Дата проведения работ	Наименование и марка (индекс) машины	Заводской номер машины	Фактическая продолжительность с начала эксплуатации на месте проведения технического обслуживания или ремонта, ч	Вид технического обслуживания или ремонта	Фактическая трудоемкость работ технических обслуживаний или ремонтов, чел.-ч	Фактическая производительность технических обслуживаний или ремонтов, дни	Перечень замененных сборочных единиц и деталей	Фамилия, инициалы и подпись лица, проводившего техническое обслуживание или ремонт	Фамилия, инициалы и подпись лица, принявшего машину после технического обслуживания или ремонта
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(наименование организации и ее ведомственная подчиненность)

(должность, фамилия и инициалы ответственного за ведение журнала)

## ЖУРНАЛ

учета работ по устранению неисправностей строительных машин  
за \_\_\_\_\_ месяц 19 \_\_\_\_ года

1	Дата проведения работ	
2	Наименование и марка (индекс) машины	
3	Заводской номер машины	
4	Фактическая наработка машины с начала эксплуатации или после капитального ремонта на день устранения неисправности, ч	
5	Наименование неисправностей сборочной единицы или детали и характер проявления неисправности	
6	Режим работы и условия использования	
7	Причина появления неисправностей и принятые меры по их устранению, перечень замененных сборочных единиц и деталей	
8	Фактическая трудоемкость работ, чел.-ч	
9	всего	Фактическая продолжительность пребывания машин в ремонте и стро. ожиг. Данин, дни
10	в том числе продолжительность устранения неисправностей	
11	Стоимость работ, руб.	
12	Фамилия, инициалы и подпись лица, устранившего неисправность	
13	Фамилия, инициалы и подпись лица, принявшего машину после устранения неисправностей	

число технических обслуживаний ТО-1

$$K_{\text{ТО-1}} = \frac{20 + 2000}{60} - (3 + 6) = 24,6$$

(принимам ТО-1, равное 25 мероприятиям в год).

Эти данные заносят в годовой план ТО и ремонтов машин, рекомендуемой формы (см. форму 3.1).

Информацию о фактической наработке машин и проведенных мероприятиях технического обслуживания и ремонта ежемесячно заносят в паспорт машины и учетную карточку. Учет работы подразделений бригад и звеньев системы ППР ведут по «Журналу учета технических обслуживаний и ремонтов строительных машин» (форма 3.3). Кроме того, ведут «Журнал учета работ по устранению неисправностей строительных машин» (форма 3.4).

Передвижные мастерские направляются на объекты строительства для проведения ТО и ремонтов дорожно-строительных машин в соответствии с планом-графиком ППР эксплуатационного предприятия.

После проведения мероприятий, в журналах расписываются ответственный механик, проводивший восстановительные мероприятия, и машинист машины, которой проведено техническое обслуживание или ремонт. Одновременно фиксируется фактическое время простоя дорожной машины в том или ином мероприятии, проставляется оценка выполненной работы и замечания, которые необходимо выполнить при проведении следующего, более объемного мероприятия.

### **3.2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

**Организация технического обслуживания.** Организационные формы технического обслуживания и их содержание зависят от технологической схемы дорожного строительства, структуры и технического состояния машинного парка, ремонтно-эксплуатационной базы предприятия. Рассосредоточение машин по объектам дорожного строительства и принадлежность их в небольших количествах отдельным организациям затрудняют применение современных средств для технического обслуживания и повышают его стоимость.

В то же время концентрация машин в управлениях механизации и специализация машинного парка способствуют использованию достижений научно-технического прогресса в области технической эксплуатации машин.

В практике эксплуатации дорожных машин применяют такие основные методы ТО:

централизованный метод технического обслуживания, когда работы выполняются силами специализированных участков;

метод технического обслуживания эксплуатационным персоналом;

децентрализованный метод технического обслуживания, при котором операции ТО выполняются обслуживающим персоналом и средствами специализированных участков.

Опыт работы многих организаций по технической эксплуатации дорожно-строительных машин показывает, что наиболее целесообразно применение централизованного метода технического обслуживания, в наибольшей степени удовлетворяющего требованиям по качеству и экономической эффективности работ.

Для реализации этого метода в организации создают специализированный участок планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта машин. В состав участка входит несколько бригад или звеньев, специализирующихся по отдельным видам работ или моделям машин. Кроме слесарей-ремонтников в состав бригады (звена) может входить мастер-наладчик или мастер-диагност, определяющий характер работ по техническому обслуживанию и качество их проведения.

В соответствии с принятой организацией работ техническое обслуживание могут выполнять на эксплуатационной базе, на пунктах технического обслуживания и ремонта (ПТО) по месту работы машин, а также с использованием только передвижных средств. На эксплуатационных базах оборудуют зону технического обслуживания, с тупиковыми постами, оснащенными подъемно-транспортным, диагностическим, смазочным и другим оборудованием и приборами.

Пункты технического обслуживания и ремонта обычно состоят из нескольких территориально обособленных зон (рис. 3.1): зоны стоянки и ЕО, зоны периодических ТО и ТР на базе передвижных мастерских, зоны внешнего ухода за машинами и зоны заправки

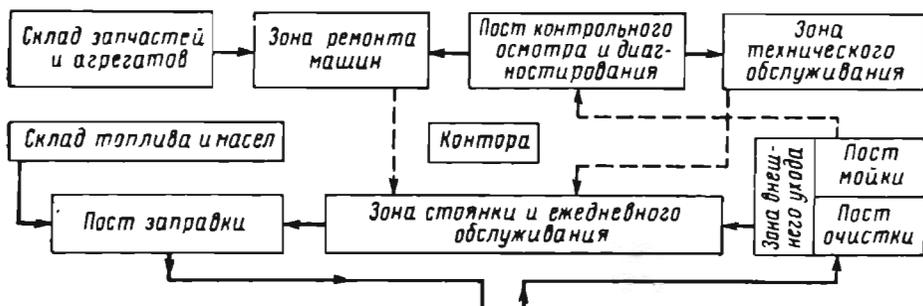


Рис. 3.1. Пункт технического обслуживания и ремонта дорожных машин

машин топливом и смазочными материалами. Техническое обслуживание машин на ПТО выполняют на универсальных или специализированных постах. Тяжелые машины типа экскаваторов, профилировщиков основания и другие обслуживают непосредственно на их рабочих местах.

В инструкциях заводов-изготовителей для многих машин содержится требование проводить техническое обслуживание в закрытых помещениях при температуре воздуха не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ . В связи с этим при длительной работе машин в удалении от эксплуатационных баз можно сооружать временные помещения из разборных металлических, каркасно-щитовых и других конструкций, где в качестве технологического оборудования используются передвижные средства ТО и ремонта.

В качестве передвижных средств для ТО применяют мастерские А-701М, А-703, для ремонта — МПР-3902, агрегаты АТО-4822 ГОСНИТИ, а также маслозаправочные станции МС-130, ПРМ-1 и др.

Главный инженер или главный механик организации определяет место выполнения технического обслуживания. При этом принимается во внимание удаленность места работы машины от основной базы, транспортабельность машин, наличие передвижных средств ТО и ремонта, стоимость проводимых работ и др. В качестве критерия для выбора места ТО принимают минимальные затраты на техническое обслуживание машин. В этом случае рассчитывают суммарные затраты на выполнение ТО, на транспортирование, затраты, связанные с потерями от простоев машин. Эти затраты определяют в зависимости от удаления места работы машины ( $R$ , км) и трудоемкости ТО или ремонта ( $T$ , чел-ч) для каждого варианта: проведения ремонтных работ на эксплуатационной базе или на месте использования машин. Расчеты сводят в номограмму (рис. 3.2), где имеются прямые «равных затрат» 1—15, представляющие собой геометрическое место точек с одинаковыми удельными затратами по каждому варианту для данной машины. Тогда зона «прямая равных затрат — ось ординат» определяет условия, когда рационально обслуживать машины на базе, а зона «прямая равных

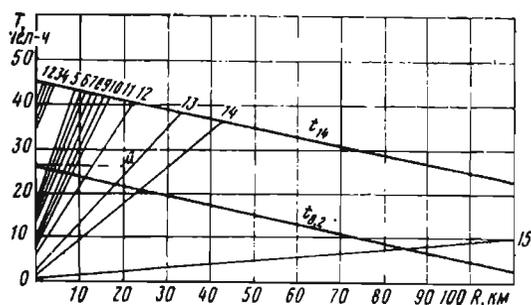


Рис 3.2. Номограмма для определения мест проведения технического обслуживания:

1 — экскаватора на гусеничном ходу шестой размерной группы; 2 — то же, седьмой размерной группы; 3 — роторного экскаватора; 4 — гусеничного крана пятой размерной группы; 5 — экскаватора на гусеничном ходу четвертой размерной группы; 6 — бульдозеров на тракторе класса 60 кН; 7 — экскаваторов на гусеничном ходу первой-третьей размерных групп; 8 — бульдозеров на тракторе класса 100 кН; 9 — погрузчика; 10 — грубоукладчиков; 11 — экскаватора на гусеничном

ходу пятой размерной группы; 12 — экскаватора на пневмоколесном ходу; 13 — автогрейдера; 14 — скрепера; 15 — автомобильного крана четвертой размерной группы

затрат — ось абсцисс» — на месте эксплуатации машин. Передвижные средства ТО целесообразно применять для условий, ограниченных прямыми  $t_{14}$  (для двухсменной работы средств ТО  $t=14$  ч) и  $t_{8,2}$  (для односменной работы средств ТО  $t=8,2$  ч). На оси абсцисс откладывают расстояние удаления машины от базы, на оси ординат — трудоемкость ТО. Точка пересечения прямых определяет место проведения ТО. (Методика разработана в ЦНИИОМТП.)

Например, для экскаватора Э-652В при  $R=20$  км и  $T=27$  чел-ч, ТО целесообразно проводить в эксплуатационных условиях с использованьем передвижных средств (точка  $a$  на номограмме).

**Внешний уход.** Операции внешнего ухода предшествуют всем другим работам по техническому обслуживанию и ремонту дорожных машин. Они включают ежедневную очистку от пыли и грязи рабочего места машиниста, рычагов управления, контрольно-измерительных приборов и приборов сигнализации, стекол кабины, мест заправки топливом и смазочными материалами, ребер воздушного охлаждения двигателей, защитных решеток радиаторов и вентиляторов, других узлов и механизмов. Кроме того, в конце каждой смены очищают поверхности рабочих органов, соприкасающиеся с цемента- и асфальтобетоном, вязкими веществами от остатков этих материалов.

Перед выполнением периодических технических обслуживаний производят наружную мойку машин. Применяемые при этом моечные средства и препараты зависят от интенсивности и характера загрязнений. Так, для смывания отложений с преобладанием абразивных частиц достаточно водяной струи под давлением 0,15—0,2 МПа, а для удаления загрязнений с небольшими примесями органических веществ давление воды повышают до 0,3—0,5 МПа. В то же время, чтобы смыть слой грязи со значительным содержанием органических и связывающих веществ, необходимо воздействовать на поверхность водяной струей с применением моющих препаратов или пароводяной смесью. При выборе средств интенсификации воздействия на омываемую поверхность следует принимать во внимание, что моющая струя при повышении давления и температуры воды может разрушать не только слой грязи, но и лакокрасочные и защитные покрытия.

Для мойки машин в полевых условиях используют насосные установки П-3/20 передвижных мастерских для технического обслуживания и ремонта машин типа А-701М и А-703. Моечные установки типа ОМ-830 имеются в оборудовании всех передвижных механизированных агрегатов для технического обслуживания типа «ГОСНИТИ». К специализированным моечным средствам относятся передвижные моечно-очистные установки УМ-2, 1100, ЦКБ-1112, ВСМ-1500 и др.

Кроме того, на основе базовых моделей ОМ-5359 и ОМ-3360 выпускаются модификации мониторинговых передвижных моечных машин, позволяющие мыть машины горячей водой или пароводяной смесью с добавлением моющих препаратов АМ-1, МС-6, «Прогресс», «Лабомид-101» и др. Для сушки после мойки машину обдувают сжатым

воздухом, используя нагнетательное вентиляционное устройство типа 199.

**Крепежные работы.** Одной из причин ухудшения работоспособности дорожных машин, нарушения надежности и герметичности соединений является ослабление затяжки крепежных изделий. В связи с этим обязательным элементом технического обслуживания являются крепежные работы. Периодичность и трудоемкость крепежных работ определяют в зависимости от состояния крепежных соединений с учетом безопасности работы машин, интенсивности нагрузочно-скоростного режима работы агрегатов.

В связи с этим при ЕО в первую очередь осматривают крепежные соединения, обеспечивающие герметичность гидроусилителей рулевого управления, привода тормозов, систем питания, систем управления рабочими органами. Кроме того, на большинстве машин (бульдозеров, экскаваторов и др.) подтягивают все резьбовые и шпильковые соединения рабочего оборудования. На ряде машин (асфальто- и бетоноукладчиках) проверяют состояние креплений сборочных единиц и соосность валов.

При периодических технических обслуживаниях перечень крепежных работ значительно расширяется. Во время проведения ТО-1 на двигателях внутреннего сгорания проверяют и при необходимости подтягивают крепления составных частей двигателя, а также крепление двигателя к раме машины. В машинах, смонтированных на базе автомобилей, проверяют крепление агрегатов, карданных валов, рулевого управления, подвески. Для асфальтоукладчиков полный объем крепежных работ назначают при ТО-1, для автогрейдеров и машин на базе тракторов крепежные работы выполнят преимущественно при ТО-2 и ТО-3.

Отличительной особенностью крепежных работ на современных дорожных машинах является то, что для многих крепежных соединений момент затяжки регламентирован. Это относится к креплению головок блоков цилиндров (220—240 Н·м для двигателей ЯМЗ-238, ЯМЗ-240 в холодном состоянии; 200—220 Н·м для двигателей СМД-14НГ), закреплению форсунок (соответственно для названных двигателей 50—60 Н·м и 20—25 Н·м), закреплению фланцев карданных валов тракторов К-700, К-701, Т-150К, МТЗ-80 (230—270 Н·м), колес (для названных тракторов 280—300 Н·м) и других узлов. В связи с этим для затяжки таких соединений применяют динамометрические или предельные (с установленным предельным моментом затяжки) ключи модели 2336-1 или 131М.

При значительных объемах крепежных работ используют средства малой механизации — гайковерты с электрическим и пневматическим приводом типа ИЭ-3106 и ИЭ-3108, наборы специальных ключей ПИМ-1515, 1516 и приспособлений ПИМ-1357.

**Двигатели внутреннего сгорания.** При техническом обслуживании контрольно-регулирующие операции выполняют практически по всем системам и узлам двигателя.

В системе смазки при обслуживании проверяют уровень и качество масла, доливая при необходимости масло, производят очистку

и замену фильтрующих элементов, замену масла. Качество масла определяют методом «масляного пятна», сравнивая диаметр, форму, степень однородности окраски масляного пятна на фильтровальной бумаге с эталоном. Фильтрующие элементы фильтров грубой очистки кипятят в 10%-ном растворе каустической соды, промывают дизельным топливом, а затем продувают сжатым воздухом.

На отдельных типах двигателей (ЯМЗ-240) фильтрующие элементы заменяют новыми, допуская при свечении сигнализатора вместо замены промывку элементов. В центробежных маслоочистителях (двигатели ЯМЗ-238, СМД-14НГ, Д-37Е и др.) степень загрязненности определяют по времени выбега ротора центрифуги (для исправного маслоочистителя — не менее 40 с). Загрязненный маслоочиститель разбирают, удаляют отложения с колпака и ротора, промывают их в дизельном топливе. При замене масла после слива отработавшего масла производят с помощью установки ОМ-2871А промывку системы смазки, используя в качестве промывочных жидкостей нагретое до 50—60°С веретенное масло или смесь, состоящую из 80% дизельного топлива и 20% дизельного масла.

При техническом обслуживании системы охлаждения двигателей проверяют натяжение приводного ремня вентилятора, которое можно регулировать перемещением генератора (ЯМЗ-238, СМД-14НГ, Д-37Е) или натяжного ролика (СМД-62, Д-108, Д-130Т). Кроме того, в отдельных типах двигателей регулируют натяжение ремня водяного насоса (ЯМЗ-238), перемещая съемную боковину приводного шкива за счет имеющихся прокладок и ремни привода гидромолоты (ЯМЗ-240Б). Периодически при ТО-3 и СО осуществляют также промывку системы охлаждения с целью удаления накипи и загрязнений, включая радиатор и термостат.

В качестве охлаждающей жидкости в системе используют 1,5%-ный раствор эмульсолов марок Э-1/А и Э-2/Б в чистой мягкой воде или чистую мягкую воду (жесткость — не выше 3 мг-экв/л). При отрицательных температурах внешней среды применяют низкотемпературные жидкости — антифризы, составленные на основе этиленгликоля, и составы из Тосол-А (ТУ 6-02-751—73).

В системе питания двигателей проверяют уровень топлива в баке, при необходимости производят заправку отстоявшимся в течение не менее 48 ч и профильтрованным топливом. При ТО-1, ТО-2 из топливного бака, топливных фильтров удаляют отстой, промывают крышку заливной горловины бака, проверяют состояние воздухоочистителей. В воздухоочистителях промывают корпуса и поддоны, а также кассеты и дефлекторы при мультициклонной конструкции. В масляно-инерционных воздухоочистителях заменяют масло в поддонах. После ТО проверяют герметичность разъемов.

При ТО-3 проверяют и при необходимости регулируют форсунки и топливные насосы высокого давления (ТНВД). В форсунках определяют давление начала впрыска (см. табл. 3.1) и качество распыла топлива. При неудовлетворительном распыле форсунку разбирают, очищают распылитель от нагара, прочищают сопловые отвер-

стия, промывают детали в дизельном топливе. Давление впрыска при необходимости восстанавливают регулировкой затяжки пружины иглы распылителя, используя приборы КИ-3333А и КИ-562 или максиметр.

При ТО-3 в системе питания определяют угол опережения впрыска, а в ТНВД проверяют количество и равномерность подачи топлива отдельными секциями, начало подачи, выполняют регулировочные работы для восстановления номинальных значений. Для установки угла опережения впрыска на двигателях ЯМЗ убеждаются в правильном взаимном положении меток на муфте опережения впрыска и ведущей полумуфте валика привода топливного насоса (должны быть на одной стороне), затем к штуцеру насоса вместо топливопровода первого цилиндра подсоединяют моментоскоп (рис. 3.3) и, включив подачу топлива, медленно проворачивают коленчатый вал до момента появления топлива в стеклянной трубке моментоскопа. После этого, повернув коленчатый вал в обратную сторону на 50—60°, снова проворачивают его до момента начала движения топлива в трубке моментоскопа. В это время смотрят, совпадают ли необходимые метки.

Каждый двигатель при этом имеет свои конструктивные особенности: для ЯМЗ-238 должны совпадать риска на шкиве коленчатого вала и риска с цифрой на крышке шестерен распределения или риска с цифрой на маховике и указатель на картере маховика (рис. 3.4). Для двигателя ЯМЗ-240 должны совпадать риска с цифрой на маховике и указатель на картере маховика. При правильной регулировке начала движения топлива в трубке должно соответствовать

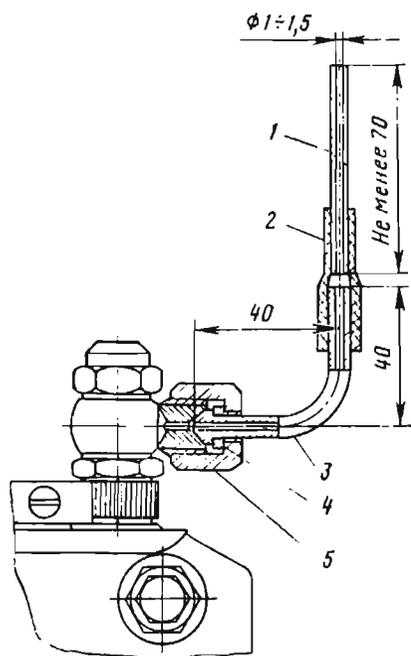


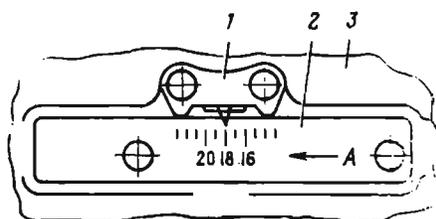
Рис. 3.3. Моментоскоп:

1 — стеклянная мерная трубка; 2 — переходник; 3 — топливопровод; 4 — шайба; 5 — шайбная гайка



Рис. 3.4. Схема при установке угла опережения впрыска топлива:

1 — стрелка-указатель; 2 — маховик с рисками; 3 — картер маховика; 4 — направление вращения



совпадение названных меток. В противном случае выполняют регулировку: в двигателях ЯМЗ-238 ослабляют болты муфты валика привода ТНВД и смещают муфту на фланце в нужном направлении. При этом одно деление смещения муфты соответствует четырем делениям угла на маховике или на крышке шестерен распределения. В двигателях СМД-62 при подобной регулировке поворачивают насос на нужное число делений, а в двигателе СМД-14НГ изменяют положение шлицевого фланца относительно шестерни топливного насоса.

Номинальные значения угла опережения подачи топлива до в. м. т. равны: для ЯМЗ-240Б—18—20°, для СМД-14НГ и СМД-62—22—24°, для Д-240—25—27°

Неравномерность подачи топлива каждой секцией насоса не должна превышать 3—4%. Для изменения подачи отдельных секций передвигают соответствующий хомутик на рейке насоса (для двигателя СМД-14НГ) или смещают поворотную втулку или гильзу относительно зубчатого венца (ЯМЗ-238, ЯМЗ-240, Д-12). Начало подачи топлива секциями ТНВД измеряют углом поворота кулачкового вала насоса и регулируют при помощи регулировочных болтов толкателей. Регулировке подвергают также минимальную частоту вращения холостого хода выключения подачи топлива, а также частоту вращения кулачкового вала насоса, соответствующую началу выброса рейки.

Регулировочные работы по приборам топливной аппаратуры рекомендуется выполнять в стационарных условиях на специальных стендах.

В кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах при ТО-2, ТО-3 проверяют и при необходимости регулируют тепловые зазоры между клапанами и коромыслами, выполняют диагностические операции по цилиндру-поршневой группе. Зазоры между клапанами и коромыслами регулируют на холодном двигателе при полностью закрытых клапанах. Регулировку начинают с первого цилиндра, установив его поршень в в. м. т. При этом пользуются соответствующими метками. Так, в двигателе СМД-14 нужное для регулировки положение поршня и клапанов находят с помощью установочной шпильки, которую выворачивают из картера маховика, вставляют в то же отверстие ненарезанной частью и проворачивают коленчатый вал, пока шпилька не войдет в отверстие маховика. В других цилиндрах требуемые положения клапанов для регулировки зазоров находят в соответствии с фазами газораспределения. На отдельных двигателях (ЯМЗ-240) нужное положение клапанов всех цилиндров определяют по меткам (рис. 3.5). Цифры возле рисок на гасителе крутильных колебаний, находящиеся против указателя, определяют номера цилиндров, где можно регулировать зазоры в клапанах. Перед регулировкой необходимо совместить риски с указателем. Можно также пользоваться метками аналогичного назначения, видимыми через смотровой люк в картере маховика. При регулировке может использоваться индикаторное приспособление КИ-9918.

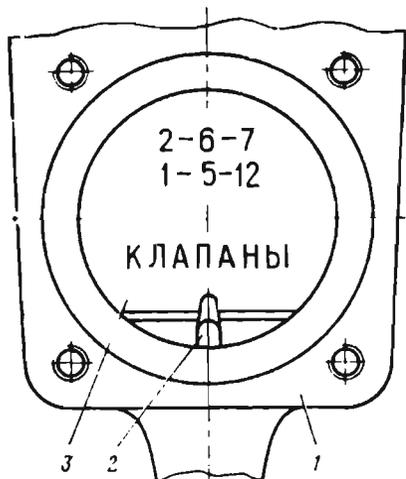


Рис. 3.5. Метка на гасителе крутильных колебаний:

1 — гаситель крутильных колебаний; 2 — указатель; 3 — передняя крышка блока

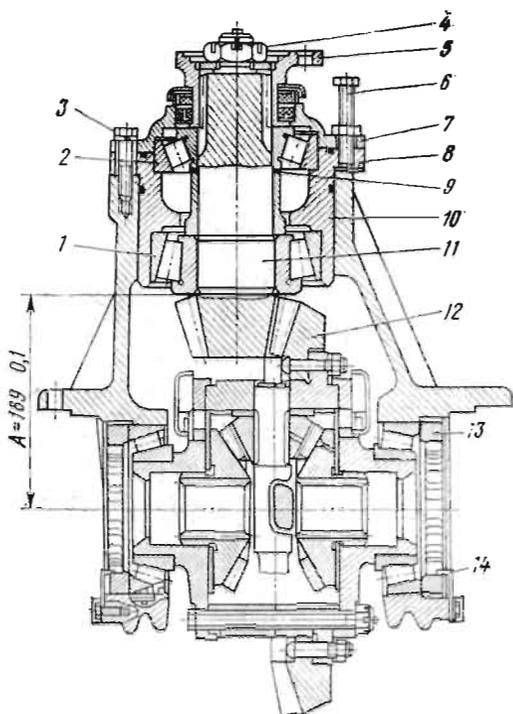
**Трансмиссии машин.** Диагностические, регулировочные и смазочные работы по элементам трансмиссии выполняют при ТО-2 и ТО-3, частично при ТО-1. В муфтах сцепления для обеспечения полного включения и выключения проверяют и при необходимости регулируют зазор между отжимными рычагами и втулкой муфты выключения или обоймой отжимного подшипника, контролируя его на ряде машин по свободному ходу педали. Регулируют этот зазор изменением

длины тяг (машины на базе тракторов МТЗ-50, МТЗ-80) или при помощи регулировочных гаек отжимных болтов (машины на базе тракторов ДТ-75, ДТ-75М, Т-74) с последующей регулировкой механизма управления главной муфтой сцепления и обеспечением необходимого полного хода муфты выключения. Как правило, современные машины имеют гидравлические, пневматические или пневмогидравлические сервомеханизмы для управления сцеплением. Поэтому, например, на автогрейдере ДЗ-98 регулировку муфты сцепления осуществляют совместно с гидравлическим сервомеханизмом. Аналогично поступают при регулировке сцеплений машин на базе тракторов Т-150, Т-150К, где имеется пневматический сервомеханизм. Кроме главных муфт сцепления, регулируют также муфты сцепления увеличителей крутящего момента, пусковых двигателей и др.

Методами диагностирования при ТО-2 определяют зазоры в коробках передач, главных передачах и других составных частях трансмиссии машин. Как правило, восстанавливают эти зазоры до номинальных значений при помощи регулировки подшипников. Так, в машинах на базе тракторов МТЗ осевой зазор в подшипниках вторичного вала коробки передач (допустимое значение — не более 0,3 мм) регулируют с помощью прокладок под стаканом подшипников вторичного вала. При этом добиваются, чтобы момент для проворачивания вторичного вала находился в номинальных пределах (7—8 Н·м). Аналогично регулируют осевой зазор в подшипниках главной передачи машин на базе тракторов Т-150К (рис. 3.6). В то же время осевой зазор в конических подшипниках ведущей шестерни главной передачи переднего моста (МТЗ-82, МТЗ-52) и в подшипниках полуосей регулируют со шлифовкой соответственно регулировочного кольца и дистанционных втулок между внутренними обоймами.

Рис. 3.6. Главная передача машины:

1 и 2 — подшипники; 3, 6 — болты; 4 — гайка; 5 — фланец; 7 — крышка корпуса; 8 и 9 — регулировочные прокладки; 10 — стакан подшипника; 11 — шестерня ведущая; 12 — шестерня ведомая; 13 — гайка регулировочная; 14 — шайба стопорная



С помощью прокладок регулируют также боковой зазор шестерен главной передачи (номинальное значение 0,2—0,45 мм) и осевой зазор в подшипниках вторичного вала коробки передач (номинальное значение 0,1 мм) машин на базе трактора Т-4А, ДТ-75М. Также подвергают контролю с последующей регулировкой осевые зазоры в подшипниках конечных передач (номинальное значение — 0,2 мм) машин на базе тракторов Т-130М, Т-74.

Аналогичные работы для автогрейдеров выполняют при ГО-3, регулируя при этом подшипники конических шестерен главной передачи, зацепление конических шестерен по «пятну контакта», осевой зазор подшипников колесных валов балансиров.

В цепных передачах при техническом обслуживании с помощью регулировки восстанавливают натяжение цепей, определяемое по их провисанию. Допускаемое провисание цепей для горизонтальных передач и имеющих наклон до 30° находится в пределах 2% от межцентрового расстояния. В случае увеличения угла наклона передач допускаемое провисание уменьшают и доводят до 0—0,6%. При износе цепей их заменяют и поворачивают на 180° приводные звездочки. В трансмиссиях при ТО-2 регулируют натяжение клиновых ремней, а при значительном износе или вытяжке их заменяют.

**Гидросистемы.** В гидросистемах ежедневно производят тщательную очистку составных частей, в процессе осмотра контролируют герметичность узлов и их соединений с трубопроводами, проверяют уровень рабочей жидкости и показания контрольно-измерительных приборов. При периодических обслуживаниях очищают теплообменник, проверяют работоспособность гидроагрегатов, при необходимости их регулируют, заменяют или промывают фильтрующие элементы, определяют содержание механических примесей и воды в рабочей жидкости. На машинах комплекта ДС-110 фильтры промывают или заменяют элементы в зависимости от степени их засоренности в соответствии с показаниями вакуумметров, установленных

на фильтрах, но не реже чем через 500 ч работы. Рабочую жидкость заменяют первый раз после 500 ч работы машин, при дальнейшей эксплуатации машин — через 2000 ч. Периодичность замены жидкости можно сократить в зависимости от условий работы машин и результатов анализов жидкости. Рабочая жидкость, используемая для заправки гидросистем, не должна иметь засоренность частицами крупнее 25 мкм. Гидроагрегаты, в которых проверяемые при ТО-2 параметры не соответствуют нормативным, регулируют. Так, например, для поддержания заданного давления в главной магистрали и магистрали подпитки гидротрансформатора (автогрейдер ДЗ-31-2) регулируют подпорный клапан и регулятор давления. Перед началом каждого сезона заменяют рабочую жидкость.

**Ходовая часть, механизмы поворота, тормоза.** При техническом обслуживании гусеничного ходового устройства (ТО-2, ТО-3) проверяют и при необходимости регулируют натяжение гусеничной цепи, зазоры в подшипниках направляющих колес, опорных катков и поддерживающих роликов, выполняют смазочные работы. Натяжение гусеничной цепи регулируют при помощи натяжных устройств различной конструкции. Так, например, применяют пружинный механизм с натяжным болтом, соединенным шарнирно с коленчатой осью направляющего колеса у тракторов ДТ-75, Т-74. У тракторов Т-130 натяжение осуществляют с помощью гидравлического устройства, куда нагнетают пластическую смазку типа солидол С или Литол -24. В ходовых системах комплекта ДС-110 натяжение гусеничной цепи тележки регулируют, перемещая натяжное зубчатое колесо с помощью двух специальных регулировочных болтов. Если при регулировании натяжное устройство занимает крайнее переднее положение и длины натяжного болта недостаточно, у каждой гусеничной цепи удаляют по одному звену.

По результатам замера длины 10 звеньев цепи (при ТО-3) определяют (при разнице длины левой и правой гусениц более 10 мм у тракторов ДТ-75, Т-74) необходимость перестановки гусеничных цепей местами или замены пальцев.

В колесных ходовых устройствах тягачей регулируют сходжение колес, изменяя длину поперечных тяг, а также подшипники в ступицах колес. Восстанавливают давление воздуха в шинах, а также на ряде машин осуществляют перестановку колес для равномерного изнашивания шин. При наличии централизованной системы управления давлением воздуха в шинах регулируют в кране управления клапан ограничения падения давления воздуха, который разобщает тормозную систему и систему регулирования воздуха в шинах, если давление воздуха в ресивере будет ниже 0,55 МПа.

Ежедневно контролируют действие механизмов поворота дорожных машин, регулирование осуществляют для гусеничных машин и автомобилей при ТО-2.

В механизмах поворота гусеничных машин проверяют и при необходимости регулируют параметры муфт поворота и тормозов. Так, в бульдозере ДЗ-42 регулируют, изменяя длину соответствующих тяг, ход рычагов управления и зазоры между тормозной лентой

и шкивом тормоза солнечных шестерен планетарного механизма поворота. При этом устанавливают также необходимый полный ход рычагов управления и тормозных педалей.

В рулевых управлениях колесных машин регулируют необходимые параметры в зависимости от свободного хода и усилия на ободе рулевого колеса. В грейдер-элеваторе ДЗ-507 при увеличенном свободном ходе рулевого колеса (номинальное значение 25—35°) подтягивают крепления червяка и золотника на валу рулевого механизма, а также устраняют зазоры в шаровых соединениях тяги обратной связи. При недостаточности этих мер осуществляют регулировку зацепления червяк-сектор рулевого механизма.

В случае повышения усилия на ободе рулевого колеса против номинального значения (15—25 Н при отсоединенной продольной тяге) последовательно проверяют и при необходимости регулируют (машины на базе тракторов МТЗ, Т-40, Т-40А) параметры гидроривода: давление открытия предохранительного клапана, производительность насоса, работу золотника распределителя.

В грейдер-элеваторе ДЗ-501А и роторном снегоочистителе ДЭ-213 в рулевом управлении проверяют также работу следящего устройства, при необходимости регулируют длину его продольной тяги.

Тормозные системы колесных машин регулируют во время ТО-2, а стояночный тормоз и пневмопривод — при ТО-3. При этом в случае необходимости регулируют свободный ход тормозных педалей, зазоры между тормозными барабанами и колодками колесных тормозов, а также составные части гидравлического или пневматического привода тормозов.

В элементах пневмопривода регулируют натяжение ремня привода компрессора, ход штоков тормозных камер, регулятор давления, а также давление срабатывания предохранительного клапана. Для автогрейдера ДЗ-98 диапазон работы регулятора давления составляет от 56—60 до 70—73 МПа, а предохранительный клапан должен вступать в работу при давлении 85—90 МПа.

В центральных стояночных тормозах машин регулируют зазор между барабаном и накладками тормозной ленты и ход рычага управления.

**Электрооборудование.** При техническом обслуживании электрооборудования машин выполняют контрольно-регулирующие работы по аккумуляторной батарее, генератору, реле-регулятору, стартеру, приборам зажигания и другим потребителям электроэнергии.

В аккумуляторных батареях (ТО-1) проверяют уровень электролита, который должен быть на 10—15 мм выше пластин, при необходимости добавляют дистиллированную воду. При ТО-2 очищают корпус от загрязнений, измеряют плотность электролита и определяют степень разряженности банок с помощью нагрузочной вилки. Батареи, разряженные более чем на 50% летом и на 25% зимой, снимают с машины и направляют на подзарядку. Плотность электролита, приведенная к +15°С, полностью заряженных аккумуляторов равна 1,23—1,31 г/см<sup>3</sup> и полностью разряженных — 1,09—1,19 г/см<sup>3</sup>.

При ТО-3 проверяют состояние генератора, очищают щетки и щеткодержатели, контактные кольца. Подключают к генератору вольтамперметр и при номинальном напряжении без нагрузки и при заданной нагрузке определяют минимальную частоту вращения ротора.

Одним из наиболее распространенных реле-регуляторов является РРЗ-62Б, в котором проверяют регулятор напряжения и реле защиты. В регуляторе напряжения измеряют поддерживаемое напряжение (регулируемое значение летом 13,5—14,3 В, зимой 14,0—15 В) и при необходимости регулируют, устанавливая зазор между якорем и сердечником при разомкнутых контактах 1,4—1,5 мм, а также зазор между контактами 0,25—0,30 мм. При этом изменяют натяжение пружины регулятора. В реле защиты регулируют зазоры (0,7—0,8 мм между якорем и сердечником, 0,25—0,55 мм между контактами) и ток замыкания контактов. При ТО-3 снимают стартеры, очищают их от пыли и грязи, удаляют нагар, измеряют давление в коллекторе щеток, проверяют работу на холостом ходу и в режим полного торможения.

На пусковых двигателях тракторов проверяют работу свечи зажигания, очищают их и регулируют зазор между электродами (0,6—0,75 мм), при необходимости регулируют также зазор в контактах прерывателя магнето (номинальное значение 0,25—0,35 мм).

### **3.3. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

**Задачи диагностирования и основные определения.** Проведение технического обслуживания и ремонтных работ дорожных машин в регламентированные сроки не всегда обеспечивает реальную потребность машинного парка в этих мероприятиях. Возникают ситуации, когда отдельные регулировочные, контрольные и другие операции, а также замены деталей выполняются преждевременно, что влечет собой недоиспользование эксплуатационного ресурса агрегатов, перерасход запасных частей, увеличение времени простоя машин в технических обслуживаниях и ремонтах. В то же время аналогичные работы, проводимые позже, чем того требует действительное техническое состояние машин, не дают должного эффекта вследствие явления аварийного изнашивания деталей, преждевременных отзоров, которые увеличивают объемы ремонтных работ. Конечным результатом в обоих случаях является снижение эксплуатационной производительности машин и экономической эффективности их пользования. Это вызвано тем, что однотипные машины при одинаковой наработке имеют разное техническое состояние из-за различия в изготовлении и условий эксплуатации, качества применяемых топливо-смазочных материалов, грунтовых и климатических условий и других эксплуатационных факторов.

