

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ДОРОЖНЫХ МАШИН,
АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ**



МОДЕРНИЗОВАННОЕ
МАСТЕРСТВО

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ДОРОЖНЫХ МАШИН, АВТОМОБИЛЕЙ
И ТРАКТОРОВ**

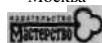
Учебник

Под редакцией Е.С.ЛОКШИНА

Допущено

*Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов образовательных
учреждений среднего профессионального образования, обучающихся
по специальности 1706 «Эксплуатация и ремонт
подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин
и оборудования (по отраслям)»*

Москва



2002

УДК 625.08
ББК 39.311-06-5
Э41

Федеральная целевая программа книгоиздания России

Рецензент -

президент Фонда «Развитие технологий Севера»,
вице-президент Российской инженерной академии, академик,
Заслуженный деятель науки России, д.т.н., проф. *И.К.Растегаев*

Э41 **Эксплуатация** и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник для сред. проф. образования / С.Ф.Головин, В.М.Коншин, А.В.Рубайлов и др.; Под ред. Е.С.Локшина. - М.: Мастерство, 2002. -464 с.

ISBN 5-294-00066-0

Изложены основы обеспечения эффективной эксплуатации дорожных машин, автомобилей и тракторов. Рассмотрены правила эксплуатации и эксплуатационная документация; вопросы нормирования и хранения эксплуатационных материалов, планирования и организации технического обслуживания и ремонта; основы технической диагностики, а также проектирование и реконструкция производственной базы, особенности эксплуатации грузоподъемного и энергетического оборудования, основы автоматизации производственных процессов и новые формы обслуживания машин.

Для студентов средних профессиональных учебных заведений. Может быть полезен студентам высших учебных заведений и механикам эксплуатационных предприятий.

УДК 625.08
ББК 39.311-06-5

ISBN 5-294-00066-0

© Коллектив авторов, 2002
© Издательство «Мастерство», 2002

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация машин как прикладная техническая дисциплина формировалась и развивалась по мере становления и развития механизации технологических процессов во всех областях человеческой деятельности.

В течение XX в. процесс механизации строительства прошел путь от применения примитивных лопаты, кирки и тачки к использованию сложнейших механизированных, автоматизированных и роботизированных комплексов. При этом целью эксплуатации всегда являлось эффективное использование средств механизации и обеспечение их работоспособного состояния при минимальных затратах.

Основы теории и практики эксплуатации дорожных машин, автомобилей и тракторов закладывались в конце 30-х гг. XX в. На первом этапе наблюдение за рабочими процессами определяло совершенствование рабочих органов, силовых установок, приводов, трансмиссий и ходового оборудования с целью обеспечения рациональных режимов работы средств механизации. Тогда же были сформулированы принципы обеспечения их работоспособности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Бурное строительство в 50-е гг. XX в. путей сообщения в СССР, в том числе автомобильных дорог, определило развитие механизации строительства. Появление разнообразных дорожных машин, автомобилей и тракторов и создание эксплуатационных предприятий обусловили необходимость разработки и развития прогрессивных методов использования машин по мощности и времени.

В 70-80 гг. XX в. определились различные направления по изучению и выработке практических рекомендаций, способствующие оптимизации показателей эксплуатационных свойств, заложенных при проектировании, материализованных в производстве и реализованных при эксплуатации машин, и были разработаны принципы определения областей рационального применения и управления механизированными звеньями, отрядами и парками машин.

В это же время появились исследования и практические методы оптимизации ресурса машин, обеспечения их долговечности на основе использования новых конструкционных и эксплуатационных материалов, а также новые технико-экономические подходы обеспечения ремонтпригодности и сохраняемости машин.

К настоящему времени сформировались различные системы технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (Р), среди

которых можно выделить две основные: планово-предупредительную (ППР) и систему ТО и Р по потребности, основанные на использовании технического диагностирования, с помощью которого определяют состояние машины в данный момент и дают рекомендации по объему и времени обязательных технических воздействий, необходимых для поддержания машины в оптимальном техническом состоянии. Таким образом, возникли предпосылки развития системы управления техническим состоянием машин в эксплуатации.

Переход страны к рыночной экономике определил возникновение новых правил обслуживания, понятий и терминов. Например, под термином «фирменное обслуживание» подразумевается сопровождение выпущенной машины фирмой-изготовителем на всех этапах ее существования, т.е. осуществление предпродажной подготовки, продажи, гарантийного и послегарантийного обслуживания вплоть до утилизации.

В отличие от распределительной системы рыночная экономика нуждается в создании сети региональных дилеров и дистрибьюторов для обеспечения основной функции маркетинга - продвижения продукции в регионы конкретным потребителям. Конкуренция между фирмами-изготовителями привела к развитию технического сервиса, поскольку «коммерсант продает только первую машину, а все остальные продает сервис первой». Развитие разнообразных технических и организационных форм сервиса способствует повышению качества эксплуатации машин.