Это положение потребовало интенсивного развития в последние годы технической диагностики — отрасли науки, исследующей техническое состояние объектов диагностирования и проявления

технического состояния, разрабатывающей методы и средства их оценки, а также принципы построения и организацию систем диагностирования [11, 12].

*Техническое диагностирование* — процесс определения технического состояния машин — все шире внедряется в практику эксплуатации дорожно-строительной техники. Именно при помощи диагностирования обеспечивается качественное проведение технического обслуживания и ремонт машин по их действительному техническому состоянию. Этот процесс, как правило, осуществляется без разборки машин или с частичной разборкой отдельных узлов для подключения средств технического диагностирования: измерительных приборов, инструментальных мерителей и др.

Задачи диагностирования — проверка работоспособности машин в целом или их составных частей с установленной достоверностью, поиск дефектов с установленной глубиной поиска, а также сбор исходных данных для прогнозирования остаточного ресурса. Полученные при этом данные позволяют определить исправность, работоспособность и правильное функционирование машины. С помощью диагностирования можно установить рациональные сроки ТО, ремонта машин, замены деталей, прогнозировать ресурсы работы агрегатов, сократить расходы на ТО и ремонты.

В основу методов и принципов действия средств диагностирования положены физико-механические, тепловые, виброакустические и другие явления, сопутствующие изменениям параметров и качественных признаков технического состояния машин. При этом параметры и качественные признаки технического состояния подразделяются на прямые (структурные) и косвенные (функционально-зависимые от структуры).

К *прямым параметрам*  $P_n$  относятся показатели, характеризующие работоспособность машин и их составных частей: производительность, эффективная мощность, удельный расход топлива, зазоры в сопряжениях, износ деталей, усилия и давления на рабочих органах и другие рабочие и технические характеристики.

*Косвенными* считаются *параметры* и качественные признаки, которые зависят от прямых (структурных) и находятся с ними в функциональной зависимости (значения крутящего момента, ускорения частоты вращения валов, характеристики вибраций, расход масла, состав элементов износа в масле, прогиб гусеничной цепи, характер изменения температуры поверхностей узлов и др.).

Часто прямые параметры измерить затруднительно, и тогда как диагностические параметры  $P_d$  используют косвенные признаки, применяя в этом случае зависимость  $P_n = f(P_d)$ , которая определяется путем исследований.

Диагностирование можно классифицировать по различным признакам в зависимости от поставленных задач, применяемых средств диагностирования, принципов организации, места в технологическом процессе системы технического обслуживания и ремонта машины и т. д. Так, диагностирование может быть постоянным, периодическим и случайным.

*Постоянное диагностирование* осуществляет, как правило, обслуживающий персонал во время работы машин при наблюдении за техническим состоянием и использованием показаний приборов, имеющихся на машинах.

*Периодическое диагностирование* выполняют через определенные промежутки времени в зависимости от наработки, при проведении плановых ТО и ремонтов. Работы выполняются инженерами-специалистами по диагностированию или мастерами-диагностами.

При появлении повреждений или отказов производят случайное диагностирование для определения причин отказов машин.

Различают также *функциональное* диагностирование, которое осуществляется во время функционирования объекта, и *тестовое*, когда на объект подаются тестовые воздействия. Так, например, измерения расхода топлива, масла и ряда других диагностических параметров в двигателях внутреннего сгорания являются функциональным диагностированием, в то же время определение технического состояния цилиндро-поршневой группы по расходу или падению давления сжатого воздуха в цилиндрах относится к тестовому диагностированию.

Операции по диагностированию стали неотъемлемой составной частью работ по техническому обслуживанию и ремонту дорожных машин, что обусловлено соответствующими инструкциями и положениями. Так, согласно Указаниям по организации и проведению технического обслуживания и ремонта дорожных машин Минавтодора РСФСР [36] рекомендуется определять объем работ при текущем ремонте только с помощью постов и методов общего диагностирования. Аналогично предписывается определять мощностные и экономические показатели машин, а также действительную необходимость в капитальном ремонте. Правила диагностирования современных тракторов, например, регламентированы государственными стандартами. При этом четко определяется какой объем, перечень и вид диагностических операций должны сопутствовать определенным видам ТО и ремонта. Указываются также основное содержание и целевое назначение видов диагностирования. В частности, диагностирование при ежесменном техническом обслуживании  $D_0$  предназначается для определения готовности трактора к выполнению сменного задания. Диагностирование  $D_1$  при ТО-1 проводится для определения технического состояния систем двигателя, а диагностирование  $D_2$  при ТО-2 — для определения технического состояния механизмов, влияющих на безотказность трактора и экономичность работы двигателя. Диагностирование  $D_3$  при ТО-3 определяет потребность в текущем ремонте. Согласно ГОСТ 22870—77, для тракторов определено девять различных видов диагностирования.

Для подвижного состава автомобильного транспорта также существуют определенные виды диагностирования. Это — общее диагностирование Д-1, которое проводят при ТО-1 для узлов и механизмов, обеспечивающих безопасность работы автомобилей, а также поэлементное диагностирование Д-2, выполняемое при ТО-2 и текущем ремонте с целью прогнозирования отказов, а также опреде-

ления объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Перед диагностированием машин выполняют необходимые подготовительные работы, включающие мойку, очистку, а при необходимости смазывание, прогрев и т. д.

Регламентные работы по диагностированию, установленные для автомобилей и тракторов, распространяются также и на дорожно-строительные машины, смонтированные на базе этих машин.

Средства диагностирования по принципу действия и применяемым методам измерения могут подразделяться на механические, электрические, магнитные, фотоэлектрические, акустические, температурные, комбинированные, а по конструкции — на встроенные и внешние.

К встроенным средствам диагностирования относятся установленные на машинах различные указатели давления и температуры, счетчики наработки, сигнализаторы засоренности фильтров, приборы контроля изоляции и др. В то же время приборы и приспособления, подсоединяемые к машинам на время проверки технического состояния, являются внешними средствами диагностирования. Эти устройства входят в диагностические комплекты, а также используются для оснащения стационарных постов диагностики и передвижных диагностических мастерских.

Посты диагностирования оборудуют на участках ТО и ремонта эксплуатационных баз. Они могут быть специализированными, предназначенными только для диагностирования, и совмещенными, когда на этих постах выполняют также операции ТО и ремонта (рис. 3.7). Как правило, в число оборудования совмещенных постов входят специальные тормозные стенды для измерения тягово-скоростных показателей машин. К ним можно отнести электротормозной стенд КИ-4935, который через вал отбора мощности подключается к диагностируемому трактору, и совместно с топливомером КИ-8910 используется для измерения 12 различных параметров технического состояния трактора, включая развиваемую мощность, расход топлива и др.

Для диагностирования машин на базе колесных тракторов применяют стенд КИ-8927 (рис. 3.8), оснащенный беговыми барабанами с электротормозной установкой и догрузочным устройством. При этом можно определять максимальное тяговое усилие машины, расход топлива, тяговое усилие на штоке выносного гидроцилиндра с помощью догрузочного устройства, эффективность действия тормозов и другие параметры.

Как правило, стационарные посты предназначены для диагностических работ при сложных технических обслуживаниях и при ремонте (рис. 3.9).

Для диагностирования машин на местах их использования в полевых условиях применяют передвижные диагностические станции. К ним можно отнести установки КИ-4270-ГОСНИТИ (на автомобиле УАЗ-451 или УАЗ-452) и КИ-5164-ГОСНИТИ (на автомобиле УАЗ-451Д). В кузовах-фургонах этих установок имеются кон-

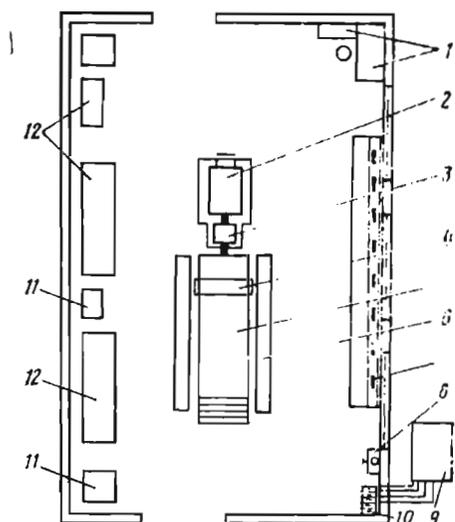
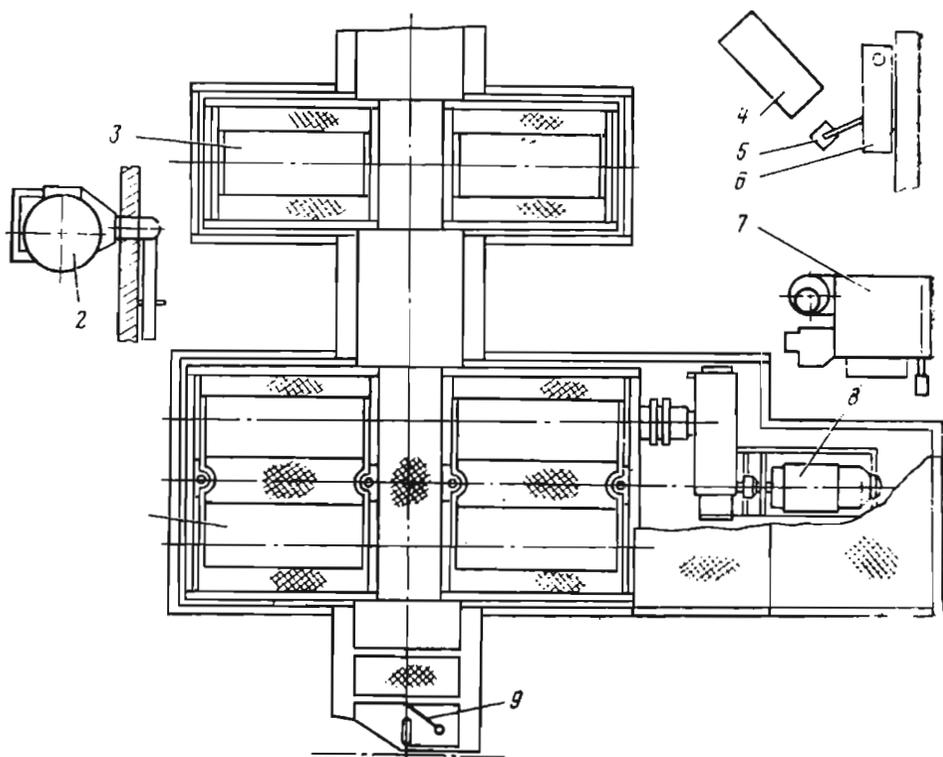


Рис. 3.7 Участок технического обслуживания и диагностирования тракторов:

1 — место мастера-диагноста; 2 — электро-  
тормозной стенд; 3 — редуктор; 4 — проми-  
вочная ванна; 5 — осмотровая канава; 6 —  
щиты; 7 — щит с диагностическими при-  
борами; 8 — пульт управления; 9 — масло-  
хранилище; 10 — установка для централи-  
зованной смазки; 11 и 12 — оборудование  
для технического обслуживания

Рис. 3.8. Стенд КИ-8927 для диагнос-  
тирования машин на пневмоколесном  
ходу:

1 — приводной барабанный блок; 2 — сис-  
тема отсоса выхлопных газов; 3 — опор-  
ный блок; 4 — стационарный пульт; 5 —  
топливомер; 6 — расходный бак; 7 — жид-  
костный реостат; 8 — электромашин  
АКБ-92-8; 9 — догрузочное устройство



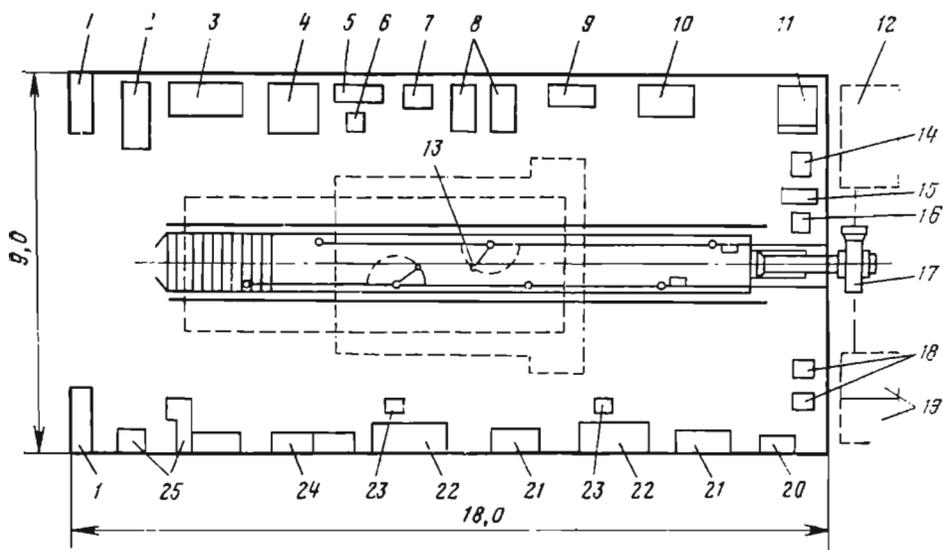


Рис. 3.9. Схема участка ТО и ТР с диагностированием:

1 — ларь для отходов; 2 — гидравлический домкрат; 3 — гидравлический кран 423М; 4 — приспособление для снятия колес ОПТ-9931; 5 — компрессор СО-7А; 6 — приспособление для подкачки шин ОР-9914; 7 — компрессорно-вакуумная установка КИ-4942; 8 — тележка для перевозки агрегатов ОПТ-7353; 9 — установка для промывки системы ОМ-2871; 10 — установка для смазывания и заправки 03-9902; 11 — водонагревательная установка 03-1258; 12 — стационарная емкость для моторных масел; 13 — устройство для слива отработанных масел; 14 — маслораздаточный бак 133-1; 15 — соленомагнетит 03-115а; 16 — тележка для бочек; 17 — вентиляционная установка для ствола выхлопных газов; 18 — лампа ОРГ-9924; 19 — емкость для трансмиссионных масел и гидравлической жидкости; 20 — шкаф для приборов; 21 — стеллаж; 22 — верстак 23 — инструментальная тележка ОРГ-70-7838; 24 — диагностический комплект КИ-5308; 25 — комплект оснастки ОРГ-1999

тейнеры со средствами диагностирования, компрессоры, верстаки, необходимое электрооборудование, а также набор инструментов и приспособлений для технического обслуживания машин.

Есть также передвижные средства диагностирования, которые специализированы для отдельных типов машин и их систем. В оснащении этих установок, кроме универсальных приборов, имеется оборудование, предназначенное в зависимости от специализации для диагностирования гидросистем, средств автоматики и т. д. Примером может быть передвижная станция на шасси автомобиля ГАЗ-53А (разработана ЦНИИОМТП) для диагностирования строительных машин с гидроприводом (рис. 3.10).

**Диагностирование двигателей внутреннего сгорания.** Прямые и косвенные диагностические параметры и признаки установлены для двигателей в целом, для отдельных его составных частей (табл. 3.1) и регламентированы ГОСТ 23435—79. При диагностировании двигателя в целом определяют его эффективную мощность, давление масла в главной магистрали, удельный расход топлива, содержание окиси углерода в отработавших газах и дымность отработавших газов в дизельных двигателях. Эти параметры используют как

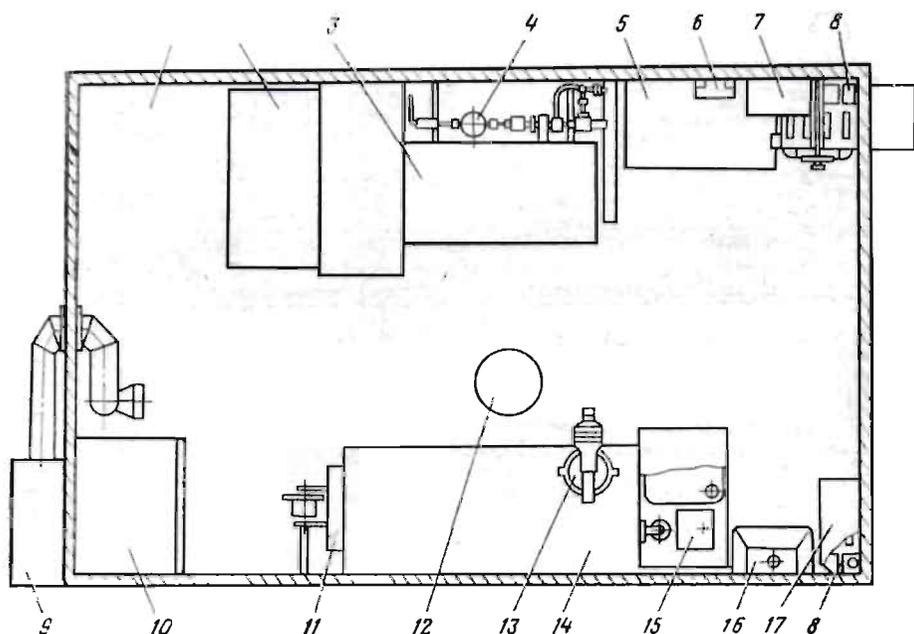


Рис. 3.10. Передвижная диагностическая станция ЦНИИОМТП:

1 — кузов; 2 и 10 — шкафы; 3 — стол; 4 — установка для диагностирования гидронасосов; 5 — шкаф для приборов; 6 — аптечка; 7 — электрооборудование; 8 — бидоны; 9 — отопительная установка; 11 — подрамник; 12 — стул; 13 — тиски; 14 — верстак; 15 — агрегат АБ-1-0'230; 16 — умывальник; 17 — настенный шкаф

для проверки работоспособности и прогнозирования безотказности работы двигателя, так и для поиска дефектов.

Для измерения *мощности*, кроме упоминавшихся выше стационарных стендов с электротормозными установками, в практике эксплуатации машинного парка применяют портативные приборы, входящие в комплекты передвижных средств диагностирования. В большинстве случаев принцип действия этих устройств основан на определении косвенных диагностических параметров.

К таким приборам относится устройство типа ИМД-2М, предназначенное для измерения полной эффективной мощности двигателя, мощности по цилиндрам и частоты вращения коленчатого вала в бестормозном режиме. При этом мощность определяют в зависимости от ускорения коленчатого вала двигателя, работающего в режиме свободного разгона. К двигателю прибор подключается при помощи индуктивного датчика, вмонтированного в специальное резьбовое отверстие в кожухе маховика. В соответствии с установленной технологией коленчатому валу придается ускорение при разгоне от частоты вращения холостого хода до максимальной путем быстрого перемещения рычага управления подачей топлива. Полученный от датчика сигнал при помощи аналогового преобразователя, блока вычисления и других устройств прибора преобразу-

Таблица 3.1

## Основные параметры технического состояния дизельных двигателей

Параметры	ЯМЗ-238НВ	ЯМЗ-240НВ	СМД-62	А-01М	СМД-14, СМД-14А	Д-240, Д-50	Д-37М
<b>Мощность эффективная, кВт (л. с.):</b>							
номинальная	147 (200)	220 (300)	121 (165)	95 (130)	55 (75)	—	29 (40)
допустимая (минимальная/ максимальная)	140 (190)	206 (280)	115 (157)	90 (123)	52 (71,2)	—	28 (38,0)
	157 (214)	235 (320)	129 (175)	102 (139)	59 (80,2)		31 (42,8)
<b>Расход топлива, кг/ч:</b>							
номинальный	37,0	52,6	32,2	25,4	15,0	16,0	7,6
допустимый (минимальный/ максимальный)	35,2	50,0	30,6	24,1	14,2	15,2	7,2
	39,6	56,3	34,5	28,2	16,0	17,1	8,1
<b>Удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с·ч)</b>	252 (185)	266 (195)	266 (195)	266 (195)	272 (200)	—	260 (190)
<b>Давление сжатия в цилиндре, МПа (кг/см<sup>2</sup>):</b>							
номинальное	280 (28)	—	290 (29)	290 (29)	285 (28,5)	270 (27)	220 (21)
предельное	140 (14)	—	160 (16)	160 (16)	145 (14,5)	170 (17)	130 (13)
<b>Расход масла, кг/мото-ч:</b>							
номинальный	0,250	0,250	0,175	0,200	0,175	0,050	0,080
предельный	0,750	0,880	0,450	0,640	0,450	0,200	0,200
<b>Средний расход топлива, кг/мото-ч</b>	26,8	38,4	23,4	20,0	12,0	7,67	5,84

Продолж. табл. 3.1

Параметры	ЯМЗ-238НБ	ЯМЗ-240НБ	СМД-62	А-01М	СМД-14, СМД-14А	Д-240, Д-50	Д-37М
Количество газов, прорывающихся в картер, л/мин, при частоте вращения коленчатого вала $n$ , $c^{-1}$ (об/мин)	180 при $n=28,4$ (1700)	200 при $n=31,7$ (1900)	160 при $n=35,0$ (2100)	160 при $n=28,4$ (1700)	90 при $n=28,4$ (1700)	100 при $n=36,7$ (2200)	85 при $n=26,7$ (1600)
Неплотность клапанов газораспределения (по индикатору КИ-4887-11), л/мин:							
впускных	60	60	55	60	50	45	40
выпускных	47	47	50	47	40	40	35
Тепловые зазоры клапанов, мм:							
впускных	0,25	—	0,45	0,25	0,35	0,45	0,25
выпускных	0,3	—	0,46	0,3	0,4	0,46	0,25
Давление начала впрыска топлива форсункой, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):							
номинальное	16,5+0,5 (165+5)	16,5+0,5 (165+5)	17,5+0,5 (175+5)	15+0,5 (150+5)	13+0,5 (130+5)	17,5+0,5 (175+5)	17+0,5 (170+15)
допустимое	15(150)	15(150)	16(160)	13,5(135)	11,5(115)	16(160)	16(160)
Показатели герметичности форсунок:							
а) диапазон изменения давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	28—23 (280—230)	28—23 (280—230)	28—23 (280—230)	28—23 (280—230)	20—18 (200—180)	28—23 (280—230)	23—21 (230—210)
б) продолжительность падения давления, с (номинальная/допустимая)	9—20	9—20	15—38	15—38	9—20	15—38	10—20
	5	5	10	10	5	10	7

зуется в величину, пропорциональную мощности, и фиксируется стрелочным индикатором. Мощность (в киловаттах):

$$N = 0,735CП_{и}, \quad (3.4)$$

где  $C$  — переводной множитель, находящийся в пределах 1,2—3 в зависимости от положения переключателя прибора;

$П_{и}$  — показания индикатора, число делений.

Прибором измеряют также мощность отдельных цилиндров, попеременно отключая каждый из цилиндров при помощи ослабления затяжки накидных гаек топливопроводов высокого давления. Если неравномерность мощности по цилиндрам превышает 12%, выполняют необходимые ремонтно-регулирующие работы.

Более совершенной разновидностью этого прибора является измеритель мощности ИМД-Ц (рис. 3.11), который имеет меньшие габариты, так как выполнен на интегральных схемах. По аналогичному принципу работает и прибор «Импульс-12».

Важными показателями, характеризующими техническое состояние двигателей, являются *содержание окиси углерода в отработавших газах и дымность отработавших газов*. Для оценки токсичности отработавших газов карбюраторных двигателей применяют прибор модели НИИАТ И-СО (К-456). При пользовании этим прибором двигателю задают определенный скоростной режим работы, берут заборником пробы отработавших газов, пропускают взятые объемы газов через прибор и по отклонению стрелки определяют содержание СО. Согласно ГОСТ 17.2.2.03—77, содержание окиси углерода в отработавших газах должно быть не более 4,5% от объема, забираемого на расстоянии 600 мм от среза выпускной трубы.

*Дымность отработавших газов* дизельных двигателей можно измерить при помощи дымомеров типа К-408 и РДМ-4 (производства ГДР). Для новых и капитально отремонтированных двигателей дымность не должна превышать 55%. Предельное значение дымности не более 70% [12].

Диагностические параметры, характеризующие техническое состояние составных частей двигателя, как правило, применяют не только при поиске дефектов, но и для определения остаточного ресурса.

Для оценки состояния *цилиндро-поршневой группы* (ЦПГ) служат зазоры в сопряжениях деталей, а также косвенные признаки, такие, как прорыв газов в картер, расход масла на угар, давление газов в конце такта сжатия, падение давления и расход подаваемого в цилиндры сжатого воздуха, характеристики вибрации.

Количество газов, прорывающихся в картер, измеряют при помощи газового расходомера КИ-4887-11 (рис. 3.12). Перед измерениями двигатель прогревают до нормальной рабочей температуры и устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу. Конусный наконечник прибора устанавливают в маслозаливную горловину, эжектор — на выхлопную трубу. Другие отверстия картера герметизируют и после заполнения манометра прибора водой производят измерение расхода прорвавшихся в кар-

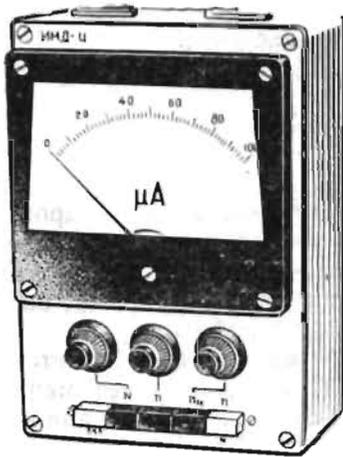
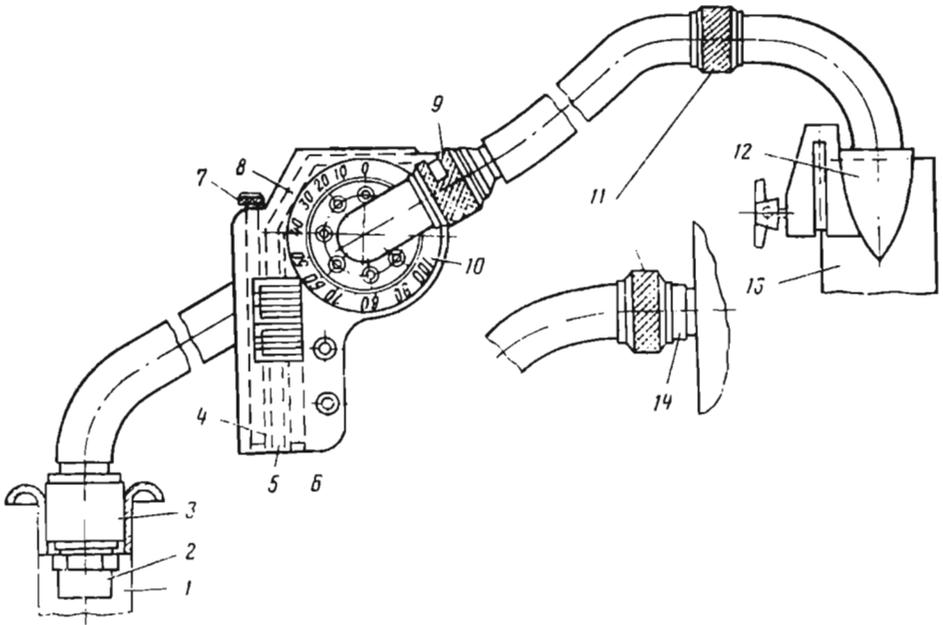


Рис. 3.11. Измеритель мощности ИМД-Ц

Рис. 3.12. Газовый расходомер КИ-4887-11:

1 — маслозаливная горловина двигателя; 2 — фильтр; 3 — конусный наконечник; 4, 5, 6 — каналы в корпусе; 7 — пробка; 8 — корпус; 9 — дроссель; 10 — маховичок втулки дросселирующего устройства; 11 — соединительная муфта; 12 — эжектор; 13 — выпускная труба двигателя; 14 — штуцер ресивера



гер газов. Сравнивая полученные данные с предельными значениями (см. табл. 3.1), определяют техническое состояние ЦПГ и остаточный ресурс.

Давление газов в конце такта сжатия измеряют компрессометром КИ-861, который устанавливают в отверстие под форсунку проверяемого цилиндра. Измерение ведут при проворачивании коленчатого вала пусковым устройством на высшей передаче. Для каждого типа двигателя установлены предельные значения давления газов в конце такта сжатия, при достижении которых требуются необходимые ремонтные воздействия.

Распространенным методом проверки технического состояния ЦПГ является определение расхода и падения давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр при закрытых клапанах. На этом принципе действует прибор типа К-69М, позволяющий по утечкам воздуха определить степень износа деталей ЦПГ, нарушения герметичности клапанов газораспределительного механизма и прокладки головки блока цилиндров.

По шкале указателя прибора находят допустимые и предельные значения процента утечки воздуха. Достаточно информативным параметром технического состояния ЦПГ является расход масла на угар при условии строгого учета потребляемого масла и топлива. В случае, если расход масла составляет более 2,0—2,5% от расхода топлива, появляется необходимость в ремонте деталей ЦПГ.

При диагностировании *кривошипно-шатунного механизма* измеряют зазоры в шатунных подшипниках и в сопряжении «поршневой палец — верхняя головка шатуна».

В качестве средств диагностирования используют при этом компрессорно-вакуумную установку КИ-4942 и приспособление КИ-11140, которое устанавливается на месте форсунки цилиндра. Перед измерением поршень ставят в ВМТ на такте сжатия, а датчик перемещения приспособления доводят до соприкосновения с днищем поршня. Постепенно увеличивают разрежение в надпоршневом пространстве и при помощи индикатора приспособления измеряют расстояния, на которые перемещается поршень (рис. 3.13). Перемещения поршня с промежуточной остановкой соответствуют: первое — зазору в шатунном подшипнике, второе — зазору между поршневым пальцем и втулкой верхней головки шатуна. Таким образом, можно измерять указанные зазоры на двигателях ЯМЗ-238, СМД-60, СМД-14, Д-240, Д-37, Д-50.

Компрессорно-вакуумная установка КИ-4942 вместе с индикатором расхода газов КИ-4887-11 может быть использована также для диагностирования *механизма газорас-*

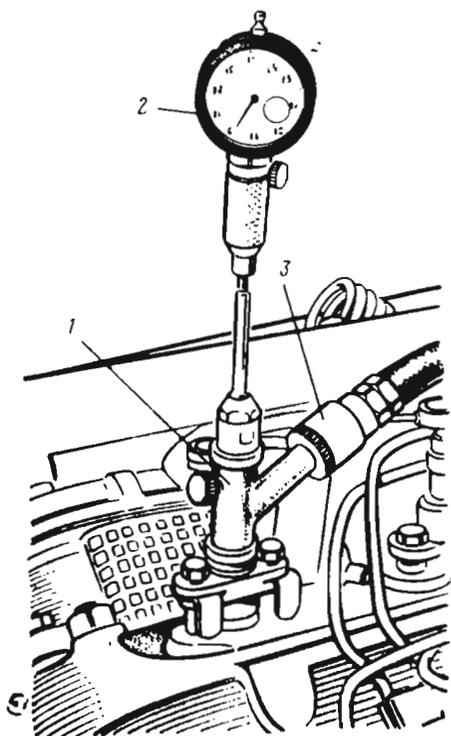


Рис. 3.13. Приспособление для диагностирования:

1 — корпус; 2 — индикатор; 3 — шланг компрессорно-вакуумной установки

*предела*, в частности для проверки герметичности клапанов. Поршень устанавливают в положение, соответствующее предыдущей проверке. В отверстие под форсунку подводят сжатый воздух от установки КИ-4942. Эжектор индикатора КИ-4887-11 подсоединяют к ресиверу разрежения установки, а конусный наконечник впускного трубопровода прибора прижимают к выпускной трубе (при проверке впускного клапана) или всасывающему коллектору (при проверке впускного клапана).

Полученные значения утечки воздуха сравнивают с допустимыми и оценивают работоспособность систем двигателя.

В механизме газораспределения измеряют также тепловые зазоры в клапанах.

Для всех перечисленных выше систем двигателя диагностическими параметрами являются также *характеристики вибрации*. Простейшим методом диагностирования с использованием этих параметров является прослушивание двигателя в установленных зонах при помощи стетоскопа КИ-1154 или автостетоскопа ТУ 11BeO-003. По характеру стука определяют неисправности. Более точными и совершенными являются приборы, позволяющие измерять амплитудные и фазовые параметры виброимпульсов, которые имеют связь с параметрами технического состояния двигателей.

В *системах питания дизельных двигателей* в качестве структурных диагностических параметров измеряют герметичность впускного тракта, зазоры в сопряжениях секций топливного насоса, жесткость пружины форсунки, угол опережения впрыска топлива, подачу топливного насоса, цикловую подачу форсунки и неравномерность подачи топлива секциями топливного насоса. Этим прямым параметрам соответствуют косвенные, к которым относятся характеристики вибрации, дымность отработавших газов, давление в трубопроводах, давление начала впрыска.

Отечественной промышленностью выпускается значительное количество приборов и приспособлений для диагностирования топливной системы. Это — сигнализатор засоренности воздухоочистителя ОР-9928, прибор КИ-562 для испытания и регулировки форсунок, устройство КИ-4801 для проверки давления в элементах топливной системы низкого давления, определитель момента топливоподачи и фаз газораспределения КИ-139Р2, топливомеры КИ-4818 и КИ-8940 для проверки насосов высокого давления и др.

При диагностировании *систем питания карбюраторных двигателей* определяют удельный расход топлива через жиклеры, уровень бензина в поплавковой камере, подачу топливного насоса, давление топлива после насоса, загрязненность воздухоочистителя и содержание окиси углерода в отработавших газах как косвенный параметр.

В процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания диагностированию подвергают также *систему смазки*, для которой определяют давление масла в главной магистрали, производительность масляного насоса, давление срабатывания клапанов, а так-

же степень загрязненности масляных фильтров, в том числе загрязненность ротора центрифуги. При этом с помощью приспособления КИ-5472 измеряют давление масла, а прибором КИ-9912 — массу осадка в центрифуге при помощи взвешивания ротора. Допускаемая масса ротора с осадком не должна превышать, например, для двигателей ЯМЗ-238НБ — 1780 г., для СМД-14 — 1850 г., для Д-240 — 1740 г. Одним из параметров, определяющих необходимость замены масла, является скорость накопления отложений в роторе центрифуги, представляющая собой отношение массы осадка в центрифуге к наработке. Для перечисленных выше двигателей допускаемая скорость отложений соответственно равна 4,5; 4,0; 3,6 г/мото-ч.

В системе охлаждения двигателя проверяют установившуюся температуру охлаждаемых поверхностей, подачу водяного насоса, охлаждающую способность радиатора по перепаду температур на входе и выходе, герметичность системы охлаждения, параметры срабатывания воздушного и парового клапанов. В процессе диагностирования с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-4942, подавая в систему охлаждения сжатый воздух и затем создавая разрежение, проверяют герметичность системы, а также моменты открытия клапанов. Исправный паровой клапан должен открываться при давлениях 28—38 кПа, а воздушный — при снижении давления по сравнению с атмосферным на 1—1,2 кПа. Разность температур охлаждающей жидкости при входе и выходе из радиатора должна быть больше 10°C. Как правило, в системе охлаждения одновременно проверяют также работу термостата и натяжение ремня вентилятора.

**Диагностирование трансмиссии.** Проверке подвергают составные части — главную муфту, коробку передач, главную и конечные передачи. В постоянно замкнутых муфтах измеряют зазор в зависимости от конструкции — между отжимными рычагами и подшипником отводки или между упором выжимного подшипника и кольцом отжимных рычагов. Так, номинальные значения этого зазора для машин на базе трактора Т-130 составляют 0,1—0,2 мм, Т-150—3,5—4,0 мм, МТЗ-80—3,0—4,0 мм. Соответственно допустимые значения (минимальные и максимальные) равны 0 и 0,3 мм и 3,0 и 5,5 мм, 2,5 и 5,5 мм. При этом зазоры между отдельными отжимными рычагами и подшипником отводки не должны отличаться более чем на 0,5 мм. После этого проверяют полный ход отжимного стакана муфты и свободный ход педали муфты сцепления. Например, для машин на базе трактора Т-74 полный ход отжимного стакана составляет 22—26 мм (допустимый 19—35 мм) и свободный ход педали сцепления — 30—35 мм (допустимый 20—45 мм).

В непостоянно замкнутых муфтах в качестве диагностического параметра контролируют усилие на рычаге включения.

При наличии тормозной установки для двигателя проверяют муфту сцепления под нагрузкой и определяют, нет ли пробуксовки дисков. Для этой цели используют стробоскопическое устройство КИ-4890.

Одним из распространенных методов диагностирования составных частей трансмиссии, коробки передач, главной и конечной передачи является измерение суммарного бокового зазора между зубьями шестерен проверяемой кинематической цепи. Перед проверкой в колесных машинах поддомкрачивают одно из ведущих колес, а в гусеничных разъединяют гусеничную ленту. После этого на полуоси или ведущем колесе укрепляют с помощью магнита указатель люфтомера КИ-4813 и динамометрический рычаг, используя одну из сменных головок. Динамометрическим рычагом при застопоренном коленчатом вале и включенной одной из передач проворачивают ведущее колесо или полуось до отказа в одну, а затем — в другую сторону. По стрелке прибора определяют для каждой передачи суммарный боковой зазор по углу поворота ведущего колеса. Так, для бульдозера ДЗ-37 суммарный зазор на I передаче равен 30' (номинальный) и 6° (предельный).

Для определения суммарного зазора в составных частях трансмиссии используют также угломер КИ-13909 (рис. 3.14). Прибор при помощи магнитов устанавливают на ступице ведущего колеса машины и по перемещению воздушного пузырька в мерной трубке проверяют измеряемые зазоры в угловых величинах.

**Диагностирование гидрооборудования.** Основными объектами диагностирования являются составные части системы гидропривода. Определяют как прямые, так и косвенные диагностические параметры по перечню, установленному государственными стандартами на испытание элементов гидропривода: давление и расход рабочей жидкости в составных частях гидропривода, герметичность, коэффициент подачи, скорость перемещения штоков гидроцилиндров, частоту вращения валов насоса и др. Измерения выполняют при установившемся режиме работы системы.

При проверке гидронасосов на машине или на стенде устанавливают номинальную частоту вращения вала отбора мощности, создают давление, равное 10 МПа, масло доводят до температуры  $50 \pm 5^\circ\text{C}$  и определяют фактическую подачу, затем вычисляют коэффициент подачи насоса  $K_Q$  — отношение фактической подачи насоса к теоретической. Для нужд практики в этом случае достаточным является определение отношения подачи при номинальном давлении к подаче при минимально возможном давлении в напорной магистрали.

Величина  $K_Q$  показывает объемные потери при работе насоса. Для строительных машин  $K_Q$  находится в диапазоне 0,96—0,98 (номинальные значения) и 0,7—0,8 (предельные значения).

В распределителях при аналогичных исходных условиях прс

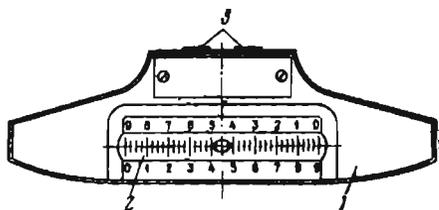


Рис. 3.14. Универсальный угломер КИ-13909:

1 — корпус; 2 — стеклянная ампула; 3 — м. штифт

веряют расход рабочей жидкости, давление срабатывания автоматов золотников, а также регулировку предохранительного клапана. При этом давление срабатывания автоматов золотников должно быть в пределах 10,5—11,5 МПа, а предохранительного клапана — 13 МПа.

В гидромоторах определяют технические параметры крутящего момента, предусмотренные в паспортах машин. Кроме того, в конструкциях отдельных гидромоторов, например в машинах комплекса ДС-110, предусмотрено условие выхода гидромотора из строя, определяемое по наличию металлических частиц в рабочей жидкости.

При диагностировании гидроцилиндров оценивают их герметичность и скорость перемещения поршня в определенных условиях: при подаче масла под давлением 10 МПа в поршневую полость и закрытом выходе масла из штоковой полости.

В гидротрансформаторах контролируют уровень масла и измеряют его давление в подпорной и напорной магистралях. Для автогрейдера ДЗ-31-2, например, эти значения соответственно равны 01,5—0,25 МПа и 0,85—0,05 МПа.

На ряде машин (профилировщик ДС-108, бетоноукладчик ДС-111 и др.) предусмотрены встроенные средства диагностирования: манометры на пульте управления, вакууметры на фильтрах, указатель температуры рабочей жидкости, указатели уровня жидкости. Так, разрежение более 0,025 МПа по вакуумметру свидетельствует о необходимости замены фильтрующего элемента.

В отдельных машинах (асфальтоукладчик ДС-126) в прилагаемом комплекте инструмента имеются приспособления для измерения давления жидкости в гидросистеме.

В качестве внешних средств диагностирования применяют дроссели-расходомеры типа КИ-1097Б при расходе рабочей жидкости до 70 л/мин и давлении до 10,0 МПа и КИ-5473 при расходе до 85 л/мин и давлении до 20 МПа. При более высоких расходах используют турбинные тахометрические датчики расхода типа ТДР13-142 (разработан ЦНИИОМТП) с диапазоном измерения 70—360 л/мин. Кроме того, в комплект измерительной аппаратуры входят манометры, тахометры, термометры, вискозиметры и другие приборы.

Приборам, позволяющим одновременно измерять значительное количество диагностических параметров, являются гидротестеры. Примером может быть разработанный ВНИИМаш гидротестер типа ГТ-2, позволяющий измерять расходы 20—150 л/мин и давления 5—40 МПа. При помощи гидротестера диагностируют составные части гидропривода машин, используя различные схемы включения (рис. 3.15).

При диагностировании систем гидропривода машин важным является контроль за состоянием рабочей жидкости, ее температурой, степенью ее загрязнения. Для этого применяют приспособление, позволяющее измерять загрязненность масла КИ-9912, или фотометрический прибор, разработанный в СибАДИ. Так, максимальная температура рабочей жидкости в машинах комплекса ДС-110

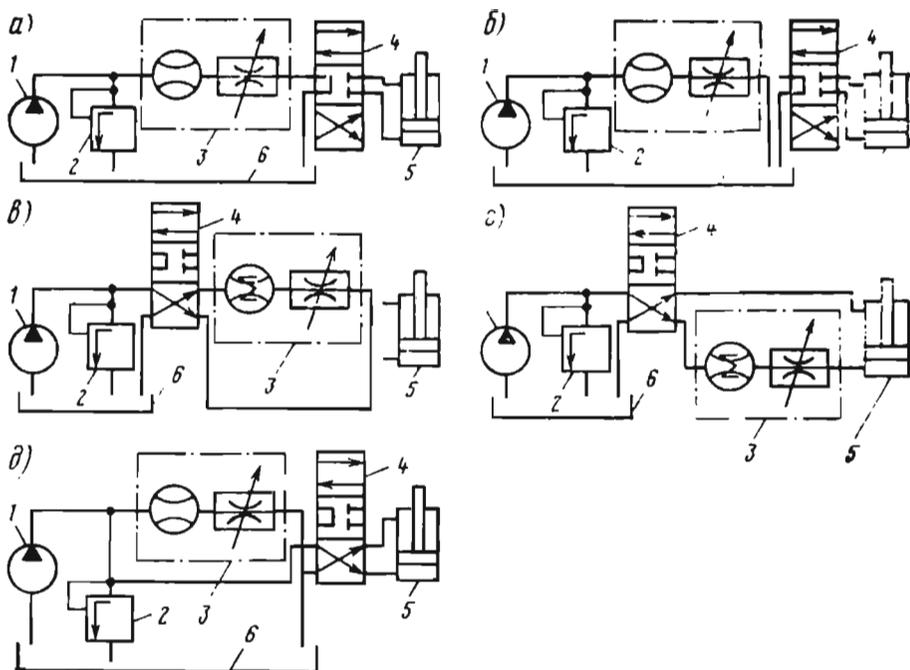


Рис. 3.15. Схема включения гидротестеров:

*а, б* — для диагностирования гидронасосов; *в* — для диагностирования распределителей с поочередным включением на выходы диагностируемых секций; *г* — для диагностирования гидроцилиндров; *д* — Т-схема для быстрого поиска неисправностей;  
*1* — насос; *2* — предохранительный клапан; *3* — гидротестер; *4* — гидрораспределитель; *5* — гидроцилиндр; *6* — бак

не должна превышать  $70^{\circ}\text{C}$ , а содержание механических примесей должно быть не более 0,015%.

**Диагностирование ходовой части.** В дорожных машинах на базе гусеничных тракторов при диагностировании ходовой части определяют зазоры в подшипниках опорных катков и направляющих колес, степень герметичности полости подшипников, износ и натяжение гусеничной цепи. В частности, максимальный осевой зазор опорных катков измеряют при помощи приспособления КИ-4850. Номинальное значение этого зазора для бульдозеров ДЗ-42, ДЗ-29 (тракторы ДТ-75, ДТ-75М) должно находиться в пределах 0,1—0,2 мм, а допустимое — не превышать 0,5 мм. При помощи индикатора измеряют также осевой зазор подшипников направляющих колес, который, например, для бульдозера ДЗ-101 должен быть не более 0,10—0,65 мм.

При проверке герметичности подшипников через маслозаливное отверстие при помощи компрессорно-вакуумной установки КИ-4942 подают сжатый воздух в полость проверяемого узла. В зависимости от того, при каком давлении подаваемого воздуха (20—300 кПа) начинает появляться смазка через сопряжения узла, судят о харак-

тере неисправности, вызывающей нарушение герметичности. Это может быть повреждение уплотнений, их износ, ослабление креплений и др.

В гусеничном ходовом устройстве износ гусеничной цепи определяют по длине 10 звеньев натянутого участка. Перед измерением на верхней ветви гусеничной цепи закрепляют устройство КИ-8913А и натягивают цепь, плавно трогая трактор с места задним ходом и сразу же его останавливая. В машинах на базе тракторов ДТ-75, ДТ-75М номинальное значение длины 10 звеньев равно 1720 мм, а значения, равные 1820 и 1900 мм, являются соответственно предельными для пальцев и гусеничной цепи в целом. Натяжение гусеничной цепи измеряют по провисанию ее участка между поддерживающими роликами. Так, для машин на базе тракторов Т-100М, Т-130Г номинальные значения этого параметра составляют 40—50 мм, машин на базе тракторов ДТ-75, ДТ-75М—30—50 мм, асфальтоукладчика ДС-126—не более 20 мм и бетоноукладчика ДС-111—30—40 мм.

В машинах с гусеничными ходовыми устройствами диагностируют также механизмы поворота. В основном проверке подвергают муфты поворота и тормоза. Если при полностью включенных муфтах поворота не обеспечивается прямолинейное движение гусеничной машины, тогда дополнительными диагностическими операциями определяют характер неисправностей муфт поворота. Действие тормозов оценивают путем затормаживания машины на уклоне до 20—25° (в зависимости от типа машины) и проверяют надежность остановки. Проверке подвергают свободный и полный ход педалей тормозов и рычагов управления муфтами поворота.

В машинах на пневмо-колесном ходу, диагностируя ходовые устройства, проверяют радиальные и осевые зазоры в шкворневых узлах, углы установки управляемых колес, состояние шин.

Зазоры в шкворнях измеряют при помощи приспособления с индикатором, поддомкрачивая, а затем опуская колесо в исходное положение. При определении углов установки колес проверяют сходимость и развал колес, а также углы поперечного и продольного наклона шкворня. Наиболее часто измеряемым диагностическим параметром является сходимость передних колес, которую измеряют универсальной телескопической линейкой КИ-650. Номинальное значение сходимости находится в следующих пределах: для машин на базе тракторов МТЗ—4—8 мм, для машин на базе тракторов Т-40—2—4, для автогрейдеров ДЗ-31-2, Д-557—5—8 мм. Для измерения развала колес, а также углов наклона шкворня пользуются прибором М-2142.

При диагностировании колесных машин обязательной операцией является измерение давления воздуха в шинах и сравнение данных с паспортными значениями.

В значительной степени безопасную и надежную работу колесных дорожных машин определяет техническое состояние рулевого управления и тормозов. В рулевом управлении при диагностировании измеряют свободный ход рулевого колеса, который не должен

быть больше 30°. Определяют также усилие на ободу при повороте рулевого колеса. При отсоединенной рулевой тяге допустимое усилие не должно превышать: для машин на базе трактора без гидроусилителя — 70 Н, с гидроусилителем — 40 Н, для тракторов К-700 — 50 Н. Рулевое управление с гидроусилителем проверяют при работающем двигателе. Кроме того, при наличии гидроусилителя проверяют его действие, подачу насоса, давление открытия предохранительного клапана, утечку рабочей жидкости в распределителе. Контролируют состояние клапана деления потока (для тракторов Т-40) и действие следящего устройства механизма управления (для трактора К-702).

При диагностировании рулевого управления используют динамомет-люфтомер КИ-402, диагностическое устройство КИ-8853, а также применяемый для проверки гидросистем дроссель-расходомер КИ-10975.

В дорожных машинах на базе колесных тракторов при сблокированных педалях тормоза должно обеспечиваться одновременное торможение задних колес, а для машин на базе тракторов К-700 К-701, К-702 — одновременное торможение всех колес.

Во время диагностирования тормозов в ряде колесных машин определяют тормозной путь, который не должен превышать: у машин на базе тракторов Т-150К — 10 м, на базе тракторов МТЗ — 6 м, на базе автомобилей с максимальной массой до 8 т — 9,5 м. Кроме того, в тормозах проверяют полный ход педалей, а также техническое состояние составных частей системы пневматического или гидравлического привода тормозов [2].

**Диагностирование автоматизированных систем управления рабочими органами.** В настоящее время все более широкое применение находят автоматизированные системы управления рабочими органами дорожно-строительных машин на базе набора унифицированных элементов агрегатированного комплекта аппаратуры «АКА-дормаш». При эксплуатации дорожной техники наблюдаются случаи простоя автоматизированных машин из-за недостаточно высокого уровня организации диагностирования и технического обслуживания элементов автоматики. Причем поиск неисправностей занимает на много больше времени, чем их устранение. В то же время, применение даже сравнительно сложных диагностических средств снижает на 30—40% затраты времени на обнаружение дефектов элементов автоматики.

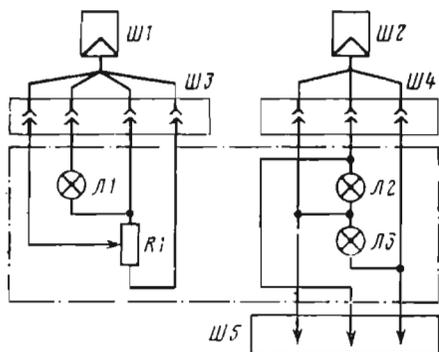


Рис. 3.16. Электросхема прибора ПРС-1:

*R1* — потенциометр СП-1-400 Ом+20%; *Л1*, *Л2*, *Л3* — сигнальные лампы типа А-12-1; *Ш1* — разъем типа ШР20УЧНШ8; *Ш2* — разъем типа ШР20ПЗНШ7; *Ш3*, *Ш4* — разъемы РП3-10; *Ш5* — разъем типа ШРГ20ПЗЭ Ш7

Так, в тресте «Латавтодормост» для диагностирования используют прибор проверки систем автоматики (ПРС-1), что значительно сокращает простой машин (рис. 3.16). При помощи ПРС-1 контролируют блок управления, проверяя мостовую схему сравнения «блок управления (БУ) — датчик угла поперечного уклона (ДУП)», обнаруживают возможное рассогласование в схеме сравнения. Кроме того, диагностируют кабели электромагнитов золотника ЗСУ, а также ДУП. Подключение прибора к проверяемым узлам осуществляют через разъемы Ш1, Ш2, Ш5. Для целей технического обслуживания и диагностирования автоматизированных дорожно-строительных машин в тресте имеются специализированные передвижные лаборатории на базе автомобилей ЕрАЗ-762 (рис. 3.17).

Представляет интерес также прибор диагностирования систем машин, разработанный в Киевском автомобильно-дорожном институте под руководством канд. техн. наук А. А. Зайченко.

В приборе имеются блок для проверки датчиков угла поперечного уклона и сравнивающих устройств, а также блоки проверки датчиков продольного профиля и усилителей мощности. Прибор можно использовать как диагностическое средство для системы автоматического регулирования в целом и для ее составных частей.

При пользовании этим прибором целесообразно применять функциональные циклограммы, которые составляют в соответствии с алгоритмом диагностирования. Функциональные циклограммы — это разработанные в матричной форме модели работы системы автоматического регулирования, где на основании причинно-следственных связей сопоставлены состояния диагностируемых приборов

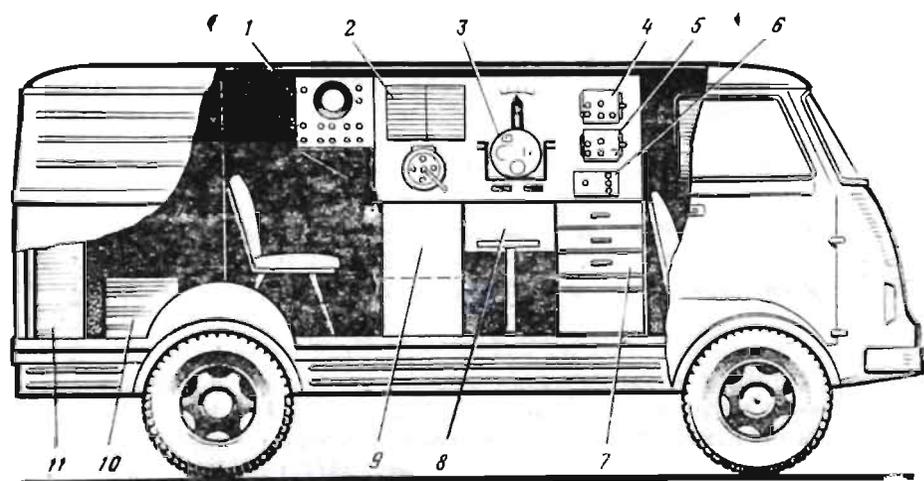


Рис. 3.17. Передвижная лаборатория:

1 — осциллограф; 2 — место для установок пультов управления систем «Стабислой-2 (20)» и «Профиль-2 (20)»; 3 — прибор для проверки датчика ДУП (ДКБ); 4 — контрольный блок управления системы «Профиль-1»; 5, 6 — устройства автоматического поиска неисправностей; 7 — тумба для инструментов; 8 — преобразователь напряжений; 9 — измерительная аппаратура; 10 — контейнер с электрогидравлическими золотниками; 11 — контейнер с датчиками, пультами и блоками управления

и элементы цикла проверок. Обнаруженный отказавший элемент демонтируют и в соответствии с технологической картой подвергают дальнейшей проверке с целью детализации неисправности. Прибор входит в оборудование передвижной лаборатории-мастерской по диагностированию и наладке систем автоматики.

**Прогнозирование остаточного ресурса.** По результатам диагностирования определяют остаточный ресурс составных частей машины  $t_{ост}$ , т. е. наработку от момента контроля до наступления предельного состояния проверяемого агрегата или узла, когда дальнейшее его использование становится невозможным из-за предельного износа или недопустимого ухудшения других показателей. Для определения  $t_{ост}$  должны быть обеспечены определенные условия.

В частности, для диагностируемой составной части должны быть известны номинальные значения параметра технического состояния  $\Pi_n$ , предельное значение этого параметра  $\Pi_n$ , наработка составной части от начала ее эксплуатации или от возобновления эксплуатации после ремонта до момента контроля  $t_k$ , измеренное при наработке  $t_k$  значение параметра  $\Pi(t_k)$ , а также показатель изменения параметра за период приработки  $\Delta\Pi$ . Предполагается также, что изменение параметра технического состояния  $U(t)$  аппроксимируется степенной функцией

$$U(t) = V_c t^\alpha + \Delta\Pi, \quad (3.5)$$

где  $V_c$  — коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра;  
 $\alpha$  — показатель степени аппроксимирующей функции (для параметров технического состояния тракторных двигателей равен: угар картерного масла — 2, мощность двигателя — 0,8, зазоры в кривошипно-шатунном механизме — 1,4 и др.).

Тогда для случая, когда среднее квадратическое отклонение фактического изменения параметра от аппроксимирующей степени функции  $\sigma_z \leq 0,5$ , остаточный ресурс определяют по формуле

$$t_{ост} = t_k \left[ \left( \frac{U_n}{U_1(t_k)} \right)^{1/\alpha} - 1 \right], \quad (3.6)$$

где  $U_n$  — предельное отклонение параметра технического состояния;

$$U_n = |\Pi_n - \Pi_n| - \Delta\Pi;$$

$U_1(t_k)$  — изменение параметра технического состояния к моменту контроля;

$$U_1(t_k) = |\Pi(t_k) - \Pi_n| - \Delta\Pi.$$

Так, например, если диагностировать двигатель Д-37М по параметру технического состояния «угар масла» при наработке 1000 мото-ч, располагая при этом необходимыми данными ( $\Pi_n = \gamma = 0,080$  кг/мото-ч;  $\Pi_n = 0,200$  кг/мото-ч;  $\Pi(t_k) = 0,090$  кг/мото-ч;  $\Delta\Pi = 0$ ;  $\alpha = 2$ ), то прогнозируемый остаточный ресурс цилиндропоршневой группы согласно формуле (3.6) составит 2460 мото-ч.

Кроме рассмотренного случая, могут быть также определены остаточный ресурс с заданной доверительной вероятностью, оптимальный остаточный ресурс и экономически целесообразный предельный остаточный ресурс.

В практике диагностирования при прогнозировании остаточного ресурса с целью сокращения времени на расчетные операции в помощь обслуживающему персоналу составляют таблицы значений остаточного ресурса, а также соответствующие номограммы для прогнозирования остаточного ресурса.

#### **3.4. РЕМОНТ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

**Текущий ремонт.** Согласно действующей системе ППР в организациях, на балансе которых находятся машины, машинный парк подвергают текущим и капитальным ремонтам.

Текущий ремонт выполняют с целью обеспечения или восстановления работоспособности элементов машины до очередного планового ремонта и выполняют силами участков ППР, а по времени часто совмещают для сложных машин с ТО-3. Этот ремонт состоит в замене или восстановлении отдельных элементов машины. Для текущего ремонта установлены периодичность и трудоемкость, а также время простоя машины при выполнении ремонтных работ. Нормативы используют для целей планирования, при определении трудовых затрат, необходимых материальных средств и оборудования, а также при расчете планового коэффициента технического использования машин.

Часть работ по текущему ремонту выполняют по потребности, по мере появления отказов и неисправностей в процессе использования машин. Однако значительный объем текущего ремонта реализуют в установленные годовым планом сроки. Перечень ремонтных операций определяют на основании рекомендаций заводов-изготовителей машин, а также в соответствии с результатами общего диагностирования, трудоемкость которого предусмотрена в нормативах по текущему ремонту. Практически, текущий ремонт является ремонтом по техническому состоянию. При текущем ремонте выполняют необходимые разборочно-сборочные работы, часть из которых предназначена для определения технического состояния отдельных агрегатов и составных частей.

Восстановление необходимой работоспособности сборочных единиц машины осуществляют, как правило, путем замены отработавших свой ресурс деталей на новые, а также при помощи регулировочных операций.

Перед текущим ремонтом машины очищают от грязи и технологических остатков, моют и подвергают общему диагностированию. Неисправные агрегаты снимают с машины и направляют на ремонт в соответствующие цехи или отделения эксплуатационной базы. Снятый агрегат разбирают, производят дефектацию и заменяют изношенные детали (кроме базовых) или регулируют соответствующие сопряжения. После сборки и испытаний агрегат пополняет оборотный фонд или устанавливается на машину.

В двигателях внутреннего сгорания при текущем ремонте в головке цилиндров устраняют неплотность прилегания клапанов, при необходимости заменяют клапаны, клапанные пружины или

направляющие втулки. При предельных значениях диагностических параметров (низкое индикаторное давление при прорыве газов в картер, понижение давления масла и др.) в цилиндро-поршневой группе могут заменять поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, гильзы цилиндров. В ТНВД замеряют люфт кулачкового вала и вала регулятора, восстанавливая номинальные значения путем изменения количества прокладок под крышками подшипников. Кроме того, при необходимости заменяют плунжерные пары и распылители форсунок.

В трансмиссии в зависимости от технического состояния заменяют или восстанавливают отдельные составные части. В узле сцепления на ведомых дисках муфт могут быть заменены фрикционные накладки. При предельном износе устанавливают новые выжимные подшипники. После сборки в муфте сцепления регулировкой устанавливают необходимые значения зазоров между дисками и нажимными кулачками.

Коробки передач при текущем ремонте разбирают и заменяют валы при значительных износах посадочных мест под подшипники и профили шлицев. Вместо изношенных и частично разрушенных могут устанавливаться новые шестерни, фиксаторы, подшипники и уплотнения. Номинальные зазоры в главных передачах восстанавливают при помощи регулировки конических подшипников. В балансирах автогрейдеров проверяют и при необходимости регулируют натяжение цепи удалением звеньев.

Текущий ремонт агрегатов гидросистемы осуществляют в стационарных мастерских, где должно быть обеспечено одно из основных условий — чистота помещения. При этом отсоединенные шланги закрывают резьбовыми заглушками. Независимо от наличия других неисправностей в гидроагрегатах заменяют все уплотнения. Перед сборкой детали смазывают дизельным маслом, а после сборки в системе проверяют герметичность, освобождают магистрали от воздуха и осуществляют кратковременную (в течение 15 мин)работку.

В тормозах проверяют элементы привода и в зависимости от износа производят замену фрикционных накладок тормозных лент и тормозных колодок.

При текущем ремонте восстанавливают также режущие кромки рабочих органов. Для этой цели, например, на автогрейдерах заменяют или поворачивают основные и боковые ножи, и на бульдозерах переставляют ножи, опуская их на второй ряд крепежных отверстий.

В практике эксплуатации дорожных машин получили распространение два основных метода текущего ремонта: замена сборочных единиц на машине без сохранения их принадлежности — агрегатный метод и индивидуальный метод ремонта. Наиболее целесообразным является агрегатный метод ремонта (см. п. 4.1).

При проведении индивидуального метода ремонта отремонтированные агрегаты устанавливают на те же машины, с которых они были сняты, т. е. сохраняется принадлежность составных частей к

данной машине. Этот метод применяют при текущем ремонте машин, для которых создание оборотного фонда агрегатов экономически нецелесообразно в связи с ограниченным типом машин в парке.

**Капитальный ремонт.** С целью восстановления полного или близкого к полному (не менее 80%) ресурса машины с заменой или восстановлением любых ее частей, включая базовые, выполняют капитальный ремонт. При этом восстанавливают начальные размеры деталей, физико-механические свойства поверхностей, межцентровые расстояния валов редукторов, посадки и опорные поверхности базовых деталей: корпусов, рам и др.

Срок направления машины в капитальный ремонт обусловлен утвержденным планом-графиком. В этот срок специальная комиссия осматривает машину, определяет ее техническое состояние и делает заключение о необходимости капитального ремонта или о продлении дальнейшей эксплуатации машины в течение определенного периода.

Капитальный ремонт сложных дорожно-строительных машин, их составных частей и рабочего оборудования (двигателя, коробки передач, редукторов и лебедок, а также ходовых и задних мостов тракторов) проводится, как правило, на ремонтных специализированных заводах.

Капитальный ремонт строительных машин малой сложности и полустационарных установок и оборудования карьеров, а также их составных частей (редукторов, коробок отбора мощности, узлов систем управления и торможения, гидроцилиндров и элементов гидропривода и рабочего оборудования) выполняют в центральных ремонтных мастерских (ЦРМ) управлений механизации или на производственно-ремонтных базах (ПРБ). Во всех случаях капитальный ремонт машин, установок и оборудования должен производиться по техническим условиям, составляемым заводами-изготовителями машин.

*Технические условия* разрабатываются на ремонт серийной продукции в соответствии с требованиями ГОСТ 24406—80, ГОСТ 24407—80; ГОСТ 24408—80 [13, 14, 15] и стандартами на комплектность и содержание ремонтной документации (ГОСТ 2.602—68\* «ЕСКД. Ремонтные документы»). В состав ремонтных документов входят технические условия на капитальный ремонт (ТУ), состоящие из разделов: введение, общие технические и специальные требования к составным частям и всему собранному изделию, контрольные испытания, модернизация, покрытие и смазка, комплектация, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение изделий.

Во введении указывают: область распространения ТУ, перечень ремонтных документов, их содержание и обоснование для разработки.

В разделе «Общие технические требования» приводят технические указания и специальные требования к ремонту машины данного наименования определенного года его выпуска.

Специальные требования к составным частям дают указания по техническим характеристикам, нормам и показателям составных частей машины и требуемое качество их ремонта. Этот раздел оформляется в виде карт дефектации и ремонта деталей агрегатов и узлов машины (форма 3.5).

Форма 3.5

### Технические требования на дефектацию и ремонт

Эскиз детали	Наименование детали или сборочной единицы.					Собозначение.		
	Материал.		Тип			Количество на изделие		
Позиция на эскизе	Возможный дефект	Способ устранения дефекта	Размер			Обозначение соименной детали	Рекомендуемый способ восстановления	Ремонтный размер
			номинальный	допустимый	предельно допустимый			

Раздел «Требования к собранному изделию» содержит технические характеристики, нормы и показатели, определяющие эксплуатационные свойства машины и качество их ремонта.

В разделе «Модернизация» помещают указания и требования к выполнению работ по модернизации систем машины.

В разделе «Контрольные испытания» излагаются методы испытания машины по всем требующимся показателям. Здесь указывают аппаратуру, правила подготовки и проведения испытаний, а также правила подсчета и оценки результатов испытаний.

Раздел «Комплектация» показывает комплектность машины и ЗИП, инструменты и принадлежности.

Остальные разделы составляются исходя из условий сохранности машины или ее составных частей при транспортировке и хранении.

Тракторы, на базе которых созданы дорожные машины, сдают в ремонт и выдают из ремонта в соответствии с требованиями ГОСТ 18524—80\*, а дизельные двигатели тракторного типа, применяемые на машинах, — по ГОСТ 18523—79\*. При этом гарантии, установленные ГОСТ 18524—80\*, не распространяются на строительные машины, созданные на базе тракторов.

*В ремонт разрешается сдавать дорожные машины, выработавшие установленный нормативно-технической документацией ресурс до первого или очередного ремонта и достигшие предельного состояния.*

Допускается сдавать в ремонт машины, не выработавшие ресурс, но достигшие предельного состояния в случае аварийных повреждений. В этом случае заказчик — дорожная организация с представителем незаинтересованной организации — составляют акт о техническом состоянии дорожной машины, в которой указывают

причину неполной выработки ресурса. При аварийных повреждениях составляется акт с представителем незаинтересованной стороны об аварийном состоянии машины.

Если причиной неполной выработки ресурса явилось несовершенство конструкции машины или низкое качество ее изготовления, в составлении технического акта должны принимать участие соответственно представители разработчика и изготовителя машины.

В техническом акте, который утверждает вышестоящая организация, указывают номер машины по системе нумерации предприятия-изготовителя, ее наработку с начала эксплуатации или от капитального ремонта и причины неполной выработки ресурса. Копии технических актов направляют предприятию-изготовителю, головной организации разработчика и потребителя, занимающейся оценкой качества машины.

Машины, подлежащие ремонту, должны быть полностью укомплектованы сборочными единицами и деталями, предусмотренными конструкторской документацией, за исключением инструментов, и иметь один вид рабочего оборудования, например для экскаваторов прямая лопата или драглайн.

Дорожные машины и их составные части не принимаются в капитальный ремонт при несоответствии комплектности требованиям ГОСТ 18524—80\*, ГОСТ 18523—79\* и при наличии: дефектов базовых деталей, указанных в нормативно-технической документации, сборочных единиц и деталей, отремонтированных способом, исключающим возможность последующего их использования или ремонта (сварка вместо предусмотренного крепления болтами и т. п.). Машины не принимают в ремонт также при отсутствии документации, которая должна представляться вместе с машиной.

Машины с дефектами базовых деталей, устранение которых не предусмотрено действующей нормативно-технической документацией, а также с дефектами, возникшими в результате аварии, могут быть приняты в ремонт по соглашению между заказчиком и исполнителем.

Вместе с дорожной машиной, сдаваемой в ремонт, на ремонтное предприятие представляются: формуляр или паспорт дорожной машины завода-изготовителя; аварийный акт; акт о техническом состоянии, если направляется в ремонт с невыработанным ресурсом.

При сдаче в ремонт отдельной составной части заказчик — дорожное хозяйство — направляет паспорт, а при его отсутствии — справку по форме, устанавливаемой ГОСТ 24408—80 (форма 3.6).

При приемке поступившей в ремонт машины или составной части ремонтное предприятие проверяет: комплектность машины (составной части) внешним осмотром; техническое состояние машины (составной части) внешним осмотром и с помощью средств технического диагностирования или разборкой отдельных составных частей (сборочных единиц); наличие предусмотренной ГОСТ 24408—80 технической документации и правильность оформления формуляра (паспорта).

**Справка**

**о техническом состоянии составных частей, сдаваемых в ремонт**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

Настоящей справкой подтверждается, что составные части, наименование и число которых приведены в перечне, после снятия с эксплуатации и перед отправкой в капитальный ремонт подборке негодными деталями не подвергались, соответствуют требованиям стандарта на сдачу в капитальный ремонт строительных машин и их составных частей.

Наименование составных частей	Марки (индексы) машин	Число составных частей (прописью)	Номер по каталогу и комплектность	Наработка до капитального ремонта, мото-ч	Дата снятия с эксплуатации

Руководитель предприятия \_\_\_\_\_  
(подпись)

Механик предприятия \_\_\_\_\_  
(подпись)

На принятую в ремонт машину или составную часть ремонтное предприятие составляет акт по форме, установленной ГОСТ 19504—74\* (форма 3.7).

*Отремонтированные машины (составные части) должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на их ремонт, разработанной в соответствии с ГОСТ 2.602—68\* «ЕСКД. Ремонтные документы».*

Показатели назначения, эргономики, технологичности, надежности (кроме послеремонтного ресурса), транспортабельности и безопасности отремонтированных машин (составных частей) должны быть на уровне новых машин (составных частей). Каждая отремонтированная машина и составная часть должны быть испытаны согласно техническим условиям на их ремонт, приняты службой технического контроля ремонтного предприятия. В формуляре (паспорте) машины (составной части) следует произвести запись о проведенном ремонте, а на составную часть, не имеющую паспорта, нанести клеймо службы технического контроля.

Приемо-сдаточные испытания отремонтированных машин (составных частей) необходимо производить с учетом требований ГОСТ 20831—75 и соответствующих документов на конкретные машины.

После ремонта на машину устанавливают счетчик наработки с показателями на начало отсчета и опломбировывают его. Отремонтированная машина должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.011—75\*.

**Акт №**  
**на сдачу в капитальный ремонт**

\_\_\_\_\_ (наименование изделия)

Настоящий акт составлен представителем \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ наименование

\_\_\_\_\_ ремонтного предприятия (исполнителя), должность и фамилия  
с одной стороны и представителем \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ наименование предприятия

\_\_\_\_\_ организации (заказчика), должность и фамилия  
с другой о том, что произведена сдача в капитальный ремонт \_\_\_\_\_

паспорт № \_\_\_\_\_ наименование, номер, год выпуска изделия  
\_\_\_\_\_ формуляр \_\_\_\_\_

Наработка с начала эксплуатации или от последнего капитального ремонта  
\_\_\_\_\_ при наличии паспорта \_\_\_\_\_ при наличии формуляра

Техническое состояние и комплектность \_\_\_\_\_ мото-часы, километры пробега и т. п.

\_\_\_\_\_ наименование изделия

соответствуют \_\_\_\_\_ наименование и (или) номер нормативно-технической документации

Номер аварийного или технического акта (если такой имеется) № \_\_\_\_\_

Заключение \_\_\_\_\_ наименование изделия и состав комплектности

в капитальный ремонт принят \_\_\_\_\_ дата приемки

не принят \_\_\_\_\_ указать отклонения от нормативно-технической документации

\_\_\_\_\_ и (или) другие причины отказа от приемки в ремонт

Представитель ремонтного предприятия \_\_\_\_\_ подпись

Представитель заказчика \_\_\_\_\_ подпись

М. П.  
ремонтного предприятия

Ремонтное предприятие после ремонта восстанавливает на машине все надписи, предусмотренные конструкторской документацией на новую машину, в том числе табличку завода-изготовителя.

На отремонтированной машине ремонтное предприятие должно закрепить табличку согласно ГОСТ 12969—67\*, которая содержит следующие данные: наименование и товарный знак ремонтного предприятия; наименование и индекс (марку) машины; год и месяц проведения ремонта; обозначение технических условий, согласно которым произведен ремонт.

К отремонтированной составной части ремонтное предприятие должно закрепить этикетку размером 60×40 мм, указав на ней следующие данные: наименование и товарный знак ремонтного предприятия; наименование составной части; наименование и индекс машины, на которой ее устанавливают; штамп ОТК; год и месяц

проведения ремонта; обозначение технических условий, в соответствии с которым выполнен ремонт.

Отремонтированная машина должна быть полностью заправлена топливом, маслом (смазками) и рабочими жидкостями, согласно требованиям, указанным в инструкции по ее эксплуатации.

ГОСТ 20831—75 регламентирует порядок проведения работ по общей оценке качества отремонтированных изделий. Предусмотрено проведение приемо-сдаточных испытаний для всей партии отремонтированных машин или для установленной выборки из партии отремонтированных агрегатов или машин. Результаты проведенных испытаний отражаются в сопроводительной документации на машину. Качество отремонтированного изделия оценивают на этапе освоения ремонтного производства и на этапе выпуска серийной ремонтной продукции по показателям, рекомендованным в гл. 1 настоящей книги.

Выдачу из ремонта дорожных машин и их составных частей оформляют актом по форме, рекомендованной ГОСТ 19504—74\* (форма 3.8).

Форма 3.8

Акт № \_\_\_\_\_

на выдачу из капитального ремонта \_\_\_\_\_  
*наименование изделия*

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 198 \_\_ г.