Современные дорожные, строительные и коммунальные машины, большегрузные автомобили и мощные тракторы стоят дорого, поэтому ведущие фирмы-изготовители и некоторые специализированные фирмы развивают систему лизинга машин. Действующий в России закон «О лизинге» объясняет это понятие как «вид инвестиционной деятельности по приобретению имущества и передаче его на основании договора лизинга физическим или юридическим лицам за определенную плату, на определенный срок и на определенных условиях, обусловленных договором, с правом выкупа имущества лизинга покупателем».

Несомненно, огромное значение имеет качество машины. Чтобы выбрать лучшее средство механизации для заданных условий эксплуатации, необходимо знать важнейшие показатели качества, соответствующие этим условиям, и уметь определять их значения.

В 1999 г. Правительство Российской Федерации утвердило государственную концепцию создания и развития сети автомобильных дорог в стране и предложило всем структурным подразделениям Федеральной дорожной службы (Государственной службе дорожного хозяйства Минтранса России) и территориальным органам управления дорожным хозяйством руководствоваться ее основными поло-

жениями при разработке национальной программы совершенствования и развития автомобильных дорог на период до 2010 года «Дороги России XXI века».

Сложность и многогранность дорожной отрасли обуславливают необходимость применения системного подхода и использования программных методов при решении ее проблем. Реформирование экономики и социальной сферы в России обусловило необходимость развития сети автомобильных дорог и согласование темпов ее развития с интенсивным ростом автомобилизации населения, а также коренное изменение технического уровня опорной сети дорог, формирование новых и развитие традиционных транспортных коридоров, обеспечивающих гарантированные международные и межрегиональные связи.

С учетом сказанного эксплуатацию машин следует рассматривать как систему управления показателями качества, обеспечивающими эффективное использование техники, поддержание ее в работоспособном состоянии с наименьшими затратами, а также рациональное использование материальных ресурсов и создание комфортных условий для работы персонала.

Глава 1

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

1.1. Термины и определения

Известный немецкий языковед Гуго Шухард говорил, что «неясность терминологии так же опасна, как туман для мореплавателя», поэтому рассмотрим основные термины, применяемые в области эксплуатации машин.

В нормативно-технической литературе **эксплуатация** определяется как «стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество». При этом под изделием понимается любой вид техники. Процесс эксплуатации включает в себя в общем случае использование изделия по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт. Поясним эти понятия.

В руководящих указаниях международной организации по стандартизации ИСО устанавливаются 12 этапов типового **жизненного цикла продукции (машины)**: маркетинг, поиск и изучение рынка; разработка технических требований и проектирование; материально-техническое снабжение; подготовка и разработка производственных процессов; производство; контроль, проведение испытаний и обследований; упаковка и хранение; реализация; монтаж и эксплуатация; послепродажный надзор; техническая помощь в обслуживании; утилизация после использования. Стадия эксплуатации в соответствии с современными тенденциями начинается с этапа реализации, на котором производится предпродажная подготовка машины.

Эксплуатация включает в себя две составляющие: использование машин по назначению и техническую эксплуатацию.

В соответствии с международными стандартами *использование по назначению* - это применение продукции (машины) для целей, предусмотренных техническими условиями и инструкциями, утвержденными поставщиком. Применительно к дорожным машинам, автомобилям и тракторам можно сказать, что использование машин по назначению - это эксплуатация, включающая в себя изучение и реализацию полезных свойств машины, созданных при проектировании и производстве, с целью получения наибольшей ее эф-

фективности и нейтрализации вредных факторов, возникающих при взаимодействии техногенных и природных систем, т. е. при эффективном использовании машин необходимо соблюдать правила охраны окружающей среды.

Техническая эксплуатация включает в себя транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт машины.

Приведем некоторые термины, которые используются в сфере эксплуатации дорожных машин, автомобилей и тракторов.

Средства эксплуатации - здания, сооружения, технические устройства, в том числе инструмент, запасные части и эксплуатационные материалы, необходимые для эксплуатации машины.

Система эксплуатации - совокупность машин, средств эксплуатации, исполнителей и документации, устанавливающей правила и порядок их взаимодействия, необходимая и достаточная для выполнения поставленных задач.

Условия эксплуатации - совокупность факторов, действующих на машину при ее эксплуатации.

Предпродажная подготовка - целенаправленная деятельность юридических и (или) физических лиц, выполняющих перечень обусловленных работ, обеспечивающих соответствие машины установленным требованиям и передачу ее покупателю в исправном (комплектном) состоянии.

Ввод в эксплуатацию - событие, фиксирующее готовность машины к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке. Для специальных видов техники к вводу в эксплуатацию также относят подготовительные работы, контроль, приемку и закрепление машины за эксплуатирующим подразделением.