Настоящий акт составлен представителем заказчика \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ *наименование предприятия, организации, заказчика, должность, фамилия*  
действующим на основании доверенности № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
198 г. с одной стороны и представителем \_\_\_\_\_  
*наименование*

\_\_\_\_\_ *ремонтного предприятия (исполнителя), должность, фамилия*  
с другой стороны о том, что произведена выдача из капитального ремонта \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ паспорт № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ *наименование и номер изделия* \_\_\_\_\_ *при наличии паспорта*  
формуляр № \_\_\_\_\_

Техническое состояние и комплектность \_\_\_\_\_  
*при наличии формуляра*

соответствуют \_\_\_\_\_ *наименование изделия*

Ремонтное предприятие гарантирует исправную работу изделия в течение \_\_\_\_\_  
*наименование и номер нормативно-технической документации*

Заключение: \_\_\_\_\_ *гарантийная наработка или гарантийный срок*  
\_\_\_\_\_ *наименование изделия* призвано годным к эксплуатации

выдано из капитального ремонта \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ *наименование изделия*  
\_\_\_\_\_ принял представитель заказчика

\_\_\_\_\_ *наименование изделия*  
\_\_\_\_\_ *подпись*  
\_\_\_\_\_ сдал представитель ремонтного предприятия \_\_\_\_\_  
*наименование изделия* \_\_\_\_\_ *подпись*

М. П.  
ремонтного предприятия

К выданной из ремонта машине ремонтное предприятие прилагает: формуляр (паспорт) машины завода-изготовителя с записью о проведенном ремонте, а для грузоподъемных машин и компрессоров с записью о первом техническом освидетельствовании; акт на выдачу машины (составной части) из ремонта.

Заказчик, получая машину из ремонта, проверяет; наличие формуляра (паспорта) и записей в нем о проведенном ремонте и первом послеремонтном техническом освидетельствовании машин, техническое состояние которых контролирует Госгортехнадзор; комплектность и техническое состояние машины (составной части); правильность оформления акта на выдачу машины (составной части) из ремонта.

Ремонтное предприятие должно гарантировать соответствие качества отремонтированной машины (составной части) требованиям нормативно-технической документации на ее ремонт при соблюдении правил эксплуатации машины (составной части) и восстановленном ресурсе не менее 85%. Гарантийный срок исчисляются с момента получения заказчиком отремонтированной машины (составной части), а гарантийную наработку — с момента ввода в эксплуатацию отремонтированной машины (составной части).

Показания счетчика до начала эксплуатации должны быть занесены заказчиком (дорожной организацией) в формуляр (паспорт).

Если в период гарантийного срока дорожная машина (составная часть) находилась в ремонте по вине исполнителя (ремонтного предприятия), то гарантийный срок продлевается на продолжительность простоя в ремонте машины (составной части), о чем исполнитель (ремонтное предприятие) производит соответствующую запись в формуляре (паспорте).

Ремонтным предприятием составляется гарантийный паспорт, в котором указывают продолжительность работы двигателя отремонтированной машины, режим ее работы (скорости и нагрузки) при проведении испытаний. В гарантийный паспорт заносятся также результаты проверки грузоподъемности кранов, качество сварных швов, работа систем управления и ходовых устройств.

*Оплата за капитальный ремонт агрегатов дорожных машин производится учреждениями банка по акцептованным заказчиком платежным документам при наличии в этих документах обоснования цены согласно действующим прейскурантам. Расчеты подрядных дорожных организаций со специализированными предприятиями по ремонту дорожных машин и их агрегатов могут производиться чеками лимитированной книжки.*

Дорожные хозяйства, находящиеся на хозяйственном расчете по действующему «Положению о порядке планирования, начисления и использования амортизационных отчислений в народном хозяйстве», начисляют амортизационные отчисления на основные фонды, к которым относятся дорожные машины и оборудование, рабочие и силовые машины, транспортные средства и инструменты. Нормы амортизационных отчислений по отдельным объектам и группам основных фондов установлены отдельно на полное восста-

новление и частичное восстановление (капитальный ремонт и модернизацию) этих фондов.

За счет амортизационных отчислений, предназначенных для капитального ремонта, производятся следующие затраты, предусмотренные планом капитального ремонта:

капитальный ремонт основных фондов, включая стоимость демонтажа, монтажа ремонтируемого оборудования и расходы по транспортировке объектов капитального ремонта;

затраты на проектно-изыскательские работы по всем мероприятиям, связанным с проведением капитального ремонта, независимо от периода проведения ремонтных работ, по утвержденным прейскурантам отпускных цен на проектно-сметные работы;

затраты на полную или частичную замену износившихся механизмов и приборов, являющихся неотъемлемой частью инвентарного объекта или отдельных узлов оборудования новыми, более экономичными и повышающими эксплуатационные возможности ремонтируемых объектов, затраты на модернизацию оборудования, проводимую одновременно с капитальным ремонтом;

затраты на приобретение нового оборудования взамен устаревшего, капитальный ремонт которого экономически нецелесообразен.

За счет амортизационных отчислений на капитальный ремонт образуются нормированные запасы материальных ценностей, предназначенные для капитального ремонта (составные части, обменные агрегаты, приборы, оборудование, механизмы и др.).

### **3.5. КОРРЕКТИРОВАНИЕ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ МАШИН**

Практика эксплуатации строительных и дорожных машин свидетельствует, что поддержание работоспособности одних и тех же машин в различных условиях работы характеризуется различными технико-экономическими показателями. Так, удельные расходы на запасные части экскаватора ЭО-411Б (Э-652Б) равны 0,46 руб/ч при разработке грунтов IV категории, 0,328 руб/ч — при перегрузке щебня и песка, 0,278 руб/ч — при разработке грунтов I категории и 0,107 руб/ч — при работе в крановом режиме.

Это подтверждает различную интенсивность влияния эксплуатационных факторов на исправность машины и необходимость применения дифференцированных нормативов ТО и ремонта для различных условий работы машин. В связи с этим в инструкциях по ТО и ремонту машин предусматривают возможность корректирования нормативов.

При технической эксплуатации дорожных машин для корректирования нормативов используют различные поправочные коэффициенты, принимая во внимание, что рекомендуемые значения трудоемкости и продолжительности ТО и текущих ремонтов [27] определены для центральных районов европейской части СССР и для предприятий с количеством машин 100—200, а аналогичные нормативы капитального ремонта — применительно к ремонтным

предприятиям, оборудованным, согласно типовым проектам и имеющим годовую программу до 100 машин одной модели.

В связи с этим в значения трудоемкости и продолжительности ТО и ремонта введены поправочные коэффициенты для иных климатических условий, другой численности и структуры машинного парка:

	<i>Поправочные коэффициенты</i>
Число машин в смешанном парке:	
до 100 . . . . .	1,05
свыше 200 . . . . .	0,95
Число машин в специализированном парке:	
до 200 . . . . .	0,95
свыше 200 . . . . .	0,85
Районы жаркого и холодного климата	1,1

В значениях коэффициентов учитывают, что в специализированных парках с увеличением количества машин создаются предпосылки для применения прогрессивных форм и методов организации технического обслуживания и ремонта, современного оборудования, средств механизации работ и т. д. Если возникает необходимость скорректировать какой-либо из показателей несколькими коэффициентами, тогда эти коэффициенты перемножают. В случае капитального ремонта машин на ремонтных предприятиях с годовой программой более 100 машин одного типа, значения трудоемкости и продолжительности ремонта умножают на коэффициент 0,85.

На автомобильном транспорте для корректирования нормативов ТО и ремонта применяют группу поправочных коэффициентов, учитывающих: влияние категории условий эксплуатации  $K_1$ , модификацию подвижного состава и организацию его работы  $K_2$ , природно-климатические условия  $K_3$ , пробег с начала эксплуатации  $K_4$  и размеры автотранспортного предприятия  $K_5$ . Чтобы получить результирующий коэффициент для корректирования основных нормативов, отдельные коэффициенты перемножают в следующем порядке: для периодичности ТО —  $K_1$ ; для межремонтного пробега —  $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ ; для трудоемкости ТО —  $K_2 \cdot K_5$ ; для трудоемкости текущего ремонта —  $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$ .

В качестве единиц для измерения наработку используют часы отработанного времени, мото-часы, литры расходуемого топлива, пробег в километрах и др. Для строительных и дорожных машин, оснащенных соответствующими счетчиками, наработку, как известно, измеряют в мото-часах. Счетчики мото-часов предназначены для учета времени работы машин, а по конструкции представляют собой счетчики суммарного числа оборотов коленчатого вала двигателя. Мото-час принимают эквивалентным суммарному числу оборотов коленчатого вала (вала привода), отсчитанному при работе двигателя в определенном режиме на протяжении часа.

При тяжелых условиях работы, характеризующихся интенсивным нагрузочно-скоростным режимом, в течение смены будет отсчитано больше мото-часов, чем при работе машины в течение того же вре-

мени в легких условиях эксплуатации. Соответственно за одинаковый календарный период работы машины в тяжелых условиях будет выполнено больше ТО и ремонтов, чем при работе в легких условиях. Таким образом, метод измерения наработки в мото-часах позволяет в определенной степени корректировать периодичность ТО и ремонтов в зависимости от характера выполняемой работы и режима использования машины в течение смены.

#### ГЛАВА 4

### **ОРГАНИЗАЦИЯ АГРЕГАТНОГО МЕТОДА РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ МАШИН**

#### **4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТНОГО МЕТОДА РЕМОНТА МАШИН И УСЛОВИЯ ЕГО ВНЕДРЕНИЯ**

Агрегатный метод ремонта — форма организации ремонта дорожно-строительных машин, при которой его производят на местах эксплуатации машины, заменяя неисправную сборочную единицу и восстанавливая работоспособность машины. При этом на участках дорожных работ выполняют только демонтаж сборочной единицы, требующей ремонта, установку отремонтированного агрегата с выполнением регулировочных работ и испытание машины. Внедрение такого метода значительно сокращает простой в ремонте, так как машина не работает только то время, которое требуется на замену и регулировку установленного отремонтированного агрегата, что значительно повышает коэффициент технического использования парка машин.

Основным преимуществом агрегатного метода является сокращение времени на ремонт оборотных агрегатов, который выполняется в мастерских или на заводах, что повышает его надежность и качество. При этом виде ремонта предельный износ машины нарастает медленнее, так как периодически меняются агрегаты и составные части машины. Внедрение этого метода устраняет также сезонность в ремонте, снижает потребность в расходовании запасных частей вследствие их концентрации на ремонтных предприятиях, загрузку которых возможно осуществлять равномерно путем планирования завоза агрегатов на ремонт.

При агрегатном методе ремонта сокращаются затраты, связанные с транспортированием. Для перевозки машин к месту ремонта необходимы специальные автопоезда — прицепы-тяжеловозы или трейлеры. Применение прицепов-тяжеловозов возможно только по дорогам с твердым покрытием и ограниченной скоростью и временем передвижения. Скорость передвижения трейлера составляет 25—30 км/ч. При перевозке отдельных агрегатов на грузовых автомобилях (ЗИЛ-130, МАЗ-500 и др.) скорость значительно выше (70—80 км/ч), что снижает стоимость доставки.

Внедрение агрегатного метода ремонта создает условия для специализации рабочих и ремонтных предприятий на ремонте определенной номенклатуры агрегатов. Это повышает производительность труда, снижает себестоимость ремонта, позволяет организовать ремонт на основе концентрации и специализации предприятий по ремонту как оборотных машин в сборе, так и их агрегатов.

Ремонт дорожных машин агрегатным методом может выполняться на участках строительства и эксплуатации автомобильных дорог или на специализированных ремонтных предприятиях. Агрегатный метод ремонта дорожной техники нашел широкое применение во всех дорожных организациях, в транспортном, промышленном, энергетическом и сельском строительстве.

Организация ремонта машин агрегатным методом, предусмотренная «Рекомендациями по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» [27], регламентируется также ведомственными указаниями с учетом специфики условий эксплуатации машин и состояния ремонтной базы [17].

В настоящее время применяются четыре схемы агрегатного метода ремонта, принципиально отличающиеся друг от друга. Эти схемы самостоятельно внедрены в строительных организациях Министерства транспортного строительства СССР, Министерства промышленного строительства СССР, Министерства энергетики и электрификации СССР и Министерства сельского строительства СССР [35].

Разновидностью агрегатного метода является доставочно-обменный метод капитального ремонта строительно-дорожных машин [17]. Сущность этого метода заключается в том, что полнокомплектные дорожные машины, требующие капитального ремонта заменяются на исправные — отремонтированные за счет обменного фонда на ремонтных предприятиях.

Эффективность агрегатного метода ремонта в значительной степени определяется наличием парка однотипных машин. Поэтому применение этого метода в условиях специализированных управлений или механизации, где сконцентрировано значительное количество машин, наиболее целесообразно.

Дорожные организации с незначительным количеством машин в пределах области или района закрепляются за управлениями механизации, за крупными производственными дорожными организациями или обменными пунктами, где концентрируются агрегаты с последующей централизованной сдачей их в ремонт на завод и получением из ремонта.

Эффективность агрегатного ремонта может быть повышена проведением ряда организационно-технических мероприятий, основными из которых являются: образование обменного фонда агрегатов или ремонтных комплектов в количествах, определяемых расчетом; организация складов агрегатов и обменных пунктов для замены неисправных агрегатов на исправные; разработка технической документации и норм на демонтажно-монтажные работы; обеспечение участков слесарно-монтажным инструментом и

подъемно-транспортными средствами; наличие специализированных передвижных мастерских; специализация базовых предприятий по ремонту определенной номенклатуры агрегатов или комплектов дорожных машин.

Для успешного внедрения агрегатного метода ремонта очень важна научная организация труда при технической эксплуатации машин, к основным мероприятиям которой можно отнести:

создание специализированных машинно-дорожных отрядов, колонн, звеньев, участков, где сосредоточены однотипные машины для производства определенных механизированных работ: земляных, по устройству дорожных покрытий, забивке свай, монтажу сборных конструкций и пр. Это позволяет лучше использовать машины, применять передовые методы их эксплуатации, создает условия для агрегатного ремонта;

организацию механизированной заправки машин топливом, водой и смазочными маслами непосредственно на местах производства работ;

внедрение радиосвязи для контроля за работой машин и оперативного решения возникающих вопросов по их ремонту;

межменное техническое обслуживание на объектах работ с использованием передвижных мастерских;

увеличение рабочего времени машиниста за счет исключения из его обязанностей работ, связанных с подготовкой машин к работе, что создает условия, при которых машинист принимает участие только непосредственно в производственном процессе;

внедрение передовой технологии технического обслуживания и ремонта дорожных машин;

введение бригадного подряда, прогрессивно-премиальной системы и аккордной оплаты труда машинистов и слесарей по техническому обслуживанию и ремонту, что создает материальную заинтересованность рабочих в улучшении показателей своего труда и использовании дорожной техники;

повышение технического уровня эксплуатации и ремонта машин, строгое соблюдение системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта и требований эксплуатационной документации.

Для стимулирования внедрения агрегатного метода ремонта машин на предприятиях комбината «Вельсклес» и объединения «Пермлеспром», а также на ДСУ № 3 треста «Киевстрой-2» развернуто движение механизаторов и водителей за сохранность машин и увеличение их пробега.

В целях поощрения машинистов дорожных машин и водителей специальных автомобилей за увеличение пробега (машино-часов работы) без капитального ремонта новых или капитально отремонтированных машин и агрегатов (асфальтосмесителей, асфальтоукладчиков, автогрейдеров, бульдозеров, автогудронаторов, тракторов-тягачей, скреперных агрегатов, погрузчиков, самоходных катков, экскаваторов, комплекта машин для укладки цементобетона) вводится премирование. На кабины машин, имеющих большую наработку (тыс. км или маш-ч) без капитального ремонта, наносят красные звезды, а машинистам вручают денежное вознаграждение, выплачиваемое за счет фонда материального поощрения. Для введения премирования необходимо выполнение следующих условий:

закрепление по акту дорожных машин за машинистами, специальных автомобилей за водителями, асфальтосмесителей за операторами для постоянной эксплуатации;

учет работы дорожной машины по наряд-журналу, сменному рапорту или путевому листу;

эксплуатация машины и оборудования без аварии при соблюдении правил технической эксплуатации, требований охраны труда и графиков ППР;

выполнение установленных межремонтных пробегов (машино-часов).

Выплата денежных премий оформляется приказом руководителя по согласованию с местным комитетом профсоюза.

*Годовая экономическая эффективность* от внедрения агрегатного ремонта может быть определена по методике, предложенной Госстроем СССР, по формуле

$$\mathcal{E}_1 = (C_1 - C_2) + E_n (K_2 - K_1) A_p, \quad (4.1)$$

где  $C_1, C_2$  — себестоимость текущих и капитальных ремонтов при сравниваемых методах ремонта (индивидуальном, агрегатном), руб.;

$K_1, K_2$  — удельные капиталовложения в ремонтную базу при сравниваемых методах, руб. (к удельным капиталовложениям при агрегатном методе ремонта относится стоимость основных фондов для демонтажно-монтажных работ на месте их эксплуатации, а основные фонды для ремонта агрегатов в обоих случаях одинаковы и не учитываются);

$E_n$  — отраслевой нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений (для строительных организаций принят  $E_n = 0,12$ );

$A_p$  — годовой объем ремонтных работ, нормо-ч.

*Эффективность*, получаемая от сокращения продолжительности ремонта машин,

$$Z_{арр} = C_{пр} - C_{о.ф}, \quad (4.2)$$

где  $C_{пр}$  — стоимость работ, выполненных дополнительно парком дорожных машин, отремонтированных в течение года (за счет сокращения времени ремонта), руб.;

$C_{о.ф}$  — затраты на создание оборотного фонда агрегатов в течение года, руб.

При этом

$$C_{пр} = \Delta t P_{см} \gamma P_p, \quad (4.3)$$

где  $\Delta t$  — дополнительное время работы машины, число смен;

$P_{см}$  — средняя сменная производительность (для землеройных машин  $m^3$  грунта);

$\gamma$  — сметная стоимость единицы выполненного объема, например руб  $/m^3$ ;

$P_p$  — парк машин, отремонтированных за год агрегатным ремонтом;

$$C_{о.ф} = \sum_1^e \frac{B_0}{T}, \quad (4.4)$$

где  $B_0$  — балансовая стоимость одноменных составных частей оборотного фонда машин;

$T$  — число лет эксплуатации составной части;

$e$  — число наименований составных частей.

*Эффективность*, получаемая от сокращения продолжительности ремонта, выражается в снижении потребности в дорожных машинах, что также определяет сокращение капиталовложений на их приобретение.

### Количество высвободившихся дорожных машин

$$N = \Delta t P_{cm} / P_n,$$

где  $P_n$  — нормативная базовая выработка одной дорожной машины.

Общая стоимость высвободившихся дорожных машин

$$C_{nm} = C_0 N, \quad (4.6)$$

где  $C_0$  — оптовая цена одной дорожной машины, руб.

### 4.2. СОЗДАНИЕ ОБОРОТНОГО ФОНДА АГРЕГАТОВ

Важнейшим условием для внедрения агрегатного метода ремонта является создание оборотного фонда агрегатов и их составных частей. Оборотный фонд создается за счет восстановления демонтированных, требующих ремонта агрегатов, получения новых агрегатов от заводов дорожного машиностроения, сборки агрегатов из покупных составных частей или изготовления их на местах. Собранные агрегаты должны соответствовать чертежам заводов-изготовителей дорожных машин. Организация агрегатного ремонта зависит от наличия парка одноименных машин, унификации их агрегатов, а также наличия стационарной базы для их ремонта.

В табл. 4.1 приведен перечень дорожных машин, конструктивные особенности которых позволяют ремонтировать их агрегатным методом.

По методике, указанной в «Рекомендациях по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» [27], потребность дорожных хозяйств в сборочных единицах для создания оборотного фонда определяется на парк дорожных машин каждой марки:

$$П_{об} = \frac{AMB T_n}{365 T_p} K_{об}, \quad (4.7)$$

где  $A$  — число одинаковых сборочных единиц на одной машине, шт.;

$M$  — число машин одной марки (индекса) в хозяйстве, шт.;

$B$  — время обрачиваемости сборочной единицы, дни (продолжительность пребывания сборочной единицы в ремонте и ожидании ремонта, исчисляемое со дня ее демонтажа до получения отремонтированной сборочной единицы на склад организации, выполняющей ремонт машины);

$T_n$  — планируемая наработка машины в течение года, ч;

$T_p$  — ресурс сборочной единицы, ч;

$K_{об}$  — коэффициент, учитывающий возможные отклонения времени обрачиваемости и ресурса сборочных единиц; принимают 1,05–1,2 или по данным Главэнергостроймеханизации:

Число машин в парке, шт	10	30	50	75	100	150	200 и выше
$K_{об}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2

Прим е р. Необходимо определить оборотный фонд коробок передач для ремонта автогрейдеров ДЗ-31-1 агрегатным методом для следующих условий:

Число автогрейдеров в ДСУ	40
Число одинаковых сборочных единиц на одной машине	1
Время обрачиваемости сборочных единиц, дни	15

Таблица 4.1

## Основные дорожные машины, рекомендуемые для агрегатного метода ремонта

Машины	Марка
<i>Машины для подготовительных работ</i>	
Кусторезы Корчеватели	Д-306, КБ-2,8, К-3,2, 2Н, КБ-4,0, ДП-4А (Д-514А), ДП-1 (М-6), ДП-24, ДП-8А (Д-608А), ДП-13 (Д-690), МП-2А, МП-2Б, Д-695А, МП-7А, ДП-2А (Д-496А), ДП-3А (Д-513А), ДП-25, ДП-20 (К-1А), ДП-21 (К-2А), ДП-27
Рыхлители	ДП-50 (Д-515С), ДП-18 (Д-723), ДП-22С, ДП-16С (Д-711С), ДП-26С, ДП-9С (Д-652С)
Бульдозеры-рыхлители	ДП-90С, ДЗ-116А, ДП-22С, ДЗ-35С (Д-575С), ДП-14 (Д-705), ДЗ-117, ДЗ-126, ДП-9С, ДЗ-34С
Бульдозерно-рыхлительные агрегаты	ДЗ-94С, ДЗ-95С, ДП-15 (Д-706) с рыхлителем ДП-5С
<i>Машины для землеройно-транспортных работ</i>	
Автогрейдеры	ДЗ-40А, Б (Д-598А, Б), ДЗ-61А (Д-710А, Б), ДЗ-99-1-1, ДЗ-99А-1-2, ДЗ-99-1-4, ДЗ-99-2-2, ДЗ-99-2-4, ДЗ-31-1, (Д-557-1), ДЗ-31-1-1; ДЗ-31-1-2, ДЗ-98 (ДЗ-395), ДЗ-98-01
Грейдер-элеваторы	ДЗ-501 (Д-437А), Д-507, ДЗ-502 (Д-616), ДЗ-505, ДЗ-501А (Д-437-АК), ДЗ-503 (Д-633)
Бульдозеры	ДЗ-42 (Д-606), ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-104, ДЗ-27С (Д-532С), ДЗ-53 (Д-686), ДЗ-54С (Д-687С), ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-118, ДЗ-59 (Д-701), ДЗ-28 (Д-533), ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-101, ДЗ-43 (Д-607), ДЗ-17А (Д-492А), ДЗ-18А (Д-493А), ДЗ-19 (Д-494А), ДЗ-109, ДЗ-25 (Д-522)
Бульдозеры на пневмоколесном ходу	ДЗ-71 (Д-740), ДЗ-37 (Д-579), ДЗ-102, ДЗ-48 (Д-661)
Экскаваторы одноковшовые	ЭО-2621, (Э-2515), ЭО-2621А, ЭО-3311Б (Э-302Б), ЭО-3311В (Э-303Б), ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-4111Б (Э-652Б), ЭО-4111ХЛ (Э-652БХЛ), ЭО-4231, ЭО-4121, ЭО-5111А (Э-10011А), ЭО-10011Д, ЭО-10011Е, ЭО-6111Б (Э-1251Б), ЭО-6112Б (Э-1252Б), ЭО-2503 (Э-2505)
<i>Машины для устройства асфальтобетонных дорожных покрытий</i>	
Автогудронаторы	ДС-53А (Д-722), ДС-40 (Д-641), ДС-39А (Д-640А)
Асфальтоукладчики	ДС-1 (Д-150Б), ДС-48 (Д-699), ДС-126А
<i>Машины для уплотнения грунтов дорожных оснований и покрытий</i>	
Прицепные и полуприцепные катки на пневматических шинах	ДУ-37Б, ДУ-16В (Д-551В), ДУ-30 (Д-625), ДУ-39А
Самоходные катки на пневматических шинах	ДУ-31А (Д-627А), ДУ-29 (Д-624)
Самоходные статические катки с гладкими металлическими вальцами	ДУ-50, ДУ-48Б, ДУ-49А, ДУ-47А, ДУ-8В (Д-399В), ДУ-9В (Д-400В)

Планируемая наработка автогрейдера в течение года	1250
Ресурс коробки передач, ч	2000
Возможное отклонение времени оборачиваемости и ресурса сборочной единицы ( $K_{об}$ )	1,07

В соответствии с формулой (4.7) оборотный фонд коробок передач

$$F_{об} = \frac{1,40 \cdot 15 \cdot 1250}{365 \cdot 2000} \cdot 1,07 = 1,09 \approx 2 \text{ ед.}$$

Если в результате расчета оборотного фонда получается дробная величина, то она округляется до ближайшего большего целого числа.

Таблица 4.2

**Оборотные агрегаты и сборочные единицы для агрегатного ремонта дорожных машин**

Агрегаты дорожных машин	Число оборотных агрегатов и сборочных единиц на каждые 100 машин				
	Экскаваторы	Автогрейдеры	Самоходные катки	Тракторы	
				колесные	гусеничные
Двигатель пусковой	7	5	4	6	7
Двигатель основной	10	5	4	6	7
Сцепление	8	7	4	10	10
Топливный насос	10	10	10	10	10
Форсунка (комплект)	12	10	10	10	10
Насос водяной	10	8	7	7	7
Насос масляный	8	7	7	7	7
Фильтр масляный	15	5	5	5	5
Радиатор водяной	8	7	7	7	10
Головка блока цилиндров основного двигателя	8	4	4	4	4
Прокладка головки блока цилиндров	10	10	10	12	12
Коробка передач	—	4	4	6	6
Задний мост	5	5	5	6	6
Главная передача	5	5	5	6	6
Бортовой фрикцион (реверсивная муфта)	—	—	5	6	6
Бортовая передача	—	—	5	6	6
Полуось	—	8	—	8	—
Карданная передача	—	5	—	7	5
Передний мост	—	5	—	5	—
Рулевое управление	—	5	5	6	—
Рама	—	3	2	2	2
Кабина	—	3	—	2	3
Балансир	—	2	—	—	3
Колесо ведущее направляющее	—	—	—	6	6
Комплект колес или гусениц	6	6	—	4	5
Палец гусеницы (комплект)	4	—	—	—	5
Счетчик мото-часов	8	6	6	4	4
Приборы (комплект)	15	4	4	6	6
Генератор	8	6	6	6	6
Шины (комплект)	—	4	—	5	—

Специализация предприятий по ремонту определенного типа комплектов, а также точное планирование поступления в ремонт и выдачи отремонтированных агрегатов уменьшают потребность в оборотных агрегатах и сборочных единицах. Потребность в сборочных единицах может быть также снижена путем создания обменных пунктов, где организованы хранение и сдача в ремонт агрегатов оборотного фонда с централизованной их доставкой.

Таблица 4.3

Расчетные нормы оборотного фонда агрегатов дорожных машин для ремонтных предприятий строительных организаций

Продолжительность ремонта агрегата, дни	Число агрегатов оборотного фонда, шт., при программе ремонта агрегатов, шт./год													
	50	75	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2070
1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	7	8	8	12	16
2	1	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	18	24
3	1	2	2	4	5	7	8	10	12	13	15	16	24	32
4	1	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40
5	2	2	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	36	48
6	2	3	3	6	9	12	14	17	20	23	25	28	42	56
7	2	3	4	7	10	13	16	19	23	26	29	32	48	64
8	2	3	4	8	11	15	18	22	25	29	32	36	54	72
9	2	3	4	9	12	16	20	24	28	32	36	40	60	79
10	3	4	5	9	14	18	22	27	31	35	40	44	66	87
11	3	4	5	10	15	19	24	29	34	38	43	48	72	95
12	3	4	6	11	16	21	26	31	36	42	47	52	78	103
13	3	5	6	12	17	23	28	34	39	45	50	56	83	111
14	3	5	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	89	119
15	4	5	7	13	19	26	32	38	45	51	57	64	95	127
16	4	5	7	14	21	27	34	41	48	54	61	68	101	135
17	4	6	8	15	22	29	36	43	50	57	65	72	107	143
18	4	6	8	15	23	30	38	45	53	60	68	76	113	151
19	4	6	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	119	158
20	5	7	9	17	25	34	42	50	59	67	75	83	125	166

Таблица 4.4

Расчетные нормы обменного фонда полнокомплектных строительных и дорожных машин для ремонтных предприятий строительных организаций

Время оборота машин, сут	Число полнокомплектных машин обменного фонда, шт., при программе ремонтного предприятия, шт./год													
	50	75	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000
4	—	—	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	20	26
6	—	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	39
8	1	2	3	5	8	10	13	16	18	21	24	26	39	53
10	2	2	3	7	10	13	16	20	23	26	30	33	49	66
12	2	3	4	8	12	16	20	24	28	32	35	40	59	79
14	2	3	5	9	14	18	23	28	32	37	41	46	69	92
16	3	4	5	10	16	21	26	32	37	42	47	53	79	105

Обменный пункт агрегатов<sup>1</sup> создается при Управлении производственно-технологической комплектации (УПТК), производственных управлениях автомобильных дорог (автодорах), центральном складе автомобильной дороги или на базе одного из подразделений (ЦРМ, УМ, ДРСУ) с целью сокращения простоев дорожных машин и автомобилей в ремонте.

На обменные пункты возложены следующие задачи:

прием в ремонт от дорожных организаций агрегатов и сборочных единиц, требующих ремонта и выдачи в обмен отремонтированных;

доставка на ремонтные предприятия и получение на этих предприятиях ремонтного фонда;

оперативная связь с ремонтными предприятиями.

В организациях, эксплуатирующих дорожные машины, рекомендуется создавать оборотный фонд в размерах, приведенных в табл. 4.2, в соответствии с «Указаниями по организации и проведению технического обслуживания и ремонта дорожных машин» [36].

Для ремонтных предприятий различной мощности нормы оборотного фонда приведены в табл. 4.3.

Нормы обменного фонда полнокомплектных дорожно-строительных машин даны в табл. 4.4.

#### 4.3. ХРАНЕНИЕ АГРЕГАТОВ ОБОРОТНОГО ФОНДА И ИХ УЧЕТ

При организации агрегатного метода ремонта дорожных машин необходимо обеспечить сохранность как отремонтированных, так и ожидающих отправления в ремонт оборотных агрегатов.

Для хранения агрегатов в дорожных организациях выделяют специальную территорию при ремонтных мастерских или базах механизации. Места хранения агрегатов должны иметь: помещения, гаражи, навесы и площадки с твердым покрытием; склады для хранения агрегатов и сборочных единиц; моечные площадки с эстакадами; грузоподъемное оборудование и механизмы; противопожарное оборудование и инвентарь (противопожарные щиты, ящики с песком, противопожарные резервуары).

Территория хранения должна быть ограждена и электрифицирована. В составе обменного пункта обязательно имеется склад для хранения агрегатов, в котором устраивают стеллажи. Размеры стеллажей и площадь склада зависят от количества одновременно находящихся на хранении агрегатов и их габаритов.

Хранение агрегатов осуществляется обычно кратковременно на срок от 10 дней до 2 мес.

Агрегаты на период хранения должны быть помечены номерами для обеспечения их учета. Отремонтированные агрегаты хранятся отдельно от требующих ремонта — ремонтного фонда.

<sup>1</sup> Положение об обменном пункте узлов и агрегатов. — В кн.: Положения об обменном пункте узлов и агрегатов и капитальном ремонте полнокомплектной техники доставочным методом/Минавтодор РСФСР. — М.: Транспорт, 1983.

В дорожно-строительных и дорожно-эксплуатационных организациях ведется *учет движения оборотных агрегатов*. Правильный учет позволяет иметь необходимое количество агрегатов и обеспечивать своевременное пополнение оборотного фонда в соответствии с установленными нормативами, а также установить контроль за отправкой в ремонт, получением из ремонта и списанием не подлежащих ремонту агрегатов.

Агрегаты и их составные части оборотного фонда находятся на бухгалтерском учете дорожной организации по статье «Материалы и запасные части» и приходуются по материальному складу в соответствии с накладной по счету: новые — по преysкурантной стоимости; прошедшие ремонт — по стоимости ремонта.

Для первичного учета движения оборотных агрегатов вводится карточка учета (форма 4.1). Карточка составляется на каждое наименование агрегатов. С лицевой стороны в учетной карточке ведется учет исправных агрегатов, поступающих на склад дорожно-го хозяйства, с другой стороны — агрегатов, снятых с дорожных машин, подлежащих по своему техническому состоянию ремонту или списанию. В учетной карточке указывается норматив оборотных агрегатов на текущий год.

Форма 4.1

Лицевая сторона

*наименование дорожного хозяйства*

**Карточка  
учета движения оборотных агрегатов**

Наименование агрегата \_\_\_\_\_

Нормативный запас \_\_\_\_\_

*Исправные агрегаты*

Дата поступления	Агрегат, номер накладной	Инвентарный номер	Откуда получен	Агрегат установлен		
				Дата	№ требования	Куда установлен, № и наименование машины

*Оборотная сторона*

*Неисправные агрегаты*

Дата поступления	Номер			Агрегат		
	накладной	инвентарный	машина, с которой снят агрегат	Техническое состояние	Куда направлен	Дата отправки в ремонт

Списание агрегата с подотчета материально-ответственного лица производится по акту сдачи дорожной машины из ремонта (форма 4.2), а также при предъявлении накладной, подтверждающей сдачу демонтированных агрегатов на склад дорожного хозяйства или в ремонт на ремонтное предприятие.

Форма 4.2

Утверждаю

Начальник (главный инженер)

(наименование РМЗ или дорожного хозяйства)

Наименование РМЗ или дорожного хозяйства

**Акт**

Сдачи-приемки \_\_\_\_\_

наименование дорожной машины, марка

после ремонта агрегатным методом

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 198 г.

Гор. \_\_\_\_\_

Мы, нижеподписавшиеся, представитель \_\_\_\_\_

наименование РМЗ,

РММ дорожного хозяйства

должность, фамилия, и. о.

с одной стороны, и представитель \_\_\_\_\_

(наименование эксплуатирующей

организации, должность, фамилия, и. о. на основании доверенности

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что первый сдал, а второй принял из ремонта \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ который с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ был произведен \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ дорожной машины \_\_\_\_\_

агрегатным методом.

После предыдущего \_\_\_\_\_ ремонта, произведенного « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 198 г.,

\_\_\_\_\_ категория отработала — маш.-ч. и выработала \_\_\_\_\_ т (м<sup>3</sup>) грунта.

наименование машины \_\_\_\_\_

В процессе ремонта \_\_\_\_\_

наименование, марка, номер машины

заменены следующие агрегаты:

Наименование	Агрегаты		Техническое состояние установленных агрегатов	
	подлежат ремонту	подлежат списанию	новые	отремонтированные

После ремонта \_\_\_\_\_

наименование, марка, номер машины

является годной к эксплуатации.

Представитель РМЗ \_\_\_\_\_

(РМЗ, наименование, должность, фамилия, и. о. подпись)

Представитель \_\_\_\_\_

наименование эксплуатирующей организации, должность, фамилия, и.

о., подпись

Примечание. Приведенный образец формы акта для приемки дорожных машин из агрегатного ремонта может дополняться с учетом места ремонта и других конкретных условий.

## **ОПЫТ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ МАШИН АГРЕГАТНЫМ МЕТОДОМ**

### **5.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН В МИНИСТЕРСТВЕ ТРАНСПОРТНОГО СТОИТЕЛЬСТВА СССР**

Агрегатный метод ремонта дорожных машин получил широкое распространение на транспортном строительстве, к которому относится постройка автомобильных и железных дорог, линий связи и электропередачи и аналогичных объектов с большой протяженностью и частой передислокацией техники. Дорожные и строительные машины сосредоточены в специализированных производственных организациях, расположенных на значительном расстоянии от ремонтно-эксплуатационных организаций, баз механизации и предприятий по ремонту техники.

Организация агрегатного метода ремонта дорожных машин на транспортном строительстве возложена на специализированные управления механизации, подчиненные Главному управлению механизации транспортного строительства Министерства транспортного строительства СССР. В составе управлений механизации имеются участки агрегатного ремонта, которые образуют оборотный фонд агрегатов, обеспечивают его хранение, перевозку, сдачу в ремонт и получение из ремонта. Эти участки производят в строительных организациях демонтаж неисправных агрегатов, установку вместо них прошедших ремонт или новых агрегатов, выполняют регулировочные работы, испытание и сдачу по акту машины после агрегатного ремонта.

Управления механизации для производства ремонта машин агрегатным методом имеют в составе указанных участков самоходные шефмонтажные летучки (ШМЛ). Потребность в монтажных летучках определяется в зависимости от радиуса обслуживания, годового объема ремонта дорожной техники, продолжительности оборота летучки, дальности ее пробега в один конец, средней скорости передвижения, нормативного времени простоя машины за один оборот летучки, а также времени простоя летучки между рейсами для выполнения технического обслуживания шасси автомобилей, кранового и специального оборудования. Основные данные по самоходным летучкам приведены в гл. 7 настоящей книги.

Сущность системы агрегатного метода ремонта, внедренной в организациях Минтрансстроя СССР состоит в периодической замене изношенных агрегатов и их составных частей, производимой в плановом порядке через установленное определенное количество машино-часов, отработанное каждой машиной. Замена агрегатов производится при текущих и капитальных ремонтах по периодичности, указанной в табл. 5.1.

Перечень и количество агрегатов, заменяемых на различных машинах, приведены в табл. 5.2—5.7.

Таблица 5

## Периодичность замены агрегатов дорожных машин

Дорожные машины	Периодичность замены, ч, при ремонтах			
	T	T-1	T-2	K
Автогрейдеры ДЗ-31 (Д-557)	1920	—	—	3840
Бульдозеры на базе тракторов Т-100М, Т-100МЗ, Т-100МЗГП	—	960	1920	3840
Экскаваторы ЭО-3311 (Э-302), ЭО-3311Б (Э-302Б)	1920	—	—	3840
Экскаваторы Э-5015, ЭО-4121 ЭО-4111А, Б (Э-652А, Б), ЭО-5111А, Д (Э-10011А, Д) ЭО-6112, ЭО-6112Б (Э-1252, Э-1252Б)	—	1920	3840	7680

Таблица 6

## Агрегаты заменяемые при ремонтах автогрейдера ДЗ-31 (Д-557)

№ п/п	Агрегаты	Количество машин, шт
<i>Текущий ремонт Т</i>		
1	Двигатель	1
2	Отвал	1
3	Распределитель	3
4	Гидроцилиндр наклона колес в сборе	1
5	Гидроцилиндр подъема рыхлителя в сборе	2
6	Гидроцилиндр выноса тяговой рамы в сборе	1
7	Гидроцилиндр выноса отвала в сборе	1
8	Гидроцилиндр подъема отвала в сборе	2
9	Блок тормозного привода	1
10	Гидромотор	1
<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель	1
2	Установка радиатора	1
3	Коробка передач унифицированная	1
4	Тележка задняя	1
5	Передача карданная	1
6	Рама	1
7	Рабочее оборудование	1
8	Мост передний	1
9	Привод рулевой	1
10	Распределитель	3
11	Гидроцилиндр подъема рыхлителя в сборе	1
12	Гидроцилиндр выноса тяговой рамы	1
13	Гидроцилиндр подъема отвала	2
14	Блок тормозного привода	1
15	Кабина с электрооборудованием	1
16	Капот в сборе	1
17	Установка рыхлителя	1

Таблица 5.3

Агрегаты, заменяемые при ремонтах бульдозеров на базе тракторов  
Т-100М, Т-100МЗ, Т-100МЗГП

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.
<i>Текущий ремонт Т-1</i>		
1	Катки однобортные	6
2	Катки двубортные	4
3	Лезвие ножа	1
4	Редуктор с насосами в сборе	1
5	Распределитель в сборе	1
6	Цилиндр в сборе	2
<i>Текущий ремонт Т-2</i>		
1	Двигатель	1
2	Муфта сцепления	1
3	Тележка гусениц в сборе правая и левая	2
4	Лебедка ДЗ-7А (Д-269)	1
5	Ленты гусениц	2
6	Лезвие ножа	1
7	Цилиндр в сборе	1
8	Редуктор с насосами в сборе	2
9	Распределитель в сборе	1
<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель	1
2	Радиатор в сборе	1
3	Муфта сцепления	1
4	Тележка гусениц в сборе (правая и левая)	2
5	Передняя стойка	1
6	Рессора балансирующая с малыми рессорами и коробкой	1
7	Трансмиссия (задний мост) в сборе	1
8	Механизм управления муфтой сцепления	1
9	Отвал	1
10	Брус толкающий	1
11	Обойма подвижная	1
12	Лебедка ДЗ-7А (Д-269)	1
13	Редуктор с насосами в сборе	1
14	Распределитель в сборе	1
15	Цилиндр в сборе	2
16	Кабина с капотом в сборе	1
17	Лента гусеничная	2

Таблица Б

Агрегаты, заменяемые при ремонтах экскаваторов ЭО-3311 (Э-302),  
ЭО-3311Б (Э-302Б)

№ п/п	Агрегаты	Количество в машину, шт.
<i>Текущий ремонт Т-1</i>		
1	Двигатель с муфтой сцепления	1
2	Установка компрессора ВВ-0,25/10	1
3	Радиаторы в сборе	1
4	Редуктор главный в сборе	1
5	Мост задний и передний	2
6	Цилиндр поворота колес	1
7	Ролики опорно-поддерживающие	4
Оборудование — драглайн:		
8	блоки стрелы драглайна	1
9	ковш драглайна с подвешиванием	1
10	наводка драглайна	1
Оборудование — прямая лопата:		
11	блоки стрелы прямой лопаты	1
12	ковш прямой лопаты с подвеской	1
<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель с муфтой сцепления	1
2	Радиаторы в сборе	1
3	Редуктор главный с лебедкой, тормозом главной лебедки и муфтами пневмокамерными	1
4	Поворотная платформа с управлением поворота, электрооборудованием, пультом управления с поддерживающими роликами	1
5	Стойка двуногая	1
6	Кабина машиниста	1
7	Капот в сборе	1
8	Компрессор	1
9	Ходовая часть с передним и задним мостами, цилиндром поворота колеса и гидропневмоприводом	1
10	Мост задний и передний	2
11	Стойка передняя	1
Оборудование — драглайн:		
12	стрела драглайна с блоками	1
13	ковш драглайна с подвешиванием	1
14	наводка драглайна	1
Оборудование — прямая лопата:		
15	стрела прямой (обратной) лопаты с блоками	1
16	рукоять с подвеской и ковшом прямой (обратной) лопаты	1

Таблица 5.5

## Агрегаты, заменяемые при ремонте экскаваторов Э-4121, Э-5015

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.	
		ЭО-4121	ЭО-4122А (Э-5015)
<i>Текущий ремонт Т-1</i>			
1	Ковш обратной лопаты	1	1
2	Установка двигателя силовая	1	1
3	Гидромотор поворота платформы	1	1
4	Блок распределительный	2	3
5	Редуктор	2	—
6	Передача бортовая левая и правая	—	2
7	Каток поддерживающий	—	4
8	Устройство натяжное	2	2
9	Каток опорный	14	12
10	Тормоз	—	2
11	Установка гидромотора хода	2	2
<i>Текущий ремонт Т-2</i>			
1	Ковш обратной лопаты	1	1
2	Цилиндры стрелы	1	2
3	Цилиндр рукояти	1	1
4	Цилиндр ковша обратной лопаты	1	1
5	Установка двигателя с гидронасосом	1	1
6	Гидромотор поворота платформы	1	1
7	Блок распределительный	2	3
8	Блок клапанный	—	3
9	Передача бортовая левая и правая	—	2
10	Каток поддерживающий	—	4
11	Устройство натяжное	2	2
12	Каток опорный	14	12
13	Установка гидромотора хода	2	2
14	Система тормозная	—	1
15	Коллектор центральный	1	1
16	Угольник	1	—
17	Тяга	2	—
18	Рукоять	1	—
19	Редуктор	2	—
<i>Капитальный ремонт К</i>			
1	Ковш обратной лопаты	1	1
2	Рукоять	1	1
3	Стрела	2	1
4	Цилиндр стрелы (левый и правый)	1	2
5	Установка гидромотора хода	—	2
6	Гидроцилиндр ковша обратной лопаты	1	1
7	Гидроцилиндр рукояти	1	1
8	Платформа поворотная	1	1
9	Кабина	1	1
10	Управление гидросистемой	1	1
11	Установка двигателя с гидронасосом	1	1
12	Установка насоса заправки гидросистемы	—	1
13	Гидромотор поворота	1	1
14	Блок распределительный	—	3
15	Установка силовая	1	—
16	Коллектор центральный	—	1

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.	
		ЭО-4121	ЭО-4122А, (Э-5015)
17	Бак рабочей жидкости	1	1
18	Установка щитков и канатов	—	1
19	Отопитель	—	1
20	Установка сиденья	1	1
21	Блок клапанный	—	3
22	Тележка ходовая	1	1
23	Гидроразводка	1	1
24	Электрооборудование	1	1

Таблица 5.

Агрегаты, заменяемые при ремонте экскаваторов ЭО-61112, -61112Б  
(Э-1252, -1252Б), ЭО-4111А, -4111Б (Э-652А, -652Б)

№ п/п	Агрегаты	ЭО-6112Б (Э-1252Б)	ЭО-4111А, Б (Э-652А, Б)
		Количество на машину, шт.	
<i>Текущий ремонт Т-1</i>			
1	Двигатель	1	1
2	Колесо ведущее в сборе	2	2
3	Колесо ведомое левое в сборе	1	1
4	» » правое в сборе	1	1
5	Ролик шпанный в сборе	12	10
6	» верхний »	4	4
7	» обратный »	4	4
8	Горизонтальный вал главной трансмиссии	1	1
9	Оборудование — драглайн:		
	наводка	1	1
10	ковш	1	1
11	Оборудование — прямая лопата:		
	ковш	1	1
12	блок ковша	1	1
13	Установка компрессора	—	1
<i>Текущий ремонт Т-2</i>			
1	Двигатель с приводом и главной муфтой	—	1
2	Компрессор	—	1
3	Электрооборудование	—	1
4	Тележка гусеничная (без гусениц)	1	1
5	Ролик обратный в сборе	4	3
6	Вал вертикальный поворотного механизма	1	—
7	Редуктор	1	—
8	Вал горизонтальный главной трансмиссии	1	1
9	Лебедка главная	1	1
10	Пульт гидроуправления	1	1
11	Реверс главной лебедки	—	1
12	Радиаторы в сборе	1	2

№ п/п	Агрегаты	ЭО-6112Б (Э-1252Б)	ЭО-4111А, Б (Э-652А, Б)
		Количество на машину, шт.	
13	Оборудование — драглайн:		
	наводка	1	1
14	ковш	1	1
15	Оборудование — прямая лопата:		
	станция промежуточная с натяжным устройством	1	—
16	механизм напорный	1	1
17	ковш	1	1
18	блок ковша	1	1
	<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель с главной муфтой	1	1
2	Радиатор в сборе	—	1
3	Реверс главной лебедки	—	1
4	Тормоз главной лебедки	—	2
5	Тележка гусеничная (с гусеницами)	1	1
6	Круг роликовый поворотный опорный	1	1
7	Платформа поворотная в сборе	1	1
8	Стойка двуногая	1	1
9	Лебедка главная	1	1
10	Гидроаккумулятор	1	—
11	Кабина	1	1
	Оборудование — драглайн:		
12	наводка	1	1
13	ковш	1	1
14	стрела решетчатая	1	1
	Оборудование — прямая лопата:		
15	стрелка прямой лопаты	1	1
16	рукоять с ковшом	1	1
17	блок ковша	1	—
18	барабан комбинированный напорный	—	1

Таблица 5.7

Агрегаты, заменяемые при ремонте экскаваторов Э-5111А, -5111Д, Э-10011А, -10011Д

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.
	<i>Текущий ремонт Т-1</i>	
1	Двигатель Д-108 без радиаторов	1
2	Колеса ведущие левое и правое	2
3	Колесо направляющее	2
4	Ролик нижний	12
5	Ролик поддерживающий	4
6	Ролик опорно-поворотный регулируемый	1
7	То же, нерегулируемый	3
8	Установка компрессора ВУ—05/7А	1
9	Полосья поддерживающие	2

№ п/п	Агрегаты	Количество машину, шт
10	Оборудование — прямая лопата:	
11	ковш прямой лопаты	1
12	Оборудование — драглайн:	
13	ковш драглайн с подвешиванием	1
	наводка драглайна	1
	<i>Текущий ремонт Т-2</i>	
1	Двигатель Д-108 в сборе с радиатором	1
2	Турботрансформатор	1
3	Радиатор водяной	1
4	» масляный	1
5	Установка компрессора ВУ—05/7А	1
6	Ролик опорно-поворотный регулируемый	1
7	То же, нерегулируемый	1
8	Тележка (без гусениц)	3
9	Механизм поворотный	1
10	Вал промежуточный	1
11	Механизм реверсивный	1
12	Тормоз подъемного барабана	1
13	Тормоз стрелоподъемного барабана	1
14	Тормоз напорного барабана	1
15	Установка пульта управления	1
	Оборудование — прямая лопата:	
16	напорный механизм	1
17	ковш	1
18	блок ковша	1
19	передача напора цепная	1
	Оборудование — драглайн:	
20	наводка драглайна	1
21	ковш с подвешиванием	1
	<i>Капитальный ремонт К</i>	
1	Тележка в сборе (с гусеницами)	1
2	Рама поворотная	1
3	Вал передний	1
4	» задний	1
5	Стойка двуногая	1
6	Вал промежуточный	1
7	Тормоз подъемного барабана	1
8	» стрелоподъемного барабана	1
9	» напорного механизма	1
10	Установка пульта управления	1
	Оборудование — прямая лопата:	
11	стрела лопаты в сборе	1
12	рукоять с ковшом и блоком ковша	1
	Оборудование — драглайн:	
13	наводка драглайна	1
14	стрела решетчатая	1
15	ковш с подвешиванием	1

Сущность внедренного в строительных организациях Минэнерго СССР агрегатного метода ремонта состоит в разделении тракторов и бульдозеров на их базе и экскаваторов на ремонтные комплекты, которые периодически заменяются на исправные [19]. Этот метод назван *системой периодической замены ремонтных комплектов (ПЗРК)* и основан на том, что агрегаты машины (сборочные единицы) с примерно одинаковыми сроками службы группируют в ремонтные комплекты со сроками службы, кратными наименее стойкому комплекту. Эти комплекты являются основной ремонтной и учетной единицей и ремонтируются централизованно на ремонтных предприятиях. При этом простой машин в ремонте сокращается в 3—4 раза. Ходовая часть и бульдозерное оборудование заменяются в зависимости от технического состояния.

Для получения экономического эффекта от внедрения этого метода необходимо иметь оборотные фонды комплектов, организовать их централизованный заводской ремонт и доставку непосредственно дорожным организациям взамен изношенных без вывода машины из эксплуатации.

Метод ПЗРК охватывает ремонт тракторов Т-100М, Т-100МГП и бульдозеров на их базе, экскаваторов ЭО-4111Б (Э-652Б), ЭО-5111А, -5111Д (Э-10011А, -10011Д), ЭО-6112, -6112Б (Э-1252, -1252Б) и самоходных скреперов.

Ремонт дорожных машин при системе ПЗРК состоит из двух самостоятельно выполняемых технологических операций. Первая операция выполняется дорожными организациями, эксплуатирующими машины, и состоит из демонтажа ремонтных комплектов, отправки их в ремонт на ремонтные заводы, получения и установки отремонтированных комплектов, регулировки и испытания машины в сборе. Для выполнения этих работ необходимо наличие в дорожных хозяйствах автокранов и контрольной аппаратуры. Вторая операция выполняется на специализированных предприятиях по ремонту дорожных машин и состоит из ремонта деталей, входящих в комплект, сборки составных частей машин и укрупненных блоков, регулировки и испытания их после ремонта.

Ремонт кабин, топливных баков ввиду сложности перевозки целесообразно выполнять на месте, используя имеющееся оборудование в передвижных ремонтных мастерских.

Экономически целесообразно переводить на ремонт по системе ПЗРК парк однотипных тракторов Т-100МГП и бульдозеров на их базе при наличии не менее 10 машин (табл. 5.8, 5.9).

*Система планового ремонта самоходных скреперов (автоскреперов) с заменой блоков (ПРАЗБ)* предусматривает группировку ремонтных единиц с одинаковыми сроками безотказной работы в блоки с учетом технологичности сборки и замены, а также возможности перевозки этих блоков в контейнерах на грузовых автомобилях.

Составные части автоскреперов МАЗ-529Е (Д-357М) и МоАЗ-564П (Д-357П) сгруппированы в четыре блока со следующей периодичностью замены:

Блоки	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4
Периодичность замены, маш-ч	1500	3000	4500	6000

Блоки, отработавшие межремонтный период (ресурс), заменяются новыми или заранее отремонтированными. Особенностью этой системы является исключение плановых текущего и капитального ремонтов скреперов.

При этом техническое обслуживание (ЕО, ТО-1, ТО-2) выполняется в соответствии с установленной для самоходных скреперов периодичностью.

Ремонт заключается в снятии требующего ремонта блока, выполняемого на месте работы скрепера, и установке исправного блока, полученного из ремонта с ремонтного предприятия. Снятые неисправные блоки направляются в ремонт на специализированные предприятия, а после ремонта поступают на склад оборотных агрегатов эксплуатационной базы. Таким образом ремонт агрегатов самоходных скреперов по этой системе переносится на ремонтные предприятия, а на местах выполняются только демонтируемо-монтажные и регулировочные работы.

Эффективность внедрения этой системы зависит от правильной организации замены блоков, которая должна осуществляться по графику периодичности, являющемуся в данном случае основой планирования ремонта скреперов. Предусмотрено, что в объем каждой замены наряду с номенклатурой работ по замене очередного блока входят также работы по замене предыдущих блоков (с меньшим индексом), кратных по сроку службы заменяемому блоку.

Таблица 5.8

**Периодичность замены ремонтных комплектов тракторов Т-100М, Т-100МГП и бульдозеров на их базе**

Заменяемый ремонтный комплект (ремонт)	Межремонтный период, мото-ч (маш-ч)	Выполняемые работы
К-1 (Р-1)	1125(1500)	ТО, а также замена комплекта К-1, подкраска и обкатка машины
К-2 (Р-2)	2250(300)	ТО, а также замена ремонтного комплекта К-2, ревизия бортовых редукторов, испытание, окраска машины
К-1 (Р-3)	3375(4500)	ТО, а также замена ремонтного комплекта К-1 и обкатка машины
К-3 (Р-4)	4500(6000)	Замена ремонтного комплекта К-3, испытание и окраска машины

**Состав ремонтных комплектов тракторов Т-100М, Т-100МГП  
и бульдозеров на их базе**

Ремонтный комплект (ремонт)	Сборочные единицы, входящие в комплект	Количество на один комплект, шт.
К-1 (Р-1)	Колесо натяжное в сборе (деталь 21485) Каток двубортный в сборе (деталь 21445 или 21445-1) Каток одnobортный в сборе (деталь 21440 или 21440-1)	2 4 6
К-2 (Р-2)	Двигатель Д-108 Радиатор водяной в сборе (деталь 081111) » масляный в сборе (деталь 09740) Муфта сцепления в сборе (деталь 14360-1) Тележка правая в сборе (деталь 21601) » левая в сборе (деталь 21602 или 21170-1) Фрнкцион бортовой в сборе (деталь 16303 или 16303-1) Гусеничное полотно в сборе (деталь 22314) Распределитель в сборе (деталь 40-26) Редуктор в сборе с насосами (деталь 26810) Цилиндр (деталь 26870-1) Лебедка ДЗ-7 (Д-269) или ДЗ-21 (Д-499) Отвал с толкающими брусьями в сборе	1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1
К-1 (Р-3)	Колесо натяжное в сборе (деталь 21485) Каток двубортный в сборе (деталь 21445 или 21445-1) Каток одnobортный в сборе (деталь 21440 или 21440-1)	2 4 6
К-3 (Р-4)	Двигатель Д-108 Радиатор водяной в сборе (деталь 081111) » масляный в сборе (деталь 09740) Тележка правая в сборе (детали 21601 или 21169-1) Тележка левая в сборе (деталь 21602 или 21170-1) Трансмиссия в сборе Кабина в сборе (деталь 59240) Гусеничное полотно в сборе (деталь 22314) Распределитель в сборе (деталь 40-26) Редуктор в сборе с насосами (деталь 26810) Цилиндр (деталь 26870-1) Лебедка ДЗ-7А (Д-269А) или ДЗ-21А (Д-499А) Отвал с толкающими брусьями в сборе (деталь Д-494-0100-00) Передняя стойка (деталь Д-271-03)	1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1 1 1

**Состав заменяемых блоков скреперов МАЗ-529Е (Д-357М)  
и М0АЗ-548П (Д-357П)**

Заменяемый блок	Сборочные единицы, входящие в блок	Количество на один блок, шт.
Б-1	Сцепление Следящий механизм выключения сцепления Поршневая группа двигателя (для МАЗ-529Е) (комплект) Насос-форсунка (для МАЗ-529Е)	1 1 1 1
Б-2	Двигатель Привод включения сцепления Насос масляный КПП Редуктор отбора мощности Карданный вал привода ведущего моста Гидроцилиндр поворота Насос рулевого управления Реле-регулятор Седельно-цепное устройство Тормоза скрепера Обратный клапан Гидроцилиндры ковша Масляный фильтр Ножи ковша Подогреватель Карданный вал привода насосов	1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 2 3 6 2 4 1 1
Б-3	Водяной радиатор Коробка передач Раздаточная коробка Редуктор привода насосов Промежуточный карданный вал Рулевой механизм Ручной тормоз тягача Компрессор Генератор Стартер Колеса Ступицы скрепера Гидравлический распределитель Ковш скрепера Амортизаторы (комплект)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 1 1 1 1
Б-4	Привод управления раздаточной коробки Ведущий мост Центральный распределитель Золотниковая коробка Система следящего рулевого управления Рама скрепера Рама тягача Бак масляный Рессоры (комплект) Кабина в сборе с электрооборудованием Оперение, облицовка радиатора, капот (комплект) Электрогидропневмосистема (комплект)	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Согласно периодичности выполняют шесть видов ремонта самоходных скреперов:

Вид ремонта	Номера заменяемых блоков
P-1	Б-1
P-2	Б-1, Б-2
P-3	Б-1, Б-3
P-4	Б-1, Б-2, Б-4
P-5	Б-1, Б-2, Б-3
P-6	Б-1, Б-2, Б-3, Б-4

В табл. 5.10 приведены составные части, входящие в заменяемые блоки скреперов МАЗ-529Е (Д-357М) МоАЗ-546П (Д-357П).

Оборотный фонд блоков самоходных скреперов определяют следующим образом (по методике ПКБ Главэнергостроймеханизации):

количество блоков для создания оборотного фонда

$$B_{об} = \frac{N_{скр} T_r T_{об}}{T_{пл} T_k} K_{п}, \quad (5.1)$$

где  $N_{скр}$  — количество скреперов в дорожном хозяйстве, шт.;

$T_r$  — годовой плановый фонд времени работы скреперов, маш-ч;

$T_{об}$  — время оборачиваемости блока, календарные дни;

Таблица 5.11

Состав ремонтных комплектов экскаваторов Э-10011А и Э-10011Д

Сборочные единицы	Количество на один комплект, шт.		
	К-1	К-2	К-3
Двигатель Д-108	1	1	1
Турботрансформатор	1	1	1
Компрессор	1	1	1
Блок радиаторов	1	1	1
Колеса ведущие правое и левое	2	—	—
Колесо направляющее	1	—	—
Ролик опорный	1	—	—
Вал промежуточный	1	—	—
Ковш прямой лопаты	1	1	1
» с рукоятью обратной лопаты	1	1	1
Наводка драглайна	1	1	1
Ковш драглайна	1	1	1
Тележка гусеничного хода	—	1	1
Вал передний	—	1	1
» задний	—	1	1
» реверса	—	1	—
Колонка пульта левая и правая	—	2	—
Вал промежуточный	—	1	—
Ролик опорно-поворотный	—	2	—
Рама поворотная в сборе	—	—	1
Стрела прямой лопаты	—	1	1
» обратной лопаты	—	1	1
» решетчатая	—	1	1

$T_{пл}$  — плановый фонд времени работы блока в межремонтный период, маш-ч;  
 $T_p$  — календарный фонд времени, равный 365 дням;  
 $K_n$  — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления блоков в ремонт и выдачи их из ремонта (принимается для условий специфики дорожных организаций  $K=1,5$ );

время оборачиваемости блока

$$T_{об} = T_{лем} + T_{тр} + T_{рем}, \quad (5.2)$$

где  $T_{лем}$  — время на демонтаж блока, календарные дни;  
 $T_{тр}$  — время транспортировки блока к месту ремонта и обратно;  
 $T_{рем}$  — время на ремонт блока, календарные дни;

число ремонтов блоков в течение года

$$B_{рем} = N_{скр} T_p / T_{об}. \quad (5.3)$$

Для ремонта экскаваторов ЭО-4111Б (Э-652Б), Э-10011А и Э-10011Д установлена следующая периодичность замены комплектов:

Ремонтный комплект	К-1	К-2	К-3
Периодичность замены, мото-ч (маш-ч)	1800 (3006)	3000 (600)	10 800 (18 000)

Состав ремонтных комплектов для этих экскаваторов приведен в табл. 5.11 и 5.12.

Т а б л и ц а 5.12

Состав ремонтных комплектов экскаватора ЭО-4111Б (Э-652Б)

Сборочные единицы	Количество на один комплект, шт.		
	К-1	К-2	К-3
Двигатель Д-108	1	1	1
Компрессор	1	1	1
Радиатор водяной	1	1	1
Привод и главная муфта	1	1	1
Главная лебедка	1	1	1
Реверс главной лебедки	1	1	1
Горизонтальный вал реверсивного механизма	1	1	—
Ковш обратной лопаты с рукоятью	1	1	1
» прямой	1	1	1
» драглайна	1	1	1
Наводка драглайна	1	1	1
Колесо ведущее	1	—	—
» натяжное	1	—	—
» опорное	1	—	—
Стрела обратной лопаты, комплект	—	1	—
» прямой лопаты	—	1	—
» решетчатая	—	1	1
Барaban напорный	—	1	1
» направляющий	—	1	1
Колодки правая и левая	—	2	—
Ходовая тележка	—	—	1
Рама поворотная	—	—	1

### 5.3. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН В МИНИСТЕРСТВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

Система агрегатного метода ремонта дорожных машин, внедренного в Минпромстрой СССР, основана на замене сборочных единиц после отработки машиной установленного количества машино-часов.

Структура межремонтного цикла включает выполнение текущих ремонтов № 1 и 2 (Т-1, Т-2) и капитального ремонта, при которых заменяются определенные агрегаты:

Машины	бульдозеры на базе тракторов Т-100 М и Т-130	экскаваторы ЭО-411А
Периодичность замены агрегатов, маш-ч, при ремонте:		
текущем Т-1	1 200	27 000
» Т-2	2 400	5 400
капитальном	4 800	10 800

Весь комплекс агрегатного ремонта дорожно-строительных машин — бульдозеров на тракторах Т-100М и Т-100МГП и экскавато-

Т а б л и ц а 5.13

Агрегаты, заменяемые при ремонте бульдозеров на базе тракторов Т-100М и Т-130

№ п.п	Агрегаты	Количество на машину, шт.
<i>Текущий ремонт Т-1</i>		
1	Катки однокоронные	6
2	» двукоронные	4
3	Лезвия пожей (комплект)	1
<i>Текущий ремонт Т-2</i>		
1	Двигатель Д-108 (Д-130)	1
2	Гусеницы	2
3	Муфта сцепления	1
4	Тележка гусениц в сборе правая и левая	2
5	Лебедка ДЗ-7 (Д-269)	1
6	Лезвия пожей (комплект)	1
<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель Д-108	1
2	Радиатор водяной	1
3	Радиатор масляный	1
4	Муфта сцепления	1
5	Тележки гусениц в сборе правая и левая	2
6	Передняя стойка	1
7	Рессора балансирующая с малыми рессорами, подвеской и коробкой	1
8	Трансмиссия (задний мост) в сборе	1
9	Механизм управления с муфтой сцепления	1
10	Гусеницы	1
11	Отвал с толкающими брусками	1
12	Обойма подвижная	1
13	Лебедка ДЗ-7А (Д-269А)	1
14	Кабина в сборе	1

## Агрегаты, заменяемые при ремонтах экскаваторов ЭО-4111А (Э-852А)

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.
<i>Текущий ремонт Т-1</i>		
1	Двигатель Д-108 с приводом и главной муфтой	1
2	Компрессор	1
3	Горизонтальный вал реверсивного механизма	1
4	Колеса воздушные	2
5	Колеса натяжные	2
6	Опорные колеса	10
7	Поддерживающие ролики	4
	Оборудование — драглайн:	
8	наводка	1
9	ковш с подвеской	1
	Оборудование — прямая или обратная лопата:	
10	блок ковша	1
11	ковш с подвеской	1
<i>Текущий ремонт Т-2</i>		
1	Двигатель Д-108 с главной муфтой	1
2	Компрессор	1
3	Радиатор водяной	1
4	» масляный	1
5	Горизонтальный вал реверсивного механизма	1
6	Ролики обратные	3
7	Ходовая тележка (без гусениц)	1
8	Главная лебедка	1
9	Реверс главной лебедки	1
10	Пульт управления	1
11	Электрооборудование (комплект)	1
	Оборудование — драглайн:	
12	наводка драглайна	1
13	ковш драглайна с подвеской	1
	оборудование — прямая или обратная лопата:	
14	седловой вал	1
15	комбинированный напорный барабан (без цепи и канатов)	1
16	блок ковша	1
17	ковш с подвеской	1
<i>Капитальный ремонт К</i>		
1	Двигатель Д-108 с приводом и главной муфтой	1
2	Компрессор	1
3	Радиатор водяной	1
4	» масляный	1
5	Реверс главной лебедки	1
6	Главная лебедка	1
7	Тормоз главной лебедки	1
8	Поворотная платформа в сборе	1
9	Опорное кольцо	1
10	Ходовая тележка (с гусеницами)	1
11	Двуногая стойка	1
12	Щиторазборная кабина с электрооборудованием	1

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.
13	Оборудование — драглайн:	
14	стрела решетчатая	1
15	наводка	1
15	ковш с подвеской	1
16	Оборудование — прямая или обратная лопата:	
17	стрела лопаты	1
17	ковш с рукоятью	1
18	комбинированный напорный барабан	1

ров ЭО-4111А — выполняется силами ремонтно-механических заводов. Создание оборотного фонда агрегатов и составных частей машин также возложено на заводы, которые их ремонтируют.

Заводы обслуживают строительные организации, расположенные на расстоянии до 120 км. Строительные организации, дислоцируемые на расстоянии свыше 120 км от ремонтно-механических заводов, выполняют демонтаж-монтажные работы агрегатов своими силами. Ремонт демонтированных агрегатов для этих организаций производят ремонтно-механические заводы.

Перечень заменяемых агрегатов и их составных частей, направляемых в ремонт, приведен в табл. 5.13 и 5.14.

#### **5.4. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН В МИНИСТЕРСТВЕ СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР**

В Минсельстрое СССР разработан и внедрен агрегатный метод ремонта дорожных машин, имеющих наибольшее применение в сельском строительстве. К таким машинам относятся экскаваторы на базе тракторов МТЗ ЭО-1621 (Э-153А), ЭО-1622 (Э-1514), экскаваторы на пневмоколесном ходу ЭО-3311Б (Э-302Б), экскаваторы на гусеничном ходу ЭО-3311А (Э-303) и ЭО-3211Б (Э-304В) а также бульдозеры на базе тракторов Т-100М, Т-100МГП.

В зависимости от объема ремонтные работы классифицируются для экскаваторов на три вида агрегатного ремонта (АР-1, АР-2 и АР-3), выполняемого через определенное количество отработанных машино-часов периодической заменой комплекта составных частей.

Для бульдозеров, а также для экскаваторов с ковшом объемом 0,25 м<sup>3</sup> на базе тракторов МТЗ-50, -80 предусмотрены два вида ремонта (АР-1 и АР-2), для экскаваторов на пневматическом и гусеничном ходу типа ЭО-3311А (Э-303А) и ЭО-3311Б (Э-302Б) — три вида ремонта (АР-1, АР-2, АР-3) (табл. 5.15).



Ремонт агрегатов осуществляется на подведомственных министерству ремонтных заводах, предприятиях Госкомсельхозтехники и др. Организации, эксплуатирующие машины, прикрепляются на условиях технологической кооперации к определенным ремонтным заводам, которые по договору выполняют ремонт агрегатов и их составных частей.

Перечень агрегатов, заменяемых при ремонтах АР-1, АР-2 и АР-3 приведен в табл. 5.16—5.18.

Таблица 5.17

Агрегаты экскаваторов ЭО-3311А (Э-303А) и ЭО-3211А (Э-304А), заменяемые при ремонтах АР-1, АР-2 и АР-3

№ п/п	Агрегаты	Количество на машину, шт.	
1	Двигатель с муфтой сцепления в сборе	1	
2	Радиаторы:		
	водяной	1	
	масляный	1	
3	Компрессор в сборе	1	
4	Редуктор главный в сборе (при АР-2)	1	
5	Ролики опорно-поддерживающие в сборе (комплект)	1	
6	Гусеница в сборе (при АР-2)	2	
7	Катки опорные в сборе (комплект)	1	
8	Ролики поддерживающие в сборе (при АР-2)	1	
9	Колеса направляющие в сборе (комплект)	1	
10	Колеса ведущие в сборе (комплект)	1	
11	Тяговые цепи нижние, боковые валы с кулачковыми муфтами в сборе (комплект) (при АР-2)	1	
12	Ковш прямая или обратная лопата с подвеской	1	

Таблица 5.18

Агрегаты бульдозеров на базе тракторов Т-100 М и Т-100 МГП, заменяемые при ремонтах АР-1 и АР-2

№ п/п	Агрегаты	Бульдозеры на базе тракторов	
		Т-100М	Т-100МГП
		Количество на машину, шт.	
1	Двигатель в сборе	1	1
2	Муфта сцепления в сборе	1	1
3	Радиаторы в сборе:		
	водяной	1	1
	масляный	1	1
4	Тележка гусениц в сборе	2	2
5	Редуктор привода с насосами	—	1
6	Распределитель	—	1
7	Гидроцилиндры передней навесной системы	—	1
8	Лебедка бульдозерная	1	—

### **5.5. ДОСТАВочно-ОБМЕННЫЙ МЕТОД РЕМОНТА МАШИН И ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АГРЕГАТНОГО РЕМОНТА**

Развитием агрегатного метода ремонта является доставочно-обменный метод, который разработан, экономически обоснован применительно к условиям транспортного строительства и внедрен в практику Центральным управлением механизации Главстроймеханизации Министерства транспортного строительства СССР [17].

Этот метод ремонта позволяет устранить некоторые недостатки возникающие при выполнении работ по демонтажу изношенных агрегатов, установке отремонтированных составных частей, чистку, обкатке и покраске машин в полевых условиях. В дорожных хозяйствах не всегда имеются технические возможности для выполнения этих работ, что влияет на качество ремонта. При наличии автомобильных дорог или других транспортных путей, связывающих объекты строительства и эксплуатации дорог с ремонтными предприятиями, целесообразно применять доставочно-обменный метод капитального ремонта дорожных машин. Сущность этого метода состоит в том, что дорожные машины, требующие капитального ремонта, заменяются на объектах работ или на заводах на машины, прошедшие капитальный ремонт в заводских условиях. Их доставляют в сборе по железной дороге, водным путем и перевозят на прицепах-тяжеловозах.

На ремонтных предприятиях сборка дорожных машин из отремонтированных агрегатов производится в 2,0—2,5 раза быстрее, чем на объектах работ, расположенных в полевых условиях. При этом качество заводской сборки машин из агрегатов значительно выше, чем производство ремонтных работ на строительных объектах и в мастерских. Преимущество такого метода состоит также в том, что дорожную машину, требующую ремонта, не списывают с эксплуатации до тех пор, пока не поступает на базу аналогичная отремонтированная машина, которая заправлена нефтепродуктами, водой и полностью подготовлена к работе.

Такой метод ремонта позволяет выполнять без перерыва весь комплекс дорожно-строительных работ, так как машина практически не снимается с эксплуатации. Отпадает также необходимость в командировке механиков и машинистов на ремонтное предприятие для сдачи и приемки машин. Все эти работы выполняет ремонтное предприятие непосредственно на объектах строительных работ.

Технико-экономический эффект от внедрения доставочно-обменного метода составляет на одну машину: экскаватор ЭО-3311Б — 0,7 тыс. руб., автогрейдер ДЗ-2 — 0,9 тыс. руб., экскаватор ЭО-4111А — 1,1 тыс. руб., экскаватор ЭО-6112 — 1,6 тыс. руб.

Положительный опыт внедрения указанного метода имеется в Центральном управлении механизации Главстроймеханизации Минтрансстроя СССР, а также в системе Минавтодора РСФСР\*.

\* Положение о ремонте полнокомплектной техники доставочным методом. В кн.: Положения об обменном пункте узлов и агрегатов и капитальном ремонте полнокомплектной техники доставочным методом/Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1983.

При этом методе на определенных ремонтных предприятиях собираются полнокомплектные машины, требующие капитального ремонта. Обменный фонд образуется за счет восстановления машин и их составных частей, подлежащих списанию, а также сборки машин из новых базовых агрегатов и их составных частей, поступающих от промышленных предприятий.

Как показывает опыт Центрального управления механизации Минтрансстроя СССР, замена машин на объектах работ осуществляется в течение одной смены. Требуемые ремонта машины доставляются на ремонт теми же видами транспорта, которыми они были привезены из ремонтных предприятий.

При доставочно-обменном методе сохраняются основные положения «Правил сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта машин и их составных частей», установленные ГОСТ 19504—74\* и ГОСТ 24408—80 [9, 15]. Сдаваемые в ремонт машины должны быть укомплектованы составляющими частями, предусмотренными конструкторской документацией. На машинах и агрегатах не должно быть составных частей, отремонтированных способом, исключающим возможность их последующего использования или ремонта вместо предусмотренного крепления болтами.

Для перевозки дорожных машин используются специальные прицепы и полуприцепы-тяжеловозы (см. п. 7.7).

Таким образом в технической эксплуатации дорожно-строительных машин применяются четыре основные формы организации ремонта агрегатным методом (табл. 5.19), дальнейшим развитием которого является доставочно-обменный метод. Анализируя указанные формы агрегатного ремонта дорожных машин, можно сделать вывод, что их выбор для внедрения зависит от ряда факторов, основные из которых следующие:

Т а б л и ц а 5.19

**Формы организации агрегатного ремонта**

Министерства, в которых организован агрегатный ремонт машин	Место ремонта агрегатов	Выполнение демонтажно-монтажных работ
Минтрансстрой СССР	Заводы по ремонту дорожной техники	Участки агрегатного ремонта управлений механизации и монтажные летучки Строительные организации — владельцы ремонтного фонда
Минэнерго СССР	Ремонтные заводы	Ремонтно-механические заводы
Минпромстрой СССР	Ремонтно-механические заводы	Ремонтно-механические заводы в заводских и эксплуатационных условиях
Минсельстрой СССР	Ремонтные заводы Минсельстроя СССР, других ведомств и Госкомсельхозтехники	Выездные бригады специализированных управлений механизации

количество однотипных дорожных машин в ДЗУ, ДСУ или другой организации;

наличие и возможность образования оборотного фонда агрегатов;

достаточная сеть специализированных предприятий, где имеются условия для ремонта определенной номенклатуры агрегатов и их составных частей;

наличие и состояние транспортной связи (путей и средств сообщения) между эксплуатационным и ремонтным предприятиями;

возможность обеспечения ремонтных заводов технической документацией, приспособлениями и оборудованием для ремонта;

наличие квалифицированных кадров по ремонту дорожных машин;

организационная структура дорожных хозяйств, где есть условия для образования специализированных участков ремонта машин агрегатным методом.

С учетом этих факторов и развития их в перспективе можно выбрать ту или иную форму агрегатного ремонта.

Выбор способа определяется местными условиями. Однако независимо от формы агрегатный метод ремонта сокращает время нахождения машин в ремонте, повышает их надежность и долговечность. Обезличенный ремонт агрегатов позволяет организовать поточное производство ремонта, специализировать для этого соответствующие ремонтные предприятия или выделить на них специализированные участки. Важной особенностью этого метода является включение в ремонтные комплекты только тех агрегатов, которые исчерпали свою работоспособность.

Преимущество агрегатного метода ремонта подтверждается экономическими показателями, учитывающими затраты на ремонт и транспортирование агрегатов, приобретение оборотного фонда, а также оборудования и приспособлений.

Однако номенклатура дорожных машин, охватываемых агрегатным ремонтом, в настоящее время ограничена. Поэтому целесообразно расширить перечень ремонтируемых этим способом дорожных машин, включив также и машины на шасси автомобилей — автогудронаторы, автобитумовозы, автокраны, поливочно-моечные машины, пескоразбрасыватели, снегоочистители и др.

Кроме того, ведомственная принадлежность ремонтных предприятий в определенной степени сдерживает развитие этого прогрессивного метода.

Внедрение агрегатного метода ремонта вызывает необходимость в перестройке организационной структуры дорожных хозяйств и предприятий по техническому обслуживанию и ремонту дорожных машин. При этом в определенной мере может быть использован опыт Госкомсельхозтехники с учетом местных условий, а также опыт создания обменных пунктов по сбору, хранению и доставке агрегатов в ремонт и из ремонта.

# ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН АГРЕГАТНЫМ МЕТОДОМ

## 6.1. СПОСОБЫ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Для обеспечения высокого качества ремонта и проведения его в короткие сроки осуществляется предварительная конструкторская, технологическая и организационная подготовка ремонтного производства.

*Конструкторская подготовка* — это обеспечение производства технической документацией — рабочими чертежами, техническими условиями и требованиями на ремонт машины и ее сборочных единиц.

*Технологическая подготовка* — это разработка технологических карт и схем сборки-разборки машины на агрегаты и детали, технологических карт восстановления старых и изготовление новых деталей, разработка чертежей на приспособления и стенды для ремонта агрегатов машины, разработка требований на капитально отремонтированную машину, методы ее обкатки и испытаний и др.

*Организационная подготовка* — это составление списков оборотных агрегатов, выявление запасных частей, лимитирующих надежность, а также материально-техническое обеспечение ремонтного производства, доставка, хранение и консервация ремонтного фонда.

Схема технологического процесса ремонта машин агрегатным методом приведена на рис. 6.1.

После приемки машины или ее агрегатов в ремонт из них удаляют смазку и очищают от грязи

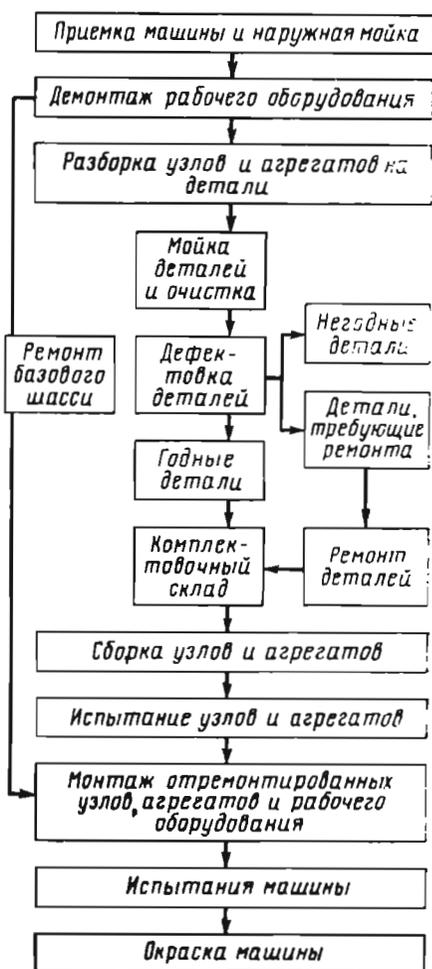


Рис. 6.1. Схема технологического процесса ремонта дорожных машин агрегатным методом

вручную, в выварочных ваннах или в баках, наполненных щелочными растворами.

Для удаления ржавчины с металлоконструкций и шлифования деталей применяются ручные шлифовальные машины с абразивными кругами. Электрические шлифовальные машины ИЭ-2102, -2103, -2104 и -2105 рассчитаны на использование шлифовальных кругов диаметром 150—230 мм.

Пневматические шлифовальные ручные машины имеют угловую (ИП-2102, ИП-2103), прямую (П-1, П-2, П-21) и торцовую (ИП-2004, ИП-2205) компоновки для удобства работы при различных положениях детали. Для этих же видов работ могут быть использованы пневматический молоток П-5, пневматическое зубило П-6, пневматическая щетка УПРЩ-1.

Детали разобранных агрегатов подвергаются мойке, затем контролю и сортировке на годные для дальнейшего использования, подлежащие восстановлению, и негодные (утильные). Все детали, подлежащие восстановлению и наплавочным операциям, направляются на соответствующие участки.

*Разборочные операции* сопровождаются значительным объемом работ по разборке соединений, собранных ранее с натягом и покрытых коррозией. Это обстоятельство вызывает необходимость применения специального оборудования и приспособлений, использование гидравлических и других видов прессового оборудования. Широко используются съемники различного типа, которые не только ускоряют разборку, но и предохраняют детали от повреждений.

Для разборочно-сборочных операций применяются пневматические и электрические гайковерты безударного действия типа ИЭ-2311 и ИЭ-3114, или резкоударного действия ИЭ-2312. Из пневматических гайковертов для сборки-разборки резьбовых соединений применяются гайковерты ИП-3111, ИП-3112, ИП-3106, углового действия ИП-3205. Используются клепальные молотки ИП-4004-ИП-4008 и рубильные молотки ИП-4112, ИП-4113 и др.

Для получения отверстий в деталях, их зенкования и развертывания используются электрические (ИЭ-1003, ИЭ-1013) или пневматические (ИП-1020, ИП-1103, ИП-1016) сверлильные ручные машины.

Предприятия по ремонту дорожно-строительных машин располагают совершенными способами восстановления работоспособности и надежности деталей. При ремонте восстанавливают первоначальную геометрическую форму и свойства деталей, а также обеспечивают назначенную посадку.

*Ремонт деталей слесарно-механической обработкой* — это обработка поверхностей под ремонтные размеры и применение дополнительных деталей. Обработка под ремонтные размеры заключается в том, что наиболее дорогостоящую деталь подвергают механической обработке под ремонтный размер, другую сопряженную деталь заменяют новой или отремонтированной в соответствии с

ремонтным размером. Применение дополнительных (новых) деталей используют в том случае, когда изношенную часть детали удаляют, после чего с ней соединяют на резьбе или сваркой дополнительную (новую) часть детали, после чего их совместно обрабатывают под номинальный или ремонтный размер.

*Обработка деталей давлением* основана на использовании пластичности металлов, когда под действием внешних сил изменяют геометрическую форму и размеры без разрушения деталей. Этот способ ремонта включает: правку, осадку, раздачу и обжатие с последующей механической обработкой.

*Ремонт деталей сваркой и наплавкой* заключается в том, что дефектную деталь сваривают или на изношенную поверхность наплавляют металл. Этот способ в сочетании с последующей механической обработкой широко используется для получения первоначальных размеров и качества поверхностей деталей.

*Ремонт деталей гальваническим покрытием* заключается в электролитическом осаждении металла на подготовленную поверхность детали. Для ремонта изношенных деталей применяют хромирование и осталивание и как самостоятельный способ — меднение.

*Ремонт деталей металлизацией* заключается в том, что на подготовленную поверхность детали при помощи специальных аппаратов-металлизаторов напыляют сжатым воздухом или инертным газом расплавленный металл. После металлизации деталь обрабатывают под требуемый размер.

*Ремонт деталей клеевыми составами и пластмассами* включает в себя заделывание вмятин, пробоя и трещин, соединение клеевыми составами, покрытие поверхностей пластмассами и т. п. При помощи клеевых составов соединяют части деталей из металлов и неметаллических материалов. Этим способом ремонтируют детали, имеющие поломки и отломы. Места деталей с трещинами, пробоями, вмятинами, неровностями предварительно подготавливают, затем заполняют клеевыми составами в виде паст. Покрытие пластмассами применяют для ремонта изношенных поверхностей деталей, а также для выравнивания поверхностей кабин, кузовов и других деталей перед окраской.

Из всех способов ремонта изношенных деталей наиболее прогрессивным является покрытие металлами (наплавка, хромирование, осталивание) или пластмассами, позволяющими отремонтировать детали под номинальные размеры с обеспечением взаимозаменяемости.

Очевидно, что наиболее рациональным способом ремонта детали является тот, который обеспечивает наибольший срок службы отремонтированной детали при относительно низких затратах на проведение ремонтных операций.

Отремонтированные детали подаются в комплекточный склад, где из годных и восстановленных деталей и запасных частей собирают комплекты, которые направляют на сборку узлов и агрегатов

машин. Агрегаты или полностью собранная машина направляется на испытание и обкатку (см. п. 6. 2. и 6. 3).

Собранные и испытанные агрегаты дорожных машин поступают на посты общей сборки машины или трактора — базового тягача, куда также поступают рабочее оборудование машины и узлы систем управления.

Собранная полнкомплектная машина после смазки и заправки опробуется на холостом ходу и под нагрузкой, т. е. подвергается всесторонним испытаниям (см. п. 6. 3.). Затем составляются сопроводительные документы, перечень и форма которых указана в п. 3. 4. и машина направляется заказчику.

Планировка участка текущего ремонта машин при использовании агрегатно-узлового метода на рис. 6.2, а рекомендуемое оснащение его технологическим оборудованием приведено в табл. 6.1. Количество крупного оборудования по видам (станочное, сварочное, прессовое и др.) рассчитывается по трудоемкости соответствующих видов работ.

Это количество определяется делением трудоемкости вида работ, выраженной в нормо-часах на фонд времени работы оборудования данного вида за год.

Компоновка оборудования на участках производится в соответствии с СНиП «Производственные здания промышленных предприятий» в соответствии с нормами техники безопасности и противопожарной техники.

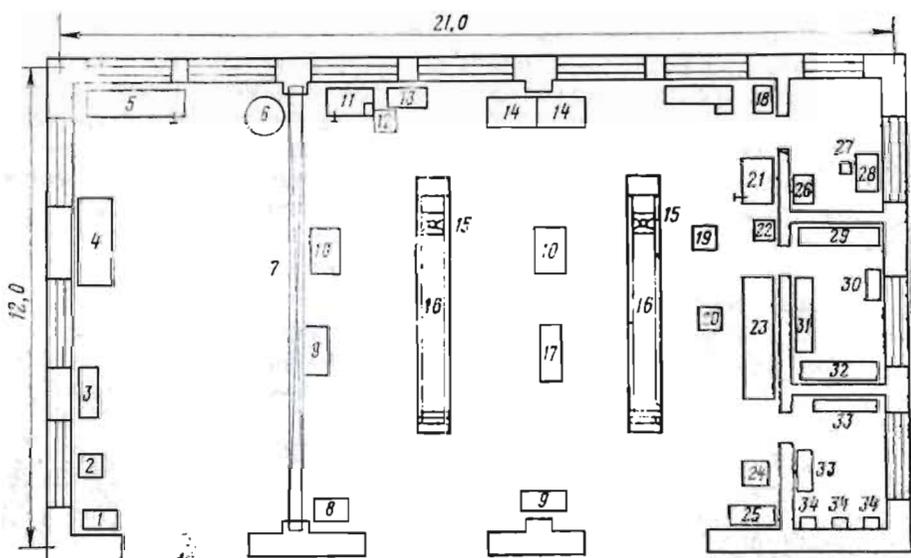


Рис. 6.2. Планировка участка текущего ремонта дорожных машин на универсальных тупиковых постах мастерской

Таблица 6.1

## Технологическое оборудование участка текущего ремонта

Номер позиции на рис. 6.2	Наименование оборудования	Модель, марка
1	Станок заточной	Б-632, ЭЗС-2
2	Приспособление для сборки муфт сцепления	ОПР-2827-ГОСНИТИ
3	Стеллаж для деталей	ОРГ-1468-03-320
4	Пресс гидравлический с усилием 400 кН	ОКС-1671А, 2135-1М
5	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-070
6	Комплект приспособлений для ремонта	ПИМ-1957, 601, 483
7	Кран-балка грузоподъемностью 3 т	456
8	Стеллаж с вращающимися полками	ОРГ-1468-05-340А
9	Тележка передвижная	ОРГ-70-7887
10	Домкрат гаражный гидравлический	426М, 444М, П-304
11	Станок вертикально-сверлильный	2Б-125
12	Передвижная смазочная установка	03-9902, 3141 ГОСНИ
13	Ванна моечная для деталей	ОМ-1316
14	Стол монтажный	ОРГ-1468-01-70 ГОСНИТИ
15	Емкость для слива отработанных масел	—
16	Осмотровая канава с оборудованием	ПУМ-1
17	Подставка для сборки цилиндров	ОПТ-683М
18	Приспособление для снятия колес	ОПТ-9931-ГОСНИТИ, 2422
19	Подставка для сборки двигателей	ОРГ-1501-01-35, ОПР 989
20	агрегатов	ОРГ-1468-03-350, ОПР 647
21	Станок настольно-сверлильный	НС-12А, 2М112
22	Комплект съемников и приспособлений	КИ-1883, ОПР-1912
23	Стеллаж для узлов и агрегатов	ОРГ-1468-05-30 ГОСНИТИ
24	Установка для промывки систем смазки	ОМ-2871А ГОСНИТИ
25	Установка для смазки и заправки стационарная	03-4967М-ГОСНИТИ
26	Верстак специальный с тисками	П-140
27	Стул поворотный	—
28	Стол для приборов	—
29	Комплект приборов для диагностики машины	КИ-5309А ГОСНИТИ
30	Солидолонагнетатель с электроприводом	390, 03-1153
31	Шкаф с диагностическими приборами	ОРГ-4945 ГОСНИТИ
32	Стеллаж для запасных частей	ОРГ-1468-05-230 ГОСНИТИ
33	Шкаф для одежды	—
34	Умывальник	—

## 6.2. ОБКАТКА МАШИН ПОСЛЕ ЗАМЕНЫ АГРЕГАТОВ

Обкатка и испытание узлов и агрегатов после ремонта — это составляющие части процесса ремонта, позволяющие оценить качество отремонтированной продукции и особенно качество сборки отдельных частей и элементов машины.

Предварительно проводят визуальный осмотр и проверку комплектности машины, наличие всех узлов и агрегатов, рычагов управления и др. После заправки топливом, смазочными материалами и специальными жидкостями проверяют отсутствие трещин и подтекания материалов из баков, картеров и соединений магистралей систем. После обнаружения и устранения неисправностей приступают к проведению обкатки и испытаниям.

Обкатка двигателей внутреннего сгорания, коробок передач и редукторов предназначена для первичной приработки поверхностей трения и сопряженных деталей механизмов и кинематических пар. В этот период создаются предпосылки, от которых в значительной мере зависит долговечность узлов и агрегатов машин.

Длительность приработки деталей при обкатке определяется качеством ремонта деталей, исходным состоянием поверхностей трения и режимами, назначаемыми при обкатке, а также условиями смазки и температурой деталей и узлов при обкатке. После приработки поверхности сопряженных деталей приобретают минимальную шероховатость, которая остается неизменной вплоть до предельного износа деталей. Так, если поверхности сопряженных деталей имеют грубую исходную шероховатость, то возникают местные повреждения поверхностей из-за грубого отрыва частичек металла, причем износ быстро возрастает. Чрезмерно гладкие поверхности также прирабатываются плохо, и процесс приработки затягивается.

Обильная смазка поверхностей деталей в период обкатки препятствует непосредственному контакту трущихся поверхностей, охлаждает и уносит продукты износа. Поэтому важно подавать достаточное количество смазки, поддерживая тонкую масляную пленку и не допуская температурного перегрева поверхностей деталей.

Для ускорения процесса приработки и улучшения качества поверхностей трения в процессе обкатки разработаны и применяются специальные присадки к маслам и моторному топливу. ГосНИТИ рекомендует использовать элементарно-органическую присадку АПЛ-2 к дизельному топливу, которая, сгорая вместе с ним, оставляет твердые частицы окиси алюминия, ускоряющие приработку деталей шатунно-кривошипного механизма двигателя. Рекомендуется применение моторных масел с многокомпонентными присадками М-10Г<sub>2</sub> и М-10ГФЛ.

Коробки передач и редукторы трансмиссий машин обкатывают на холостом ходу, а затем под нагрузкой, которую создают специальные устройства стендов обкатки, при этом используются рекомендованные сорта трансмиссионных масел типа ТАп-15В или ТС-15 ЭФО или заменители индустриальных сортов.

Таблица 6.2

## Режимы обкатки тракторов на холостом ходу

Марка трактора (двигателя)	Продолжительность обкатки, ч	Режим обкатки
К-700 (ЯМЗ 238 НБ) К-701 (ЯМЗ 240 Б)	12	I режим — по 25 мин на всех передачах; II и III режимы по 30 мин на всех передачах; IV режим по 40 мин на каждой передаче
T-150 К (СМД-62)	6—7	По 25—30 мин на всех передачах; по 10—15 мин на передачах заднего хода и на передачах рабочего ряда с ходоуменьшителем
MT3-80, MT3-82 (Д-240, Д-240Л)	5	По 1 ч работы на III, IV, V и VI передачах и по 30 мин на I и II передачах

Таблица 6.3

## Режимы обкатки тракторов под нагрузкой

Этапы обкатки	Нагрузка на крюке	Продолжительность обкатки, ч	Режим обкатки
I	30% от номинальной тяги (легкие транспортные работы)	10	На всех передачах переднего хода
II	70% номинальной тяги	20	То же
III	90—95% тяги	20	На I и II передачах с ходоуменьшителем

Таблица 6.4

## Показания контрольно-измерительных приборов при номинальной нагрузке трактора

Трактор	Двигатель				Давление масла в коробке передач, МПа
	Температура воды, °С	Температура смазки, °С	Давление масла, МПа	Частота вращения по тахометру, об/мин	
К-700	75—90	75—100	0,4—0,7	1650—1750	0,81—1
К-701	85—95	80—100	0,4—0,7	1880—1950	0,85—1
T-150К	80—100	85—95	0,2—0,4	2050—2140	0,85—0,95
MT3-80	75—95	85—95	0,3	2175—2240	—
Д-40	85—95	80—95	0,15—0,35	1750—1950	—

Двигатели внутреннего сгорания обкатывают в два этапа. Сначала ведут холодную обкатку, прокручивая коленчатый вал от электродвигателя тормозной установки, затем проводят горячую обкатку на холостом ходу и под нагрузкой. Обкатку выполняют на ступенчатых режимах, постепенно увеличивая частоту вращения коленчатого вала при переходе с одного режима на другой. Режимы обкатки, рекомендуемые для тракторных двигателей, устанавливаемых на дорожно-строительных машинах, приведены в табл. 6.2 и 6.3, а показания контрольно-измерительных приборов при номинальной нагрузке тракторов — в табл. 6.4. Ступенчатое нагружение двигателей с постепенным увеличением мощности и частоты вращения способствует лучшему сохранению смазки на поверхностях трения, снижению количества выделяемого тепла и предотвращает возникновение контактных напряжений в деталях.

Для обкатки коробок передач и задних мостов машин после ремонта используют приспособление ПТ-612 (рис. 6.3), которое укомплектовано электродвигателем мощностью 7 кВт, сменными шкивами и деталями, позволяющими обкатать трансмиссии тракторов Т-75, Т-100 и «Беларусь». Приспособление массой 156 кг устанавливают на раму трактора грузоподъемным устройством. Передача нагрузки от электродвигателя на первичный вал трактора осуществляется шкивами и клиноременной передачей. Приспособление позволяет проводить обкатку коробки трактора в сборе с механизмом заднего моста. Во время обкатки проверяют надеж-

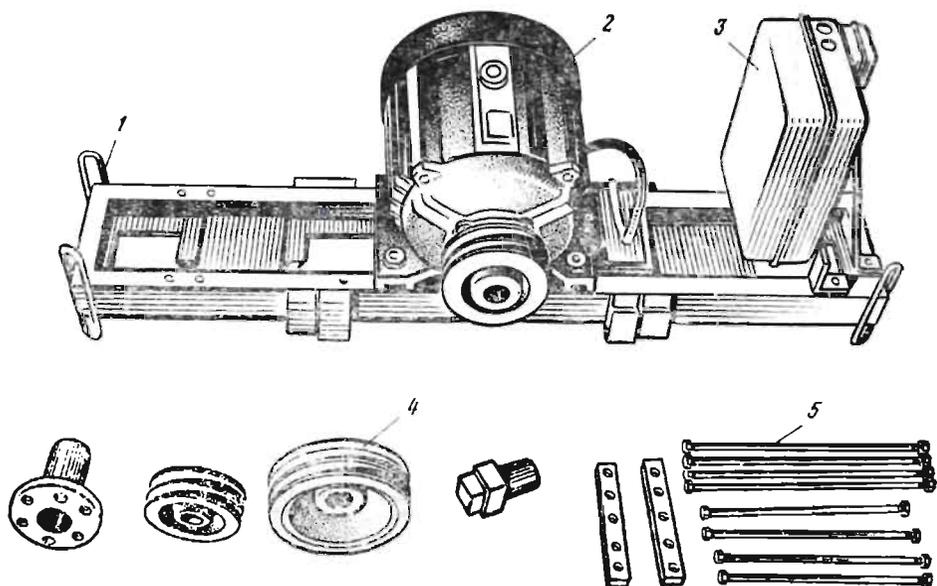


Рис. 6.3. Приспособление для обкатки коробок передач и ведущих мостов тракторов:

1 — рама; 2 — электродвигатель; 3 — электрошкаф управления; 4 — сменные детали привода; 5 — крепежные детали

ность креплений агрегатов, качество сборки деталей. отсутствие вредных стуков и шумов, отсутствие течи масла через уплотнения и прокладки. Отсутствие нагрева агрегатов показывает на правильность регулировки зацепления конических шестерен и конических подшипников главной передачи.

### 6.3. ИСПЫТАНИЕ И ПРИЕМКА МАШИН ПОСЛЕ АГРЕГАТНОГО РЕМОНТА

Задача контрольных испытаний машин состоит в том, чтобы проверить качество отремонтированных узлов, агрегатов и машины в целом. При этом работа всех механизмов машины проверяется при нагрузках, предусмотренных в паспортах, а для грузоподъемных машин с превышением на 25% номинала.

В соответствии с правилами Госгортехнадзора испытанию под нагрузкой после ремонта должны подвергаться все грузоподъемные машины, котлы, компрессоры и рессиверы, работающие под давлением, все дорожно-строительные машины, оборудованные гидравлическим приводом и управлением рабочих органов и трансмиссий. Испытаниям должны подвергаться также отдельные агрегаты машин: двигатели внутреннего сгорания, коробки передач и редукторы, приводные лебедки, фрикционные механизмы, тормозные, рулевые и предохранительные устройства.

Производственные и контрольные испытания агрегатов проводятся в определенной последовательности с целью выявления дефектов сборки, проверки действия сопряжений и взаимодействия элементов.

Агрегаты машин испытывают на специальных испытательных стендах (табл. 6.5, рис. 6.4), позволяющих создавать режимы работы, аналогичные эксплуатационным. При этом нагрузку создают искусственно с помощью специальных тормозных устройств с механическими или гидравлическими тормозами.

Испытания начинаются с холостой обкатки машин, в процессе которой по контрольным приборам ведется наблюдение за их сос-

Таблица 6.5

#### Испытательные стенды двигателей внутреннего сгорания

Модель стенда	Тип электрической машины	Номинальный крутящий момент, Н·м, в режиме		Диапазон частоты вращения, об/мин, в режиме		Максимальная мощность в режиме генератора, кВт
		двигатели	генератора	двигателя	генератора	
КИ-21336В	АКБ-82-6	370	400	380—900	1050—2100	85
КИ-2139Б	АКБ-82-4	370	400	570—1100	1500—3100	85
КИ-2118А	АКБ-92-4	660	700	570—1400	1500—3000	145
КИ-598А	АКБ-92-8	660	700	280—680	300—2000	145
КИ-598Б	АКБ-100-4	400	530	500—1000	500—1500	150
КИ-489З	АКБ-100-4	400	500	500—950	1100—1200	110
КИ-5274	АКБ-101-4	1040	1150	570—1450	1050—3000	360

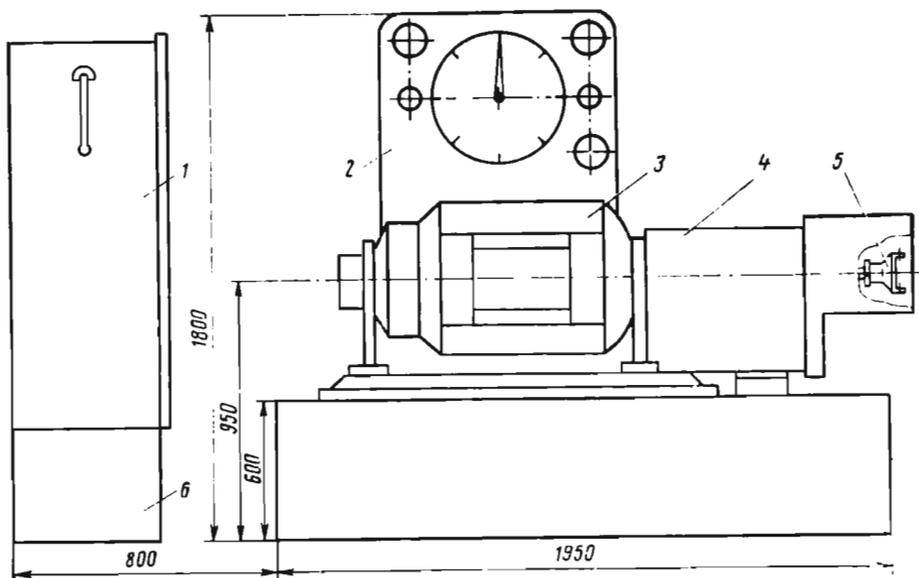


Рис. 6.4. Стенд для испытаний двигателей внутреннего сгорания после ремонта: 1 — электрошкаф; 2 — измерительное устройство с приборами; 3 — балансирующая машина; 4 — кожух; 5 — карданная передача; 6 — реостат

тоянием. Обнаруженные дефекты при испытании должны быть устранены, после чего приступают к испытанию под нагрузкой. Режимы и последовательность нагружения машин даны в табл. 6.3. Если в результате испытания машины выяснилось, что показатели работы отдельных агрегатов не соответствуют нормативным, их разбирают и проводят повторную сборку в соответствии с техническими условиями данного агрегата. По результатам испытаний агрегата или машины составляют акт заводских испытаний, который прикладывается к паспорту машины. На исправный агрегат или узел, поставляемый отдельно от машины, выдается гарантийный талон, а на топливную аппаратуру таблица результатов полученных регулировок и производительности.

Испытания грузоподъемных кранов после ремонта выполняют в соответствии с ГОСТ 24407—80 [15]. После испытаний двигателя и фрикционной муфты проверяют работу возвратного механизма, фрикционов и тормозных устройств путем многократного включения и выключения механизмов. При этом определяют правильность прилегания фрикционных колодок к шкивам и равномерный отход их по окружности.

Для контрольного статического испытания на крюк стрелы подвешивается груз, на 25% превышающий максимальную грузоподъемность крана, и поднимают его на высоту не менее 300 мм над уровнем земли. В этом положении кран должен сохранять устойчивость в течение 10 мин. Лебедку подъема стрелы испытывают пу-

динамические контрольные испытания проводят с грузом, масса которого должна на 10% превышать максимальную грузоподъемность. При этой нагрузке несколько полных поворотов платформы влево и вправо. Вращение платформы при этом должно быть плавным без рывков.

Замеченные в процессе испытаний дефекты устраняют, выполняют окончательную регулировку всех узлов, машину окрашивают и сдают по приемо-сдаточному акту.

На стреловых кранах самоходных моделей КС-1571, КС-2571, КС-3571, КС-3562А, КС-5471 и других, а также на экскаваторах моделей ЭО-2621, ЭО-3322А, ЭО-4123, ЭО-4121, ЭО-4321, ЭО-5122 и других установлено гидравлическое оборудование.

Приемо-сдаточные (контрольные) *испытания гидрооборудования* проводят в соответствии с ГОСТ 16504—81, причем условия проведения испытаний должны удовлетворять требованиям безопасности по ГОСТ 16028—70\*. Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждую отремонтированную гидромашину в соответствии с ГОСТ 14658—75\*, причем обязательному контролю подлежит: для насоса — приводная мощность, подача, коэффициент подачи и герметичность; для гидромоторов — действительный крутящий момент, гидромеханический и общий коэффициент полезного действия и герметичность.

Для испытаний гидромашин применяют стенды (рис. 6.5), техническая характеристика которых дана в табл. 6.6

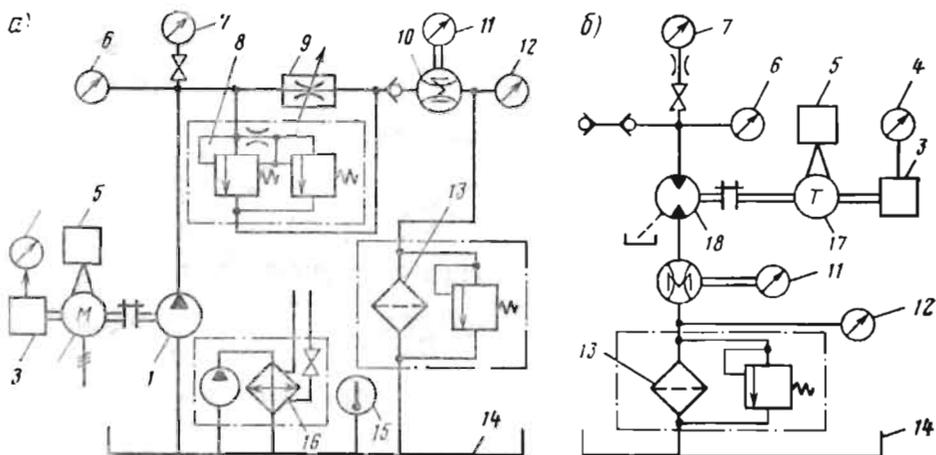


Рис. 6.5. Стенды для испытания гидроагрегатов после ремонта:

а — для гидронасосов; б — для гидромоторов;  
 1 — гидронасос; 2 — балансирный электродвигатель; 3 — датчик частоты вращения валов;  
 4 и 11 — измерители частоты вращения; 5 — измерители крутящего момента; 6 и 12 — манометры; 8 — предохранительный гидроклапан; 9 — дроссель; 10 — расходомер; 13 — линейный фильтр; 14 — бак гидрожидкости; 15 — термометр; 16 — установка поддержания теплового режима; 17 — тормозное устройство; 18 — испытуемый гидромотор

Стенды для испытания гидрооборудования

Параметры стенда	Стационарные		Передвижные	
	132.129.0794А	КИ-4200	КИ-5473	УК-23
Подача рабочей жидкост- ти, л/мин	120—200	0—50	0—85	0—80
Температура масла, °С	20—40	20—60	20—40	20—70
Рабочее давление, МПа	13,5—25	0—100	0—200	0—160
Максимальное давление, МПа	40	150	200	200
Частота вращения вала насоса, об/мин	1100—2000	720—1200	—	0—3000
Погрешность измерения по подаче, %	±2,5	2,5	5,0	5,0
Напряжение электропита- ния, В	220—380	220—380	—	4,5
Габаритные размеры (без присоединительных уст- ройств), мм:				
длина	2600	1630	170	550
ширина	1800	875	120	350
высота	2500	1650	210	1400
Масса, кг	1500	720	19	70
Рекомендуемая рабочая жидкость (масло)	МГ-30, ТУ 38-1-01- 50-75	М 10В (ДП-11) ГОСТ 8581—78	Веретенное АУ, ГОСТ 1642—75*	ВМГЗ, ТУ 38-10- 79—79

Примечание. На стационарных стендах испытывают агрегаты, демонтированные с машин, на передвижных — непосредственно на машине без демонтажа.

При испытаниях подачу насоса подсчитывают по формуле

$$Q_{\text{дн}} = q_p n_p + \Delta Q_p, \quad (6.1)$$

где  $q_p$  — рабочий объем расходомера, л/об;  
 $n_p$  — частота вращения расходомера, об/мин;  
 $\Delta Q_p$  — наружные утечки расходомера, л/об.

Мощность, потребляемую гидронасосом, вычисляют по формуле

$$N_{\text{пр.н}} = \frac{M_{\text{д.н}} n_n}{97,5}, \quad (6.2)$$

где  $M_{\text{д.н}}$  — действительный крутящий момент, развиваемый электродвигателем стенда, Н·м;  
 $n_n$  — частота вращения вала насоса, об/мин.

Мощность, развиваемая гидромотором

$$N_{\text{п.м}} = \frac{M_{\text{д.м}} n_m}{97,5}, \quad (6.3)$$

где  $M_{\text{д.м}}$  — крутящий момент, развиваемый гидромотором, Н·м;  
 $n_m$  — частота вращения вала гидромотора, об/мин.

$$\eta_{об.н} = \frac{q_p n_p + \Delta Q_p}{q_n n_n}; \quad (6.4)$$

гидромеханический к. п. д. мотора

$$\eta_{г.м} = \frac{M_{дм}}{1,59 \Delta_p q_m}, \quad (6.5)$$

где  $q_n$  и  $q_m$  — соответственно рабочий объем насоса и гидромотора, л/об;  
 $\Delta_p$  — перепад давления в гидромоторе, Па.

При приемо-сдаточных испытаниях направляющей и регулирующей аппаратуры проверяют отсутствие утечек рабочей жидкости из-под крышек по зазорам золотников из рабочих полостей при нейтральной позиции золотников и номинальном давлении. Допустимые утечки для распределителей с условным проходом 20, 25, 32 мм соответственно равны 50, 75 и 100 см<sup>3</sup>/мин.

Давление срабатывания напорного клапана и вторичных предохранительных клапанов должно быть в диапазоне 8 до 17 МПа. Проверяют четкость и стабильность срабатывания напорного, предохранительного и переливного клапанов без резких колебаний давления, без стука и шума. Контролируют плавность перемещения золотников из рабочих позиций в нейтральную под действием возвратных пружин при номинальном потоке и давлении.

Принципиальная схема подключения контрольных приборов к машине, оборудованной системой гидропривода, для проверки работоспособности ее узлов и агрегатов показана на рис. 6.6.

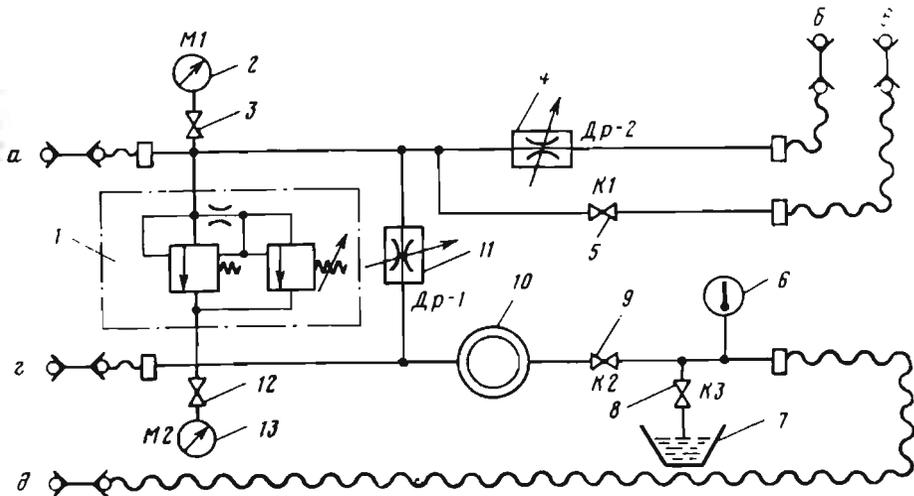


Рис. 6.6. Принципиальная схема включения контрольно-измерительных приборов при проверке работоспособности гидроагрегатов привода машин:

1 — кран предохранительно-разгрузочный; 2 и 13 — манометры; 3 и 12 — краны-демпферы; 4 и 11 — гидродроссели; 6, 8, 9 — вентили запорные, иглочатые; 6 — датчик указателя температуры рабочей жидкости; 7 — мерная мензурка; 10 — счетчик жидкости; а, б, в, г, д — запорные шариковые устройства (муфты)

## **ПЕРЕДВИЖНЫЕ СРЕДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И АГРЕГАТНОМ РЕМОНТЕ. ЗАПРАВКА И СМАЗКА МАШИН**

### **7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

В соответствии с СНиП III-1-76 «Организация строительного производства» для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту дорожно-строительных машин дорожные организации должны располагать эксплуатационными базами, имеющими в своем составе ремонтные стационарные и передвижные мастерские, топливо- и маслозаправщики, склады эксплуатационных материалов, агрегатов и их составных частей, транспортные средства для перевозки дорожных машин и агрегатов, погрузочно-разгрузочные средства, необходимые для погрузки и разгрузки машин и агрегатов, направляемых в ремонт и получаемых из ремонта.

Специфика линейных работ, выполняемых при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, заключается в том, что они рассредоточены на значительных расстояниях от постоянных баз и ремонтных мастерских дорожных хозяйств. Поэтому для поддержания машин в работоспособном состоянии необходимо наличие и правильное использование передвижных средств технического обслуживания и ремонта.

В ЦНИИОМТП Госстроя СССР разработан табель средств технического обслуживания для управлений механизации (табл. 7.1). Приведенные в табл. 7.1 передвижные средства могут использоваться для технического обслуживания дорожно-строительных машин на гусеничном и пневмоколесном ходу с дизельным приводом: экскаваторов, бульдозеров, скреперов, кранов гусеничных и пневмоколесных (грузоподъемностью 15 т и более), погрузчиков (на гусеничном ходу), тракторов, самоходных катков, автогрейдеров.

Число средств технического обслуживания и ремонта указано в таблице для управлений механизации и приравненных к ним специализированных подразделений, работающих в условиях сосредоточенности строительства с радиусом обслуживания машин до 20 км. Для рассредоточенного строительства (с радиусом обслуживания машин до 50 км) применяется коэффициент 1,3, а при радиусе обслуживания свыше 50 км — 1,8 [39].

Основой обеспечения требуемого качества и механизации работ по агрегатному методу ремонта дорожных машин, согласно ГОСТ 19504—74\*, являются передвижные средства технического обслуживания и ремонта, основные данные о которых приведены ниже.

Таблица 7.1

## Табель оснащения управлений механизаций средствами технического обслуживания

Наименование, базовое шасси	Марка	Назначение	Число на 100 строительных машин, шт.
Агрегат технического обслуживания на шасси автомобилей ГАЗ или ЗИЛ	А-701М, АТО-А, ЦНИИОМТП-2	Техническое обслуживание машин на месте работы	2
То же, на двухосном прицепе к колесному трактору	А-703, АТО-П	То же	1
Мастерская «Техпомощь» на шасси автомобиля ГАЗ-52 или ГАЗ-66	МПР, ПАРМ, АТО-9966А	Текущие (плановый и заявочные) ремонты машин на объектах	2
То же, на тракторных и автомобильных прицепах	А-704	То же	1
Автомобили топливозаправщики на шасси автомобиля ГАЗ	03-3607, 3609, МЗ-66	Заправка машин на объектах строительства	2
То же, на двухосных прицепах	МЗ-3905 (03-1401)	То же	1
Автомобиль топливозаправщик на шасси автомобиля ЗИЛ вместимостью 4000 л	АТЗ-3,8-130	Перевозка и заправка топливом машин	1
Прицеп-тяжеловоз грузоподъемностью 25 т	ЧМЗАП-5523А	Перебазировка строительных машин	0,8
То же, 40 т	МАЗ-5208	То же	0,3
Автотягач	МАЗ-500, КрАЗ-255,-258,-260	»	0,8
Автомобиль фургон или микроавтобус	УАЗ-452В	Перевозка бригад технического обслуживания	1
Автомобиль технического обслуживания	УАЗ-469, «Москвич-433»	Перевозка бригад и технических работников, а также запасных частей	1
Мотоцикл с коляской	М-67-36, МТ-10-36	Разъезды линейных механиков к машинам	1

## 7.2. ПЕРЕДВИЖНЫЕ РЕМОНТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ

Для ремонта дорожных машин агрегатным методом и технического обслуживания применяются специальные мастерские моделей А-701М, А-703, А-704, МПР-3901, МПР-3902, МПР-3903 и другие, изготавливаемые серийно различными ведомствами.

Кроме этих типов, для агрегатного ремонта дорожных машин могут применяться мастерские, специально выпускаемые для ремонта сельскохозяйственной техники. В соответствии с ОСТ

70.0001. 179—78 такие мастерские изготавливаются трех типов: на шасси автомобилей малой и средней грузоподъемности и на шасси автомобильных и тракторных двухосных прицепов. К ним относятся передвижные мастерские типа МПР-3901, ЛуАЗ-37031, МТП-817М («Алтай»), которые по договорам с местными отделениями Госкомсельхозтехники могут использоваться дорожными организациями.

**Мастерская А-701М.** Мастерская предназначена для ремонта в линейных (полевых) условиях агрегатов и их составных частей. Она смонтирована на шасси автомобиля ЗИЛ-130 и двухосного автоприцепа А-301 и укомплектована установкой для мойки машин, заточным станком типа ЭЗС-2, сверлильным станком ИЗ-1013 со-лидолонагнетателем типа НИИАТ-390, электросварочным агрегатом АДБ-318VI и монтажным устройством грузоподъемностью 1,5 т. Привод станочного оборудования и установок осуществляется от электростанции типа АБ-4-Т-230М.

Мастерская имеет емкости для эксплуатационных материалов вместимостью: для дизельного масла — 150 кг; трансмиссионного масла — 100 кг; автотракторного масла — 20 кг; воды — 700 л; консистентной смазки — 14 кг; рабочей жидкости для гидросистем — 100 кг.

**Мастерская А-703.** Мастерская предназначена для демонтажно-монтажных работ при ремонте дорожных машин, агрегатов и их составных частей. Она размещается на двух двухосных утепленных автоприцепах типа А-705 и А-301 и укомплектована установкой для мойки машин типа П-3/20, заточным станком ЭЗС-2, сверлильным станком ИЗ-1013, солидолонагнетателем НИИАТ-390. Мастерская имеет емкости вместимостью: для дизельного масла 150 кг, трансмиссионного масла — 100 кг и автотракторного — 20 кг, воды 700 л, рабочей жидкости для гидросистем — 100 л, консистентной смазки — 14 кг. Для энергоснабжения служит автономная передвижная электростанция АБ-4-7-230М. Имеется электросварочное (агрегат АДБ-306) и газосварочное (переносной ацетиленовый генератор АСМ-1,25—3) оборудование.

**Мастерская А-704.** Мастерская предназначена для демонтажно-монтажных работ и ремонта агрегатов (рис. 7.1).

Мастерская смонтирована на трех автоприцепах — двухосном А-705 и двух одноосных А-301 (ИАПЗ-738). На двухосном автоприцепе установлены: токарно-винторезный стапок конструкции 1А616; настольно-сверлильный станок НС-12; электрозаточный станок ЭЗС-2; кузнечное оборудование (горн, наковальня, набор инструментов); грузоподъемное оборудование (гидравлический домкрат грузоподъемностью 25 т, таль грузоподъемностью 1 т и тренога); выпрямитель, гидравлический пресс; моечная установка. Имеются также слесарно-монтажные инструменты.

На одноосных автоприцепах АСБ-303 смонтированы электросварочный агрегат и передвижная электростанция ПЭС-15.

Мастерская укомплектована также бокс-палаткой размером 4×4 м.

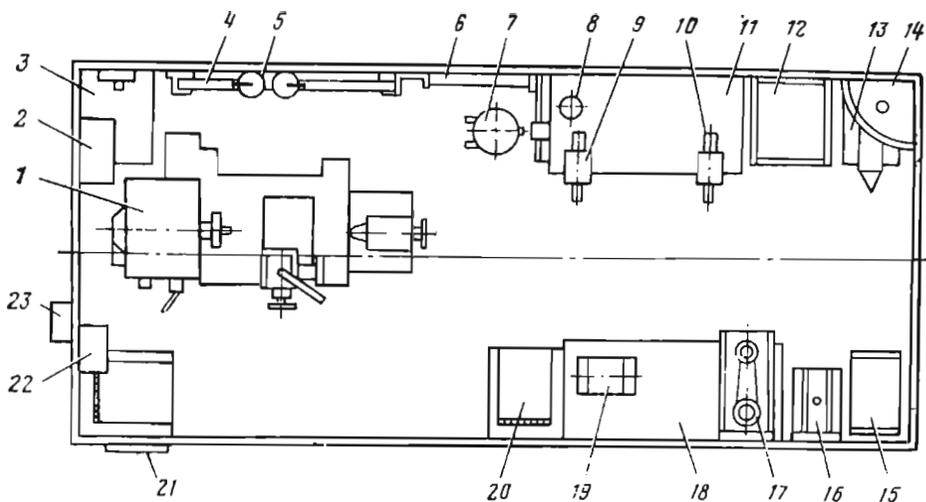


Рис. 7.1. Планировка оборудования в передвижной ремонтной мастерской А-704:

1 — токарный станок; 2 — селеновый выпрямитель; 3 и 22 — электрощиты управления; 4 и 6 — верстаки; 5 — паяльная лампа; 7 — бак маслораздаточный; 8 — бакоч для питьевой воды; 9 и 10 — тиски; 11 и 18 — рабочие верстаки; 12 — горн кузнечный; 13 — наковальня; 14 — рукоомник; 15 — моченная установка; 16 — пресс гидравлический; 17 — станок сверлильный; 19 — станок заточной; 20 — сиденье; 21 — отопитель; 23 — вентилятор

**Мастерская МПР-3901.** Мастерская предназначена для демонтажнo-монтажных, электро- и газосварочных работ, пайки мягкими и твердыми припоями, а также несложных диагностических операций проверки и регулировки форсунок, контроля состояния цилиндра-поршневой группы, проверки плотности электролита, степени заряженности аккумуляторных батарей, состояния электрооборудования дорожных машин.

Мастерская смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-52-01 и одноосном автоприцепе ИАПЗ-739. В комплект оборудования входят: генератор ЕС 54/4 мощностью 5 кВт; настольно-сверлильный станок НС-12Н; точильный станок ТА-255; гидравлический пресс ОКС-030 с усилием 100 кН; грузоподъемное устройство (лебедка с ручным приводом грузоподъемностью 1,25 т); электросварочный агрегат АДБ-309VI или АСБ-306; ацетиленовый генератор АСМ-1-66; компрессор от автомобиля ЗИЛ-130.

**Мастерская МПР-3902, МПР-3903.** Мастерская предназначена для выполнения технического обслуживания и текущего ремонта дорожно-строительных машин на базе тракторов. На автомобиле ГАЗ-66-01 в кузове 3902 или 3903 размещены: верстаки с инструментами и приспособлениями; гидравлический пресс с усилием 100 кН; точильный аппарат; тиски, синхронный генератор трехфазного тока напряжением 230 В, мощностью 5 кВт, настольный сверлильный станок и газосварочный аппарат. На одноосном прицепе установлен электросварочный агрегат АДБ-309-IV. Мастерская 3902 отличается от мастерской 3903 конструкцией кузова и размещением основного оборудования.

**Мастерская ЛуАЗ-37031.** Мастерская предназначена для демон- тажно-монтажных работ при агрегатном ремонте дорожных машин с учетом того, что масса демонтируемых агрегатов не должна превышать 1,2 т. Кроме этого, посредством имеющегося оборудо- вания возможно выполнение несложных диагностических и контрольно-регулирующих работ. Мастерская смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-52-01 и укомплектована настольным сверлильным станком ВС-415 или 2М112, электродрелью ИЭ-6002 с комплектом наставок, электрошлифовальной машиной ИЭ-2004, точильно-шли- фовальным станком ЗЕ631, электросверлилкой ИЭ-1022А.

Электроснабжение мастерской осуществляется от генератора переменного тока БМЗ-4,5/4 мощностью 4,5 кВт (напряжением 230 В). Генератор имеет привод от двигателя шасси автомобиля через коробку передач, коробку отбора мощности с механизмом включения и через карданный вал и клиноременную передачу. Электроэнергия необходима для привода настольно-сверлильного станка, преобразователя частоты тока ИЭ-9403, электродрели, элект- рошлифовальной машины, точильно-шлифовального станка и элект- рифицированной лебедки. Электрифицированная лебедка грузо- подъемностью 1,2 т имеет переднее расположение стрелы с выле- том 1,2 м, максимальная высота подъема груза 1,6 м.

Мастерская укомплектована газосварочным, электросвароч- ным (на одноосном прицепе ТАПЗ-755А) и диагностическим обо- рудованием, а также слесарно-монтажным оборудованием, метал- лорезущим инструментом и приспособлениями, заправочным и моечным инвентарем.

**Мастерская МТП-817 «Алтай».** Мастерская предназначена для текущего ремонта дорожных машин, а также выполнения отдель- ных регулировочных и контрольно-осмотровых работ — проверки и регулировки форсунок, определения технического состояния гидросистем, осмотра цилиндро-поршневой группы двигателей, про- верки степени заряженности аккумуляторных батарей. Мастерская смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-52-01. Она снабжена ге- нератором БМЗ-4,5/4 мощностью 4,5 кВт, напряжением 230 В. На- личие электрифицированной лебедки позволяет выполнять демон- тажно-монтажные работы при агрегатном ремонте дорожных ма- шин.

Грузоподъемность лебедки 1,2 т при заднем расположении стре- лы и максимальной высоте подъема 4 м.

В состав оборудования мастерской МТП-817 «Алтай» входят: настольно-сверлильный станок ВС-415; преобразователь частоты тока ИЭ-9403; электродрель с комплектом наставок ИЭ-6002; элект- росверлилка ИЭ-1022А; ацетиленовый генератор АСМ-1,25-3; электросварочный агрегат АДБ-309VI, установленный на одноос- ном прицепе ТАПЗ-755А.

Мастерская снабжена также большим комплектом слесарно- монтажного инструмента, а также инвентарем для заполнения и слива смазочных масел.

### 7.3. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МАСТЕРСКИЕ И УСТАНОВКИ

**Передвижные ремонтно-диагностические мастерские.** Мастерские предназначены для выявления в полевых условиях причин неисправностей тракторов-тягачей дорожных машин, а также устранения этих неисправностей.

К передвижным ремонтно-диагностическим относятся мастерские: МПР-9924 (ГОСНИТИ-4) на шасси автомобиля ГАЗ-52-01; МПТ-817 МД, МПР-817Д (ГОСНИТИ-3) на шасси автомобиля ГАЗ-51А; МПР-817 (ГОСНИТИ-2) на шасси автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-63.

Мастерские МПР-9924 (ГОСНИТИ-4) и МПР-817Д (ГОСНИТИ-3) существенно отличаются от ранее изготавливаемых. Диагностические приборы, которыми укомплектованы указанные мастерские, позволяют определять правильность показания контрольно-измерительных приборов тракторов, состояние форсунок, цилиндро-поршневой группы двигателей и механизмов силовой передачи трактора, исправность электрооборудования. По результатам диагностирования дается заключение о возможности дальнейшей эксплуатации тракторов без ремонта.

В кузове автомобиля размещены генератор, используемый в качестве источника электроэнергии, настольно-сверлильный и точильно-шлифовальный станок, гидравлический пресс, комплект диагностических средств, преобразователь частоты тока, электро-сверлилка, электрошлифовальная машина, грузоподъемное устройство, комплекты слесарно-монтажного инструмента, оборудования и приспособлений, металлорежущие инструменты. Привод генератора осуществляется клиноременной передачей от коробки отбора мощности. Мастерские оснащены также газосварочным и грузоподъемным оборудованием. На одноосном прицепе размещен электросварочный агрегат. Ниже указано основное оборудование, которым укомплектованы выпускаемые в настоящее время ремонтно-диагностические мастерские МПР-9924 (ГОСНИТИ-4) и МПР-817Д (ГОСНИТИ-3):

Оборудование	МПР-9924 (ГОСНИТИ-4)	МПР-817Д (ГОСНИТИ-3)
Ацетиленовый генератор	АСМ-1,25-3	
Электросварочный агрегат	АДБ-309VI	АДБ-318VI
Генератор:		
марка	ЕСС-52-4	БМЗ-4,5/4
мощность, кВт	4,5	5,0
Грузоподъемное устройство:		
тип	лебедка с ручным приводом	электрифицированная лебедка
грузоподъемность, т	1,25	1,2

**Передвижные диагностические установки.** Для безразборной проверки технического состояния дорожных машин, что особенно важно при агрегатном методе ремонта, когда необходимо определить ресурс работы отдельного агрегата, применяются передвиж-

ные диагностические установки, широко используемые в сельском хозяйстве.

Передвижная диагностическая установка КИ-4270А ГОСНИТИ применяется для диагностирования тракторов при выполнении ТО-3 и при периодических технических осмотрах. Посредством обслуживания, имеющегося в составе этой установки, можно диагностировать тракторы всех марок. Комплект оборудования размещен в кузове-фургоне автомобиля УАЗ-452 или УАЗ-451.

Средства измерения установки позволяют определить давление в смазочной системе и тепловой режим дизеля, состояние цилиндро-поршневой группы, обнаружить неплотности клапанов газораспределения, стуки и шумы в механизмах, герметичность отдельных цилиндров. Можно также определить натяжение ремней вентилятора, генератора, компрессора, размеры, износ, состояние и натяжение гусеничных цепей, давление в шинах, состояние электрооборудования, показания контрольно-измерительных приборов и другие параметры (всего до 60 параметров). Количество машин, обслуживаемых установкой КИ-4270А, 150—200.

Комплект КИ-1395 ГОСНИТИ линейно-диагностической службы применяется для тех же целей, что и установка КИ-4270 ГОСНИТИ. Этот комплект размещен в кузове-фургоне автомобиля УАЗ-452 (УАЗ-451).

#### **7.4. САМОХОДНЫЕ МОНТАЖНЫЕ ЛЕТУЧКИ**

Самоходные монтажные летучки предназначены для ремонта дорожных машин агрегатным методом, выполняемого на участках транспортного строительства. Эти летучки выпускаются двух типов: на железнодорожном и на автомобильном ходу.

Монтажная летучка на железнодорожном ходу состоит из одного четырехосного железнодорожного вагона, двух четырехосных платформ и палатки для ремонта механизмов в полевых условиях. В четырехосном вагоне размещаются общежитие и ремонтно-складское отделение.

Основное оборудование ремонтно-складского отделения состоит из двух слесарных верстаков с тисками, вертикально-сверлильного настольного станка типа 2М112, воздушного компрессора типа СО-7А и установки для наружной мойки машин. Для привода имеющегося оборудования предназначен автоматизированный дизель-электрический агрегат модели АСДА-50Д мощностью 50 кВт. Генератор модели ЕСС5-62М мощностью 12 кВт служит для освещения объекта работ. В состав указанной летучки входят электросварочный агрегат АДД-3 с индивидуальным приводом от дизельного двигателя Д-37М и газосварочное оборудование. На одной четырехосной платформе размещается автомобильный кран типа КС-3562, а на второй — исправные оборотные агрегаты и электросварочный аппарат.

Монтажная летучка на автомобильном ходу состоит из передвижной станции для агрегатного ремонта, размещенной в кузове-

## Агрегаты технического обслуживания

Показатели	АТУ-С (АТУ-1768 ГОСНИТИ)	А-701 М	АТУ-ПД (АТУ- 1500 В, АТУ 1500 Г)	АТО-3966А	АТО-9966-04	АТУ-4822 ГОСНИТИ	АТО-9966Б	АТУ-АМ
Вместимость цистерны, л	955	1000	1130	1237	1352	1380	1412	1460
В том числе:								
воды	300	600	560	500	500	500	500	500
дизельного топли- ва	500	—	—	175	200	420	350	350
дизельного масла	50	100	230	175	200	200	175	175
трансмиссион- ного масла	25	100	60	—	—	60	—	—
солидола	20	25	20	20	20	20	20	20
промывочной жидкости	25	—	125	175	200	—	—	—
бензина	10	—	—	—	—	—	—	—
отработанной промывочной жидкости	—	—	75	80	100	100	80	80
отработанных нефтепродуктов	25	—	75	80	100	100	80	80

Показатели	АТУ-С (АТУ-1768 ГОСПИТИ)	А-701 М	АТУ-11Д (АТУ- 1500 П, АТУ- 1500 Г)	АТО-9966	АТО-9966-01	АТУ-1822 ГОСПИТИ	АТО-9966Б	АТУ-АМ
Масса с заполненными емкостями, кг	2500	7900	3640	5545	4640	5000	5000	5160
Габаритные размеры, мм:								
длина	6300	7800	5100	5700	5750	5525	6115	6300
ширина	1550	2400	2000	2322	2280	2050	2200	2250
высота	2300	3280	2300	2440	2200	2100	2300	2190
Скорость передвижения, км/ч	13,6	50	10—15		35	35	30	35
Количество дорожных машин, тракторов, обслуживаемых агрегатов	10—15	10—15	15—20	30	25—30	25—30		25—30
Базовое шасси	Самоходное шасси Т-16М	ЗИЛ-130	Прицеп 2ПТС-4М	ГАЗ-66-01	ГАЗ-52-04	ГАЗ-52-01	ГАЗ-52-01	ГАЗ-52-51А

фургоне на шасси автомобиля ЗИЛ-131, бортового автомобиля МАЗ-500А с двухосным автоприцепом, используемого для перевозки оборотных исправных и демонтированных неисправных агрегатов, а также электросварочного агрегата АСБ-300.

В состав основного оборудования, установленного в кузове летучки, входят: станок вертикально-сверлильный настольный типа 2М12; воздушный компрессор типа СО-7А; преобразователь частоты тока; сварочный преобразователь; два слесарных верстака с тисками; гидравлический пресс; электроточило; моечная установка для наружной мойки ремонтируемых машин и солидолонагнетатель. Для привода оборудования применяется генератор типа ЕСС-5-62-4М-101 мощностью 12 кВт, установленный в кузове передвижной станции, а для демонтажнo-монтажных работ — автомобильный кран типа КС-3562 грузоподъемностью 10 т. Для ремонта дорожных машин в полевых условиях летучка укомплектовывается одной палаткой размером 16×6 м.

Ремонтно-механические заводы системы Минпромстроя СССР организуют монтажные летучки для выполнения ремонта строительных машин агрегатным методом на строительных объектах или базах владельцев строительных машин по следующему таблице оснащения: машина «Техпомощь» МТО-51 или МТО-130 (1 шт.); автомобиль для перевозки агрегатов грузоподъемностью от 5 до 10 т (1 шт.); двухосный автомобильный прицеп (1 шт.); автомобильный кран грузоподъемностью 6, 3—10 т (1 шт.).

### **7.5. АГРЕГАТЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЗАПРАВКИ МАШИН**

Для технического обслуживания дорожных машин в полевых условиях и заправки их топливом, различными жидкостями и маслами применяют агрегаты технического обслуживания, механизированные заправочные агрегаты, топливозаправщики.

**Агрегаты технического обслуживания.** В зависимости от типа бортового шасси, на котором смонтированы агрегаты технического обслуживания, их разделяют на три типа: самоходные на шасси автомобиля ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ГАЗ-66, ГАЗ-52-01, ЗИЛ-130; самоходные на тракторном шасси; прицепные на шасси двухосного тракторного прицепа.

Характеристики передвижных агрегатов технического обслуживания приведены в табл. 7.2.

**Механизированные заправочные агрегаты.** На дорожных работах используются два типа механизированных заправочных агрегатов: первый — МЗ-3904, установленный на шасси автомобилей ГАЗ-51, -52, -63, -66, и второй — МЗ-3904Т, установленный на шасси двухосных тракторных прицепов.

Агрегат МЗ-3904 состоит из шасси грузового автомобиля, на котором установлена цистерна для дизельного топлива, баки для бензина, воды и смазочных масел.

Посредством агрегата МЗ-3904 выполняются следующие операции: заправка дорожных машин бензином, дизельным маслом и водой; заправка дизельным топливом через фильтр тонкой очистки по раздаточному рукаву с краном под давлением посредством насоса-агрегата; заправка под давлением сжатого воздуха; смазка под давлением различных узлов дорожных машин.

Основные показатели механизированного заправочного агрегата МЗ-3904 различных индексов приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Механизированные заправочные агрегаты МЗ-3904

Показатели	03-2842	03-1664	03-1926	03-3607	03-4795
Вместимость баков агрегата, л:					
дизельного топлива	1500	1800	1800	1900—30	1970—30
бензина	80	80	75	80	80
дизельного масла	80	95	85	80	80
трансмиссионного масла	60	60	60	80	80
воды	80	95	85	80	80
солидола	20	20	20	20	20
Габаритные размеры, мм:					
длина	5640	5436	5525	6150	6150
ширина	2260	2200	2090	2190	2250
высота	2380	2150	2090	2190	2190
Базовый автомобиль	ГАЗ-66	ГАЗ-51А	ГАЗ-51А	ГАЗ-52-01	
Масса агрегата с нефтепродуктами и водой, кг	5900	5136	4950	5360	5270

Агрегаты МЗ-3905Т устанавливаются на двухосных тракторных прицепах 2ПТС-4 или 2ПТС-4М. Они могут быть двух моделей: первая — 0,3-1362 или 0,3-1401 с приводом от раздаточной агрегатной гидравлической системы трактора; вторая — 0,3-1362И или 0,3-1401И с приводом от индивидуального карбюраторного двигателя Д-300, установленного на прицепе (табл. 7.4).

Посредством агрегата МЗ-3905Т выполняются следующие операции:

заправка дизельным маслом, автолом, бензином, водой, по раздаточным рукавам с кранами;

заполнение при помощи компрессора баков бензином, дизельным маслом, автолом и водой;

заполнение солидолом под давлением сжатого воздуха пистолета пневматического солидолонагнетателя;

заполнение баков дорожных машин дизельным топливом через фильтр тонкой очистки и счетчик жидкости по раздаточному рукаву с краном при помощи насоса-агрегата;

смазка узлов и агрегатов дорожных машин.

Таблица 7.4

## Механизированные заправочные агрегаты МЗ-3905Т

Показатели	03-1362	03-1401	03-1362 И	03-1401И
Вместимость, л:				
дизельного топлива	2400	1800	1770+30	1770+30
бензина	100	100	85	80
дизельного масла	200	100	105	100
автотракторного масла (автола)	—	100	105	100
масла трансмиссионного (нигрола)	100	50	—	—
воды	100	100	100	80
солидола	20	20	20	20
Габаритные размеры, мм:				
длина	5000	5240	5000	5500
ширина	2100	2400	2100	2150
высота	2450	2350	2400	2400
Базовое шасси	2ПТС-4И	2ПТС-4	2ПТС-4	2ПТС-4
Масса агрегата с нефте- продуктами и водой, кг	4650	4230	4160	4200

**Топливозаправщики.** Автомобили-топливозаправщики (табл. 7.5) предназначены для перевозки жидкого топлива и заправки дорожных машин при техническом обслуживании и агрегатном методе ремонта в полевых условиях.

Таблица 7.5

## Автомобили-топливозаправщики

Показатели	3607	3609	АТЗ-2,4-52	АТЗ-3-157	АТЗ-3,6-53А	АТЗ-3,8-130	АТЗ 7,5-500
Вместимость цистерны, л	1900	2200	2400	3000	3800	3800	7500
Полная масса автомобиля, кг	5240	5170	5345	8922	7400	8745	14875
Габаритные размеры, мм:							
длина	6150	5550	6110	7100	6180	6770	7300
ширина	2190	2280	2160	2330	2360	2360	2650
высота	2190	2250	2190	2360	2600	2700	2650
Базовое шасси	ГАЗ- 52-01	ГАЗ- 52-01	ГАЗ-52	ЗИЛ-157	ГАЗ-53	ЗИЛ-130	МАЗ- 500А

## 7.6. ТОПЛИВО И СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЗАПРАВКИ ДОРОЖНЫХ МАШИН

После замены двигателей на дорожных машинах необходимо применять топливо и смазочные масла, рекомендованные заводами-изготовителями. Ассортимент эксплуатационных материалов для различных видов двигателей и элементов трансмиссий машин приведен в табл. 7.6—7.9.

Для грузовых автомобилей на технические осмотры, регулировочные работы, приработку деталей двигателей и автомобиля после ремонта разрешается расходовать до 0,5% жидкого топлива от общего его количества, потребляемого автотранспортным предприятием.

Таблица 7.6

**Автомобильные бензины для основных и пусковых двигателей дорожных и специальных машин на шасси автомобилей**

Марки двигателей дорожных и специальных машин на шасси автомобилей	Автомобильные бензины (ГОСТ 2084—77*), применяемые		
		зимой	на Крайнем Севере
Грузовые ГАЗ-51, -51А, 52-01, -320, ЗИЛ-120, -157, -164, КАЗ-606А, Урал-355, МЗМА-407, -408, УМЗ-450, ЗМЗ-451 и их модификации, пусковые двигатели ПД-8, -10У, П-23М, -46, -350	А-72 летний	А-72 зимний	А-72 зимний
МЗМА-408, ЗМЗ-63, -66, ЗИЛ-130, -131, -375, Урал-375, ГАЗ-53 и их модификации	А-76 летний	А-76 зимний	А-76 зимний
ЗИЛ-375-Я5, Урал-375Я, ЗМЗ-24-01 и их модификации	АИ-93 летний	АИ-93 зимний	АИ-93 зимний

Таблица 7.7

**Дизельное топливо для дорожных и специальных машин на шасси автомобилей и базе тракторов**

Марка двигателей дорожных и специальных машин на шасси автомобилей и базе тракторов	Дизельные топлива (ГОСТ 305—82), применяемые		
	летом	зимой	на Крайнем Севере
Автомобильные двигатели: ЯАЗ-204, -М-204А, -206, ЯМЗ-206А, ЯМЗ-238НБ, -240, -240Б, КамАЗ-740, -7401	Л летнее	З зимнее	А арктическое
Тракторные двигатели: Д-21А, -21А2, -37Е, -48, -50, -50А, -54А, 60К, -65Н; -75, -130, -144, -180, -240; СМД-7, -14, -14А, -14Б, -14Н, -15Н, -17К, -18К, -60, -68, -160; АМ-01, -41; А-01М, -41	Л летнее	З зимнее	А арктическое

Таблица 7.8

**Моторные и трансмиссионные масла для карбюраторных двигателей специальных и дорожных машин на шасси автомобилей**

Марки автомобилей и двигателей	Моторные масла для двигателей			Трансмиссионные масла			
		зимой	на Крайнем Севере	для коробок передач раздаточной коробки	для ведущих мостов и колесных редукторов	для рулевых механизмов	
<p>ГАЗ-51А, -52-01, -53А, -53Б, 66А; ЗИЛ-150, -151, -157, -164; Урал-355 и все дорожные машины на шасси указанных автомобилей, а также машины, на которые установлены двигатели ГАЗ-51, ЗИЛ-120, -164, КАЗ-120, Урал-355, -ЗМЗ-53, -66</p>	Масло моторное автомобильное (ГОСТ 10541—78*)	М-8Б <sub>1</sub>	М-8А	М-8Б <sub>1</sub>	Масло трансмиссионное ТАп-15В (ГОСТ 23652—79*)		
<p>ЗИЛ-130, -131, -375 и все дорожные машины на шасси указанных автомобилей, а также машины, на которые установлены двигатели ЗИЛ-130, -131, -375, Урал-375</p>	Масло моторное автомобильное (ГОСТ 10541—78*)	М-8Г <sub>1</sub>	М-12Г <sub>1</sub>	М-6 <sub>3</sub> /10Г <sub>1</sub>	Масло трансмиссионное ТАп-15В (ГОСТ 23652—79*)	Масло МТ-16п (ГОСТ 6360—58*)	
<p>МАЗ-500, -504В, -5428, -5335, -7310, КрАЗ-250, -255Б</p>	Масло моторное тракторных (ГОСТ 8581—78*)	М-8В <sub>2</sub>	М-10В <sub>2</sub>	М-8Г <sub>2</sub>	Масло авиационное (ГОСТ 21743—76*) летом МС-20 или МК-22, зимой МС-14	Масло трансмиссионное тракторное ТАп-15 (ГОСТ 23652—79*)	То же
<p>КрАЗ-256, -257, -258 и все дорожные машины на шасси указанных автомобилей, а также машины, на которые установлены двигатели ЯМЗ-204, М-204М, -206, ЯМЗ-236, -238, -240, КамАЗ-740, -7401 и их модификации</p>	Масло моторное тракторных дизелей (ГОСТ 8581—78*)	М-8В <sub>2</sub>	М-10В <sub>2</sub>	М-8Г <sub>2</sub>	Масло авиационное (ГОСТ 21743—76*) летом МС-20 или МК-22, зимой МС-14	Масло МТ-16п (ГОСТ 6360—58*)	То же

Таблица 7.9

**Моторные и трансмиссионные масла для дизельных двигателей тракторов и дорожных машин**

Марки тракторов и двигателей	Моторные масла для двигателей		Трансмиссионные масла	
	летом	зимой	для картера коробки передач, главной передачи, механизмов поворота	для бортовых передач
Тракторы колесные: Т-16М, -25, -40, -125, -150К, -157, -158; МТЗ-50, -80, -82; К-700, -701, -702, -703 и все дорожные машины, на которые установлены двигатели Д-37Е, -48М, -50; ЯМЗ-238НБ, -240 Тракторы гусеничные: Т-38М, ДТ-54А, -55А, -75М; Т-74, -130, -180, Д-804 и все дорожные машины, на которые установлены двигатели Д-21А, -21А2, -37Е, -48М, -50А, -54А, -60К, -65Н; СМД-7, -14, -14А, -14БН, -15Н, -17К, -18К, -60, -68, -160; АМ-01, -41, А-01М, -41 Тракторы ДЭТ-250 и все дорожные машины, на которые установлены двигатели Д-6, -12, В-30Б	Дизельное масло (ГОСТ 8581-78*) М-10Г	Дизельное масло (ГОСТ 8581-78*) М-8Г	Масло трансмиссионное (ГОСТ 23652-79*) ТАп-15В,	ТЭ-15ЭФО
	Дизельное масло (ГОСТ 8581-78*) М-8В	Дизельное масло (ГОСТ 8581-78*) М-10В	То же	
	Авиационное масло (ГОСТ 21743-76*) МС-20 / МС-14			

Для тракторов и дорожных машин на базе тракторов допустимый расход топлива и смазочных масел на обкатку приведен в табл. 7.10.

Таблица 7.10

**Средние нормы расхода жидкого топлива и смазочных масел на обкатку тракторов и дорожных машин на базе тракторов**

Тракторы	Расход на обкатку, кг		
	нового трактора или трактора после капитального ремонта		трактора после текущего ремонта
	Дизельное топливо	Дизельное масло	Дизельное топливо
Т-100М, -100МГП	162,2	12,4	81,1
ДТ-54, -54А, -55, -55А	108,9	11,5	54,5
МТЗ-5, -5К	87,6	7,2	43,8
МТЗ-5Л, -5М	94,6	7,2	47,3
МТЗ-5ЛС, -7ЛС, -5МС, -7МС	91,6	7,2	47,3
МТЗ-7Л, -7М	94,6	7,2	47,3
МТЗ-50ПЛ, -50, -52, -80	123,3	5,4	61,7
ДТ-75, Т-74	154,5	10,2	77,3
Т-40	88,4	5,5	44,2
Т-38М	84,6	8,0	42,3
Т-28	58,3	3,5	26,9

## 7.7. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Перевозка агрегатов, направляемых в ремонт или отремонтированных, должна обеспечить их сохранность. Для этой цели применяют подставки, контейнеры, поддоны. Для их крепления к автомобилям применяют винтовые стяжки.

В зависимости от массы агрегатов выбирают соответствующие грузоподъемные (табл. 7.11 — 7.14) и транспортные средства (табл. 7.15 — 7.17).

Для перевозки полнокомплектных машин при доставочно-обменном методе ремонта применяют прицепы- и полуприцепы-тяжеловозы (табл. 7.18).

Таблица 7.11

### Автокраны с жесткой подвеской и гидравлическим приводом

Показатели	КС-1571	КС-2571	КС-3562А	КС-3571	КС-4561А	КС-4571
Грузоподъемность, т:						
на выносных опорах	4,0	6,3	10,0	10,0	16,0	16,0
без выносных опор	1,0	2,0	2,5	2,5	4,4	3,7
Базовый автомобиль	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	МАЗ-500А	КрАЗ-257К	КрАЗ-375К
Наибольшая высота подъема крана, м	6,5	8,5	17,0	14,2	18,5	10,6
Длина телескопической стрелы, м:						
наименьшая	6,5	8,5	10,0	8,0	10,0	9,75
наибольшая	10,4	10,8	14,0	14,0	22,0	21,75
Скорость подъема/опускания, м/мин	0,3/16,0	0,2/12,5	0,2/10,0	0,2/10,0	1,33/15,2	0,2/8,4
Транспортная скорость, км/ч	80,0	85,0	75,0	75,0	50,0	70,0
Габаритные размеры, мм:						
длина	7 500	8 000	13 150	9 850	14 000	11 570
ширина	2 400	2 650	2 880	2 830	2 750	2 670
высота	2 800	3 100	3 800	3 300	3 955	3 350
Масса крана, т	7,3	9,5	14,3	15,5	21,8	24,3

## Автокраны с мягкой канатной подвеской и механическим приводом

Показатели	КС-1562А	КС-2561Д	КС-2561Е	МКА-6,3	КС-316А	МКА-10М	МКА-16
Грузоподъемность при наименьшем/наибольшем вылете стрелы, т: на выносных опорах без выноса опор	5/1,5 1/0,25	6,3/1,9 1/0,09	6,3/1,7 1,1/0,16	6,3/1,7 1/0,3	10/1,6 2,5/0,4	10/2,7 1,6/0,45	16/4,4 5/0,8
Базовый автомобиль	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	МАЗ-500А	МАЗ-500А	КРАЗ-257
Стрела		Выдвижная			Невыдвижная	Невыдвижная или выдвижная	Выдвижная
Длина стрелы, м	6	8	8	8,1	10	10	10
Вылет наибольший/наименьший м,	3,2/6	3,3/7	3,3/7	3,4/7	4/10	4/9	4,1/10
Максимальная высота подъема крюка, м	6	8	8	8,1	10	10	10,6
Скорость подъема (опускания) груза, м/с:							
наибольшая	0,21	0,18	0,22	0,26	0,21	0,35	0,22
наименьшая	0,006	0,02	0,016	0,04	0,008	0,07	0,083
Скорость изменения вылета, м/с	0,25	0,123	0,228	0,25	0,01—0,25	0,05—0,25	0,028—0,134
Транспортная скорость, км/ч	75	75	85	75	65	76,5	45
Габаритные размеры, мм:							
длина	8,35	10,6	10,6	0,25	13,15	13,45	14,3
ширина	2,45	2,6	2,5	2,6	2,88	3,07	2,7
высота	3,33	3,65	3,80	3,9	3,8	3,95	4
Масса крана, т	7,4	8,8	8,7	9,78	13,8	15,2	23,55

### Стреловые самоходные краны на пневмоколесном ходу

Показатели	МКП-16	КС-4362	МКП-25	КС-5303
Грузоподъемность, т: на выносных опорах без выносных опор	16,0—4,0 12,00—3,00	16,0—3,50 8,50—2,00	25,00—5,0 12,50—3,00	25,00—3,50 14,00—2,00
Двигатель силовой установки — дизель	СМД-14	СМД-14А	Д-108	ЯМЗ-М204А
Привод	Механический	Электрический		
Длина стрелы, м	10,0	12,5	12,5	15,0
Вылет » , м	4,1—10,0	3,8—10,0	3,8—12,5	4,5—13,8
Высота подъема крюка, м	10,5—6,0	12,1—8,5	12,0—7,0	14,0—8,0
Скорость подъема/опускания груза, м/мин	2,30/11,00	1,50/6,00	0,90/6,00	0,30/6,00
Скорость передвижения, км/ч:				
рабочая	5,0	2,0	2,0	2,0
транспортная	3,6—7,0	15,0	7,5	18,0
Габаритные размеры, мм:				
длина	14 500	16 500	19 500	14 100
ширина	3 200	3 120	3 200	3 370
высота	4 000	3 950	4 200	3 900
Масса крана, т	24,00	23,30	44,70	33,00

Таблица 7.14

### Автомобили-самопогрузчики

Показатели	4030П	4901	5912
Грузоподъемность, кг	500	610	1000
Базовый автомобиль	ЗИЛ-130, ЗИЛ-130Г	ЗИЛ-131	КрАЗ-255Б
Наибольший вылет крюка, м	3,6	5,0	5,0
Наибольшая высота подъема груза по крюку, м	5,7	7,3	7,0
Наибольшее опусание крюка, м	1,1	1,1	0,5
Угол поворота стрелы в плане, град	200	240—300	200—280
Габаритные размеры, мм:			
длина	6640	7200	9260
ширина	2540	2560	2750
высота	2850	3500	3470
Масса кранового оборудования, кг	820	995	2220

Таблица 7.15

## Грузовые автомобили

Марка автомобиля	Грузоподъемность, т	Наибольшая скорость, км/ч	Внутренние размеры платформы, мм			Погрузочная высота, мм
			длина	ширина	высота кузова	
УАЗ-452Д	0,8	95	2600	1870	420	1005
УАЗ-451ДМ	1,0	100	2600	1870	420	1010
ГАЗ-66-01	2,0	95	3313	2050	890	1110
ГАЗ-51А	2,5	70	3070	2070	610	1200
ГАЗ-52-04	2,5	70	3070	2070	610	1210
ГАЗ-53А	4,0	85	3740	2170	680	1350
Урал-375Д	4,5	75	3900	2430	887	1420
ЗИЛ-130	5,0	90	3752	2326	685	1430
ЗИЛ-130Г	5,0	90	4686	2326	575	1425
ЗИЛ-131	5,0	80	3600	2322	346	1430
Урал-4320	5,0	85	3900	2378	885	1420
ЗИЛ-130-76	6,0	90	3752	2326	575	1450
ЗИЛ-130Г-76	6,0	90	4686	2326	575	1450
Урал-375Н	7,0	75	4500	2326	715	1530
МАЗ-500	7,5	75	4860	2352	605	1500
Урал-377Н	7,5	75	4500	2326	715	1600
КрАЗ-255Б	7,5	71	4565	2500	355	1600
КамАЗ-53212	10	80	6100	2320	500	1370
КамАЗ-5320	8,0	80	5200	2320	500	1370
МАЗ-5335	8,0	85	4965	2360	685	1450
ЗИЛ-130Г2	10,0	80	6100	2328	575	1410
КрАЗ-257Б1	12,0	68	5770	2480	824	1495
МАЗ-516Б	14,5	85	6260	2366	685	1415
МАЗ-7310	20,0	60	7222	2848	707	1850

Таблица 7.16

## Седельные автомобили-тягачи

Марка автомобиля	Масса буксируемого полуприцепа, т	Наибольшая скорость, км/ч	Марка автомобиля	Масса буксируемого полуприцепа, т	Наибольшая скорость, км/ч
ГАЗ-52-06	6,0	60	Урал-377С	18,5	65
ЗИЛ-157КДВ	11,15	65	КамАЗ-5410	19,1	80
ЗИЛ-131В	12,0	85	МАЗ-5430	23,95	75
Урал-357С-К1	12,0	65	МАЗ-504В	25,7	85
ЗИЛ-130В1-76	14,4	80	КамАЗ-5412	26,0	80
КАЗ-608В	15,5	75	КрАЗ-258Б1	30,0	60
			МАЗ-537	65	60
МАЗ-5429	17,75	85	КрАЗ-230В	27,5	75
Урал-375СН	18,4	65	МАЗ-6422	38,7	80
КрАЗ-255В	26,0	62			

Таблица 7.17

## Автомобильные прицепы и полуприцепы

Марка прицепа	Основной тяговый автомобиль	Грузоподъемность, т	Внутренние размеры платформы, мм			Погрузочная высота, мм
			длина	ширина	высота	
<i>Прицепы</i>						
710В	ГАЗ-53А	2,0	3700	2700	555	1980
ИАПЗ-754В	ЗИЛ-130	4,0	3848	2207	595	1270
810(2-ПН-4)	Урал-375Д	4,0	4210	2185	595	850
ГКБ-817	ЗИЛ-130-76	5,5	4700	2350	572	1300
ГКБ-8350	КамАЗ-5320	8,0	6100	2317	500	1300
МАЗ-8926	КрАЗ-255Б,	8,0	5500	2365	685	1440
	МАЗ-500					
8352	КамАЗ-53212	10,0	5100	2320	500	1873
<i>Полуприцепы</i>						
ОдАЗ-885	ЗИЛ-130В1-76,	7,5	6080	2220	590	1400
	КАЗ-608В					
КАЗ-717	КАЗ-608В	11,5	7500	2240	590	1390
МАЗ-5245	МАЗ-504А	14,0	7875	2322	740	1585
ОдАЗ-9370	КамАЗ-5410	14,2	9180	2320	560	1470

Таблица 7.18

## Прицепы и полуприцепы-тяжеловозы

Марка прицепа или полуприцепа	Основной тяговый автомобиль	Грузоподъемность, т	Наибольшая скорость автопоезда, км/ч, на дорогах		Внутренние размеры платформы, мм		Ширина въездных трапов, мм	Погрузочная высота, мм
			грунтовых	с твердым покрытием	длина	ширина		
<i>Прицепы</i>								
ЧМЗАП-5524П	МАЗ-500,	23,8	25	68	9800	2870	—	1093
	КрАЗ-255Б1							
ЧМЗАП-5524АП	»	23,85	25	68	9800	2870	—	1093
ЧМЗАП-8386	КрАЗ-258,	40,0	—	60	8210	3150	400	1260
	-260, МАЗ-537А							
ЧМЗАП-5208	То же	40,0	—	40	4860	3200	400	1260
ЧМЗАП-5212	Колесный тя-	60,0	—	32	5500	3300	400	1120
	гач							
ЧМЗАП-5530	»	120,0	—	25	9000	3238	400	500
<i>Полуприцепы</i>								
ЧМЗАП-5523А	КрАЗ-258	25,0	25	70	6765	3000	—	1200
ЧМЗАП-9399	КрАЗ-258Б1	25,0	—	40	8500	3150	—	1250
						4800		
ЧМЗАП-5524П	КрАЗ-258Б1	25,6	25	63	9800	2870	—	1093
ЧМЗАП-5524АП	КрАЗ-258Б1	25,63	25	63	9800	2870	—	1093
ЧМЗАП-9990	МАЗ-537Г	52,0	20	60	8960	2180	400	1260

## **ОХРАНА ТРУДА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И АГРЕГАТНОМ МЕТОДЕ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ МАШИН**

### **8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

При агрегатном ремонте дорожных машин выполняется комплекс технологических операций по демонтажнo-монтажным работам с применением грузоподъемных машин, станочного оборудования, слесарно-монтажных и режущих инструментов, а также электро-, газосварочные, транспортные и другие работы. На этих работах заняты рабочие различной квалификации под руководством инженерно-технических работников. От их знания, соблюдения правил охраны труда и техники безопасности, а также необходимого контроля со стороны инженерно-технических работников зависит обеспечение безопасности производства всех работ, связанных с ремонтом машин.

На работы, выполняемые при агрегатном ремонте дорожных машин, распространяются действующие «Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог»<sup>1</sup>. По этим Правилам работники, занятые ремонтом дорожных машин (линейный инженерно-технический персонал, мастер, производитель работ, старший производитель работ, участковый механик, энергетик или другие инженерно-технические работники по списку, утвержденному главным инженером или руководителем дорожной организации), должны ежегодно проходить проверку знаний правил охраны труда и техники безопасности. При неудовлетворительном знании этих правил указанный персонал к руководству ремонтными работами не допускается. Проверка знаний оформляется в протоколе комиссии, утвержденной приказом дорожной организации с последующей выдачей удостоверений.

Руководство охраной труда и ответственность за ее состояние в линейных управлениях строительства, строительных и строительно-монтажных трестах, управлениях по ремонту и содержанию автомобильных дорог возлагается на начальников, управляющих и главных инженеров, а также на главных механиков и энергетиков этих организаций.

Осуществление мероприятий по охране труда и ответственность за их выполнение в полном объеме и в установленные сроки в строительных управлениях, дорожно- и мостостроительных районах, на дорожных, дорожно- и мостостроительных участках, в производственных управлениях (автодорах), на производственных базах и заводах, подчиненных линейным и территориальным дорожным

---

<sup>1</sup> Утверждены Минтрансстроем СССР и Минавтодором РСФСР, согласованы с Президиумом ЦК профсоюза рабочих автомобильного транспорта и шоссейных дорог, 1977 (М.: Транспорт, 1979, 175 с.).

организациям, возлагается на начальников, главных инженеров, главных механиков и энергетиков этих производственных дорожных организаций.

Непосредственными исполнителями мероприятий по охране труда и ответственными за их выполнение являются производители и старшие производители работ, строительные и дорожные мастера, начальники дорожно-ремонтных пунктов, линейные механики и энергетика, мастера цехов производственных баз и заводов, обслуживающих дорожное хозяйство.

Главные механики и энергетика территориальных и линейных дорожных организаций должны осуществлять:

надзор за проведением мероприятий по технике безопасности при монтаже, демонтаже, ремонте, техническом обслуживании и эксплуатации машин, оборудования, механизированного инструмента, энергетических установок и оборудования, работающего под давлением;

своевременное освидетельствование грузоподъемных машин и объектов Госгортехнадзора, выполнение предписаний инженеров-контролеров этих органов;

испытание грузоподъемных машин и устройств, не подлежащих освидетельствованию в органах Госгортехнадзора, а также тросов, чалочных и других приспособлений в соответствии с государственными стандартами и правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

инструктаж и обучение рабочих правилам безопасной эксплуатации машин, оборудования и энергетических установок;

разработку и составление инструкций по технике безопасности и производственной санитарии применительно к местным условиям;

участие в комиссиях по приемке и вводу в эксплуатацию вновь построенных и реконструированных асфальто- и цементобетонных заводов, камнедробильных баз, ремонта механических мастерских (цехов) и других объектов.

систематическую проверку заземляющих устройств машин и оборудования на сопротивление.

На производителей работ, мастеров, линейных механиков и других непосредственных исполнителей мероприятий по охране труда в цехах, на производственных базах и заводах, обслуживающих дорожное хозяйство, в пределах порученных им объектов возлагается:

первичный (при поступлении на работу) и повторные инструктажи на рабочем месте, а также повседневный инструктаж и обучение рабочих безопасным методам и приемам работы;

выбор правильных, безопасных методов работ и контроль за их соблюдением всеми рабочими;

обеспечение рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, контроль за правильным их использованием;

освещение в темное время суток и при плохой видимости рабочих площадок и рабочих мест;

обеспечение рабочих мест предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по технике безопасности.

На линейных механиков и энергетиков в пределах порученных им участков возлагается:

ответственность и систематический надзор за выполнением рабочих правил техники безопасности при эксплуатации и ремонте дорожных машин и подъемных приспособлений, электрооборудования, механизированного и ручного инструмента;

регулярный технический осмотр машин и оборудования с целью определения их технической исправности и соблюдения сроков планово-предупредительных ремонтов;

надзор за исправностью силовых и осветительных электропроводок, проверка заземления машин, оборудования, электрифицированного инструмента и электрооборудования;

надзор за наличием и исправностью ограждений, движущихся частей, механизмов и электропусковых устройств (рубильников и т. п.);

инструктаж и обучение рабочих, занятых на обслуживании машин, механизмов и оборудования безопасным методам и приемам работы, а также обеспечение рабочих мест предупредительными надписями, плакатами и инструкциями по технике безопасности и производственной санитарии.

К агрегатному ремонту дорожных машин допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие соответствующую квалификацию, знания правил безопасного ведения работ и удостоверение на право их производства. Они должны быть обучены по программе техминимума соответствующей специальности.

Вновь поступающие рабочие могут быть допущены к работе после прохождения ими медицинского осмотра, вводного (общего) инструктажа по технике безопасности и производственной санитарии, инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте, который должен производиться при каждом переходе на другую работу или при изменении условий работы. Рабочие, входящие в состав бригад и по агрегатному ремонту, должны быть проинструктированы и обучены безопасным приемам по всем видам ремонтных работ, выполняемым ими. Повторный инструктаж должен производиться для всех рабочих не реже 1 раза в 3 мес.

Проведение инструктажа регистрируется в специальном журнале. Кроме инструктажа, необходимо не позднее 3 мес со дня поступления рабочих на ремонт дорожной техники обучить их безопасным методам и приемам ремонтных работ по программе, утвержденной главным инженером дорожной организации.

После окончания обучения и в дальнейшем ежегодно должны быть обеспечены проверка знаний рабочими-ремонтниками указанных в программе методов и приемов работ, а также документальное оформление проверки знания с выдачей удостоверений.

Рабочие, обслуживающие машины, оборудование, объекты и установки, подконтрольные Госгортехнадзору СССР или Госэнерго-

надзору СССР обучаются и допускаются к работе в соответствии с правилами Госгортехнадзора СССР и Госэнергонадзора СССР.

Все работы по агрегатному ремонту должны выполняться под руководством механика, мастера или другого лица, уполномоченного руководством дорожной организации на их производство.

## **8.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РАБОЧЕМУ МЕСТУ**

Агрегатный ремонт в дорожных организациях выполняется в основном в полевых условиях, на участках производства дорожных работ.

Площадка, на которой ведутся демонтажно-монтажные работы, должна быть ровной, горизонтальной, иметь твердое покрытие и **свободные проходы**. При производстве работ необходима полная видимость, а в темное время достаточная освещенность, а также слышимость по всей монтажной зоне согласно действующим нормам.

Над монтажной зоной не допускается расположение электрических проводов в связи с работой грузоподъемных кранов. Подвеска светильников или прожекторов должна обеспечивать равномерное освещение рабочих мест. При необходимости следует в отдельных случаях пользоваться электрическими переносными лампами (с защитной сеткой и исправным шнуром и резиновым шлангом), напряжением не свыше 36 В, а в местах повышенной опасности — не выше 12 В.

Места производства работ оборудуют аптечкой с комплектом необходимых медикаментов, у рабочих мест вывешивают предупредительные надписи и плакаты по технике безопасности.

Дорожные машины, направляемые для агрегатного ремонта, должны быть очищены от грязи и пыли. Запрещается проводить какие-либо ремонтные работы с работающим двигателем дорожной машины, кроме случаев регулировки двигателей и опробования тормозов.

Приступая к замене соответствующих агрегатов, необходимо обеспечить устойчивое положение машины, предотвратить ее самопроизвольное перемещение. Для этого прицепную машину (скрепер, грейдер, каток и др.) следует отцепить от тягача, затормозить и уложить подкладки (башмаки) под гусеницы или колеса. При этом навесные рабочие органы (отвалы бульдозера или автогрейдера) необходимо опустить в крайнее нижнее положение, установить на подкладки или специальные подпорки.

На дорожных машинах, имеющих электропривод (дробильные установки, асфальтосмесители или др.), должны быть приняты меры, предотвращающие подачу электроэнергии на электродвигатели. На пусковых установках таких машин вывешивают плакаты «Не включать — работают люди». При этом удаляют плавкие вставки предохранителей в цепи электродвигателей. Ключ от машины должен находиться у машиниста данной машины, принимающего участие в ее агрегатном ремонте.

У карбюраторных двигателей дорожных машин выключают зажигание, у дизельных двигателей — топливоподачу. Органы механического управления должны быть выключены. На пусковом двигателе дизельных двигателей автогрейдеров, бульдозеров или других машин и установок с дизельным двигателем, пуск которых осуществляется от пусковых двигателей, необходимо вывесить табличку с надписью «Двигатель не включать — работают люди».

Подставки, применяемые для вывешивания и установки дорожных машин (козелки, шпальные клетки), должны быть прочными. Запрещается применять для этих целей предметы, не обладающие необходимой прочностью, — бочки, кирпичи и др. При замене агрегатов у бульдозеров, автогрейдеров или экскаваторов запрещается находиться под рабочими органами машины, поднятыми или удерживаемыми ростом или гидравлическими механизмами.

При монтаже и демонтаже агрегатов экскаваторов необходимо, кроме автокранов или других грузоподъемных устройств, иметь необходимое количество шпал, используемых для устройства клеток, на которые укладывают отдельные составные части — стрелу, поворотную платформу и др. При необходимости выполнять работы по креплению на высоте разрешается применять лестницы-стремянки вместо приставных лестниц. Находиться под подмостями и лестницами, с которых ведут демонтажно-монтажные работы, запрещается.

Перед снятием двигателей для их замены, радиаторов, топливных баков или устройств, связанных с системой питания, охлаждения или смазки, необходимо слить воду, топливо или смазочные масла в отдельные емкости.

При сборке агрегатов для совпадения отверстий соединяемых составных частей следует использовать специальные ломтики или монтажные крючки, а также съёмники и ключи.

После завершения работы по установке исправных агрегатов взамен демонтированных, требующих ремонта, необходимо: убрать посторонние детали, инструменты с поверхности и внутри машины; проверить наличие и прочность защитных устройств и ограждений; смазать и отрегулировать движущиеся части; проверить исправность предохранительных и контрольно-измерительных приборов; проверить правильность сборки машины путем проветривания ее движущихся частей на полный цикл движения механизмов; осуществить пуск двигателей посредством стартера или пускового двигателя; испытать машину на холостом ходу и под нагрузкой.

### **8.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГРУЗОПОДЪЕМНЫМ МАШИНАМ**

Для подъема и перемещения снимаемых агрегатов и составных частей большой массы в мастерских необходимо применять катушечные балки, настенные консольные краны, передвижные краны на тележках. В полевых условиях для этих целей применяют грузоподъемные краны. Крупногабаритные агрегаты необходимо перемещать по заранее разработанной схеме. Грузоподъемность крана

выбирают в соответствии с массой демонтируемого агрегата с учетом установки крана на выносных опорах и соответствующим вылетом стрелы. При подъеме агрегатов запрещается превышать паспортную грузоподъемность подъемного механизма, канатов, стропов и траверс.

Основные показатели грузоподъемных кранов, применяемых для демонтажнo-монтажных работ при агрегатном методе ремонта дорожных машин, приведены в п. 7.5.

Работы, выполняемые грузоподъемными кранами, могут вестись под непосредственным руководством механика или мастера, прошедшего обучение, сдавшего в установленном порядке экзамен и имеющего удостоверение на знание «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Проверка знаний по этим Правилам для ИТР со сдачей соответствующих экзаменов должна проводиться 1 раз в 3 года, а машинистов грузоподъемных кранов — ежегодно.

Стропальщики, такелажники, принимающие участие в демонтажнo-монтажных работах, должны быть обучены по специальной программе и иметь соответствующие удостоверения.

Разгружаемые агрегаты и их составные части, поступающие на железнодорожных платформах или грузовых автомобилях, необходимо размещать на месте производства агрегатного ремонта в технологической последовательности установки взамен неисправных. Демонтажнo-монтажные работы следует выполнять по маршрутно-технологическим картам, с которыми должны быть ознакомлены все лица, принимающие участие в этих работах — механики, руководящие ремонтом, машинисты грузоподъемных кранов и такелажники.

Демонтажные, монтажные и разгрузочные работы запрещается производить на открытом воздухе при сильном ветре (более 6 баллов), гололедице, снегопаде и дожде. Для строповки агрегатов дорожных машин следует применять полуавтоматические стропы, стропы с замком или другие виды стропов, конструкции которых позволяют производить расстроповку с рабочего места.

Стропы и чалочные цепи перед использованием осматривают и по бирке проверяют, когда они прошли испытания. Не реже 1 раза в полгода стропы и чалочные цепи необходимо подвергать испытанию нагрузкой, в 2 раза превышающей рабочую. Грузоподъемность стропов и дату испытания указывают на специальных бирках, которые к ним прикреплены. Кроме периодических испытаний, стропы и чалочные цепи необходимо осматривать регулярно и в случае обнаружения дефектов снимать с эксплуатации.

#### **8.4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

Погрузка и разгрузка дорожных машин большой массы (экскаваторы, асфальтоукладчики и др.) и их агрегатов для перевозки, связанной с ремонтом или с передислокацией, как правило, долж-

ны осуществляться в дневное время, а в исключительных случаях, вызванных производственной необходимостью, — при хорошем электрическом освещении.

При этом запрещается производить погрузку на прицепы-тягеловозом (трейлеры) и разгрузку с них экскаваторов, кранов на гусеничном ходу под проводами действующих линий электропередачи любого напряжения.

В случае отсутствия другого подходящего места погрузочно-разгрузочные работы допускается производить вблизи действующих линий электропередачи, если расстояние по воздуху от подвешенной или выдвинутой части машины, а также поднимаемого агрегата в любом их положении не превышает расстояний:

Напряжение ЛЭП, кВ	1	1—20	35—100	150—220	330	500
Расстояние, м	1,5	2	4	5	6	9

Площадка для погрузочно-разгрузочных работ перед установкой на псе трейлера и грузовых автомобилей должна быть спланирована, выровнена и очищена от дорожно-строительных материалов, железобетонных конструкций или других предметов, мешающих безопасной погрузке машины или ее агрегата.

Перед погрузкой самоходных машин лицо, ответственное за ее выполнение, должно убедиться в исправности трейлера, въездных трапов или устойчивости настилов. Шпальные клетки следует устанавливать вплотную к трейлеру и скреплять между собой скобами. Клетки (пандусы) необходимо укладывать с таким углом, который не превышал бы предельно допустимого уклона, соответствовал паспортным данным погружаемой дорожной машины и обеспечивал безопасный въезд на трейлер.

Управлять дорожной машиной во время въезда на трейлер должен машинист, за которыми закреплена данная машина, а в его отсутствие — сменный машинист, который допускается к этой работе только по разрешению сменного механика. Целесообразно в целях обеспечения безопасности оборудовать трейлер лебедкой, приводимой в действие через редуктор от коробки отбора мощности. Посредством такой лебедки машина поддерживается при въезде по трапам на трейлер и удерживается до полного въезда и крепления на трейлере.

Выбор зависит от массы и размера дорожной машины, а также дорожных условий.

#### **8.5. НОРМЫ ВЫДАЧИ СПЕЦОДЕЖДЫ, СПЕЦБУВИ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Спецодежда и спецобувь предназначены для предохранения рабочих от загрязнения на работах с повышенным выделением пыли, для защиты от поражения электрическим током, а также для предохранения тела от переохлаждения при продолжительной работе на открытом воздухе в зимнее время. Рабочим запрещается

работать без спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений, предусмотренных соответствующими нормами.

Спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления выдаются рабочим за счет организаций. Они являются собственностью организации и выдаются рабочим на время выполнения работ. При увольнении или переводе на другую работу, а также по окончании сроков носки, спецодежда и спецобувь должны быть возвращены на предприятие, где они были получены.

Администрация обязана заменять спецодежду или спецобувь, пришедшую в негодность не по вине рабочего, до истечения срока носки, установленного нормами выдачи. Такая замена осуществляется по акту, составленному администрацией и местным комитетом профсоюза.

В табл. 8.1, приведены типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений рабочим, занятым на агрегатном ремонте, и сроки ее носки.

Таблица 8.1

**Нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты рабочим при техническом обслуживании и ремонте дорожных машин**

Профессия	Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты	Сроки носки, мес
Машинисты крана (крановщики)	Комбинезон хлопчатобумажный Галоши диэлектрические Перчатки диэлектрические	12 Дежурные »
	<i>На наружных работах зимой дополнительно</i>	
	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке Валенки	По поясам То же »
	Машинисты передвижной электростанции	12 Дежурные » 3
Газосварщики	Комбинезон хлопчатобумажный Галоши резиновые Перчатки резиновые Рукавицы комбинированные	12 Дежурные » 3
	<i>Зимой дополнительно</i>	
	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке Валенки	По поясам То же »
	Костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой или костюм для сварщика Ботинки кожаные с жестким подноском Рукавицы брезентовые	12 12 1

Профессии	Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты	Сроки носки, мес
Машинисты передвижных электросварочных агрегатов с двигателем внутреннего сгорания	<i>На наружных работах зимой дополнительно</i>	
	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке	По поясам
	Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке	То же
	Валенки	»
	Комбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Ботинки кожаные	12
	<i>Постоянно занятым на наружных работах зимой дополнительно</i>	
	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке	По поясам
	Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке	То же
Валенки	»	
Слесари строительные (при выполнении работ на строительной площадке)	<i>Постоянно занятым на работах по ремонту строительных машин и механизмов</i>	
	Комбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Ботинки кожаные с металлическим подноском	12
	<i>На наружных работах зимой дополнительно</i>	
Машинисты автомобильных краиов	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке	По поясам
	Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке	То же
	Валенки	»
	Полукомбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	3
Электрослесари (строительные)	<i>На наружных работах зимой дополнительно</i>	
	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке	По поясам
	Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке	То же
	Валенки	»
	Комбинезон хлопчатобумажный	12
Машинисты автовышек	Рукавицы комбинированные	3
	Полукомбинезон, хлопчатобумажный	12
Машинисты автовышек	Рукавицы комбинированные	3
	<i>Дополнительно</i>	
	Ботинки кожаные	12

Профессии	Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты	Сроки носки, мес
Электросварщики ручной сварки	Костюм брезентовый или костюм для сварщика Ботинки кожаные Рукавицы брезентовые <i>На наружных работах зимой дополнительно</i>	12 12 2
Водители автомобилей: при управлении грузовым и специальным автомобилем, автокраном и тягачом	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке Валенки Комбинезон хлопчатобумажный Рукавницы комбинированные двупалые <i>Дополнительно</i> Полушубок (в особом, IV, III и II поясах) Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Брюки хлопчатобумажные Валенки	По поясам По поясам То же 12 6 60
при управлении автокраном с отопляемой кабиной в III, II и I поясах на наружных работах зимой дополнительно при работе с этилированным бензином дополнительно	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке Валенки (в III поясе) Фартук резиновый с нагрудником Перчатки резиновые Нарукавники хлорвиниловые	По поясам То же Дежурные
Водители мототранспортных средств, погрузчиков, трактористы: при управлении погрузчиками, автотранспортными средствами и трактором с отопляемой кабиной	Комбинезон хлопчатобумажный Рукавницы комбинированные двупалые <i>Зимой дополнительно</i>	12 6
при управлении мототранспортными средствами, погрузчиком, трактором со всеми видами сцепных механизмов без кабины и с неотапливаемыми кабинами	Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке Валенки Комбинезон хлопчатобумажный Рукавницы комбинированные двупалые	По поясам То же 12 6

Профессии	Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты	Сроки носки, мес
<p>Слесари по ремонту автомобилей:</p> <p>при выполнении работ по разборке двигателей, транспортировке, переноске и промывке деталей двигателей или изделий в цехах и мастерских при работе с этилированным бензином</p> <p>при выполнении работ по разработке, ремонту и техническому обслуживанию автомобилей и агрегатов</p> <p>то же, при работе с этилированным бензином дополнительно</p> <p>при выполнении работы по ремонту электрооборудования, карбюраторов и их регулировке</p> <p>то же, при работе с этилированным бензином дополнительно</p>	<p>Костюм хлопчатобумажный</p> <p>Фартук резиновый</p> <p>Сапоги резиновые</p> <p>Перчатки резиновые</p>	<p>12</p> <p>Дежурный</p> <p>»</p> <p>12</p> <p>12</p> <p>3</p>
	<p>Фартук прорезиненный</p> <p>Перчатки резиновые</p>	<p>6</p> <p>6</p>
	<p><i>На наружных работах зимой дополнительно</i></p>	
	<p>Куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке</p> <p>Брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке</p>	<p>По поясам</p> <p>То же</p>
	<p>Нарукавники хлопчатобумажные</p>	<p>6</p>
	<p>Фартук резиновый</p> <p>Перчатки резиновые</p>	<p>12</p> <p>12</p>

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейцман М. И., Егозов В. П. Краткий справочник строителя автомобильных дорог. — М.: Транспорт, 1979. 248 с.
2. Волков Д. П., Николаев С. Н. Надежность строительных машин и оборудования. — М.: Высшая школа, 1979. 388 с.
3. Выбор оптимальной номенклатуры показателей качества изделий промышленной продукции: Методика оценки уровня качества/ВНИИНмаш. — М., 1974, 49 с.
4. Гнеденко Б. В., Беляев Б. К., Соловьев А. Д. Математические методы и теория надежности. — М.: Наука, 1965. 345 с.
5. Говорущенко Н. Я. Расчет запасных частей машин при внезапных отказах. — Строительные и дорожные машины. 1977. № 5.
6. ГОСТ 13377—75. Надежность в технике. Термины и определения. — Взамен ГОСТ 13377—67, ГОСТ 16503—70. Введ. 01.01.76. Группа ТОО.
7. ГОСТ 17108—79. Гидропривод объемный. Методы измерений параметров. — Взамен ГОСТ 17108—75. Введ. 01.01.79; Срок действия до 01.01.85 — 7 с. Группа Г19.
8. ГОСТ 18322—78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. — Взамен ГОСТ 18322—73; Введ. 01.01.79. 8 с. Группа ТОО.
9. ГОСТ 19504—74. Система технического обслуживания и ремонта техники. Порядок сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта. Общие требования. Введ. 01.01.75; Срок действия до 01.01.85. — Переизд. Ноябрь. 1980 с изм. № 1. — 9 с. Группа Т51.
10. ГОСТ 20793—81. Тракторы сельскохозяйственные. Правила технического обслуживания. Введ. 01.01.76; Срок действия до 01.01.87. Группа Т52.
11. ГОСТ 20911—75. Техническая диагностика. Основные термины и определения. — Введ. 01.01.76. — 9 с. Группа Т00.
12. ГОСТ 23435—79. Техническая диагностика. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Номенклатура диагностических параметров. Введ. 01.01.80. — 7 с. Группа Д20.
13. ГОСТ 24406—80. Система технического обслуживания и ремонта строительных машин. Одноковшовые экскаваторы и их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выдаваемые из капитального ремонта. Введ. 01.01.81; Срок действия до 01.01.85. — 8 с. Группа Т51.
14. ГОСТ 24407—80. Система технического обслуживания и ремонта строительных машин. Стреловые краны и их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выдаваемые из капитального ремонта. Введ. 01.01.81; Срок действия до 01.01.85. — 8 с. Группа Т51.
15. ГОСТ 24408—80. Система технического обслуживания и ремонта строительных машин. Правила сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта машин и их составных частей. Введ. 01.01.81. Срок действия до 01.01.85. — 9 с. Группа Т51.
16. ГОСТ 25044—81. Техническая диагностика. Диагностирование автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных, строительных и дорожных машин. Основные положения. Введ. 01.01.83. Группа Т59.
17. Доставочно-обменный метод капитального ремонта строительно-дорожных машин/В. С. Смирлов, Л. Б. Хайкис, Е. И. Завадский и др. ЦБНТИ ЦНИИОМТП. — М.: Стройиздат, 1978. 23 с.

<b>Глава 7. Передвижные средства, применяемые при техническом обслуживании и агрегатном ремонте. Заправка и смазка машин</b>	<b>142</b>
7.1. Общие сведения	142
7.2. Передвижные ремонтные мастерские	143
7.3. Диагностические мастерские и установки	147
7.4. Самоходные монтажные летучки	148
7.5. Агрегаты для технического обслуживания и заправки машин	151
7.6. Топливо и смазочные масла, применяемые для заправки дорожных машин	154
7.7. Погрузочно-разгрузочные и транспортные средства	157
<b>Глава 8. Охрана труда при техническом обслуживании и агрегатном методе ремонта дорожных машин</b>	<b>162</b>
8.1. Общие положения	162
8.2. Требования, предъявляемые к рабочему месту	165
8.3. Требования, предъявляемые к грузоподъемным машинам	166
8.4. Техника безопасности при перевозке дорожных машин и агрегатов	167
8.5. Нормы выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений	168
<b>Список литературы</b>	<b>173</b>

**Николай Александрович Беспалов,  
Николай Алексеевич Билякович,  
Борис Владимирович Шелюбский,  
Георгий Дмитриевич Романюк**

### **АГРЕГАТНЫЙ РЕМОНТ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

Обложка художника Н. Н. Аникушина  
Технический редактор Т. А. Захарова  
Корректор-вычитчик С. Н. Пафонова  
Корректор Н. В. Каткова  
ИБ № 2043

Сдано в набор 06.04.84 г. Подписано в печать 14.08.84 г. Т-17811.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать.  
Усл. печ. л. 11,0. Усл. кр.-отт. 11,25. Уч.-изд. л. 13,3. Тираж 12 000 экз.  
Заказ 405. Цена 65 коп. Изд. № 1-3-1/15 № 1084.

Ордена «Знак Почета» издательство «ТРАНСПОРТ», 107174, Москва,  
Басманный туп., 6а

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.

65 год.