Начало эксплуатации - момент ввода машины в эксплуатацию.

Ожидание использования по назначению - нахождение машины в состоянии готовности к использованию по назначению, предусмотренное в нормативно-технической документации.

Хранение при эксплуатации (хранение) - содержание неиспользуемой по назначению машины в заданном состоянии в отведенном для ее размещения месте с обеспечением сохранности в течение заданного срока.

Транспортирование при эксплуатации (транспортирование) - перемещение машины в заданном состоянии с применением при необходимости транспортных и грузоподъемных средств, начинающееся с погрузки и кончающееся разгрузкой на месте назначения.

Технологическое обслуживание (не путать с техническим обслуживанием, рассматриваемым в гл. 2) - комплекс операций по подготовке машины к использованию по назначению, хранению, транспортированию и приведению ее в исходное состояние после этих процессов, не связанных с поддержанием надежности изделия.

Нормальная эксплуатация - эксплуатация машины в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Подконтрольная эксплуатация - эксплуатация с целью получения дополнительной информации.

Лидерная эксплуатация - нормальная эксплуатация заданного числа машин, выделенных для более интенсивного расходования ресурса по сравнению с остальным парком.

Реальная эксплуатация - эксплуатация в сложившихся в эксплуатирующей организации условиях.

Снятие с эксплуатации - событие, фиксирующее невозможность или нецелесообразность дальнейшего использования по назначению или ремонта машины и документально оформленное в установленном порядке.

Конец эксплуатации - момент снятия с эксплуатации.

Технический сервис - целенаправленная деятельность юридических и физических лиц, не являющихся потребителями машин, по обеспечению эффективной и безопасной их эксплуатации. Это означает, что некая коммерческая структура, обладающая статусом физического или юридического лица и не являющаяся потребителем (владельцем) техники, может на основании договора самостоятельно или совместно с ним проводить за определенную плату предпродажную подготовку, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт этой техники.

Фирменный метод технического обслуживания (фирменное обслуживание) - выполнение технического обслуживания предприятием-изготовителем.

Фирменный метод ремонта (фирменный ремонт) - выполнение ремонта предприятием-изготовителем.

Так как эксплуатация машин имеет своей целью реализацию, поддержание и восстановление качества, рассмотрим основные понятия качества и его взаимосвязь с эксплуатацией техники.

1.2. Основные понятия качества эксплуатации

Необходимость производства качественной продукции подтверждается одним из основных постулатов рыночной экономики: «Бизнес рождается и живет своим качеством и умирает, когда оно становится ненужным». Поэтому определим основные понятия качества.

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности потребителя в соответствии с назначением.

Свойство - объективная особенность продукции или услуги, которая закладывается при ее создании (выполнении) или проявляется в процессе эксплуатации.

Показатели качества эксплуатации – количественная характеристика одного или нескольких свойств, определяющих качество процесса эксплуатации и его результаты.

Технико-экономическое понятие качества продукции или услуги (в отличие от философского понятия качества) охватывает только те ее свойства, которые связаны с возможностью удовлетворения определенных общественных или личных потребностей потребителя в соответствии с назначением.

Любая продукция имеет множество различных свойств, которые могут проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении. Причем термин «эксплуатация» применяется к такой продукции, которая в процессе использования расходует свой ресурс, а термин «потребление» – к продукции, которая при ее использовании по назначению расходует сама. Условно свойства продукции можно подразделить на простые и сложные. Например, сложное свойство «проходимость» определяется такими относительно простыми свойствами и показателями, как вертикальная и горизонтальная геометрическая проходимость, маневренность, опорная и тягово-сцепная проходимость, транспортабельность.

Показатели качества количественно характеризуют пригодность продукции или услуги удовлетворять определенные потребности. Номенклатура показателей качества зависит от назначения продукции или услуги и для продукции или услуги многоцелевого назначения может быть очень разнообразной.

Рассмотрим классификацию показателей качества дорожных машин, автомобилей и тракторов (рис. 1.1), полученную путем системного анализа и синтеза данных из различных источников.

1. Основные свойства качества известны из многолетнего опыта. Новыми здесь являются сервисные показатели, знание которых на современном этапе развития техники в процессе ее эксплуатации крайне актуально.

2. Методы определения показателей качества определяются следующим образом:

измерительный – основывается на использовании различных технических средств и служит для определения единиц физических или химических величин, характеризующих качество, например массы машины, скорости движения, концентрации вредных веществ, размеров кабины, усилий на рычагах;

регистрационный – основывается на наблюдениях и подсчете числа определяемых событий, предметов или затрат, например отказов изделий при испытаниях и эксплуатации;

расчетный – базируется на использовании существующих теоретических и (или) эмпирических зависимостей между различными показателями качества и применяется для определения тех показателей, измерение которых другими методами приводит

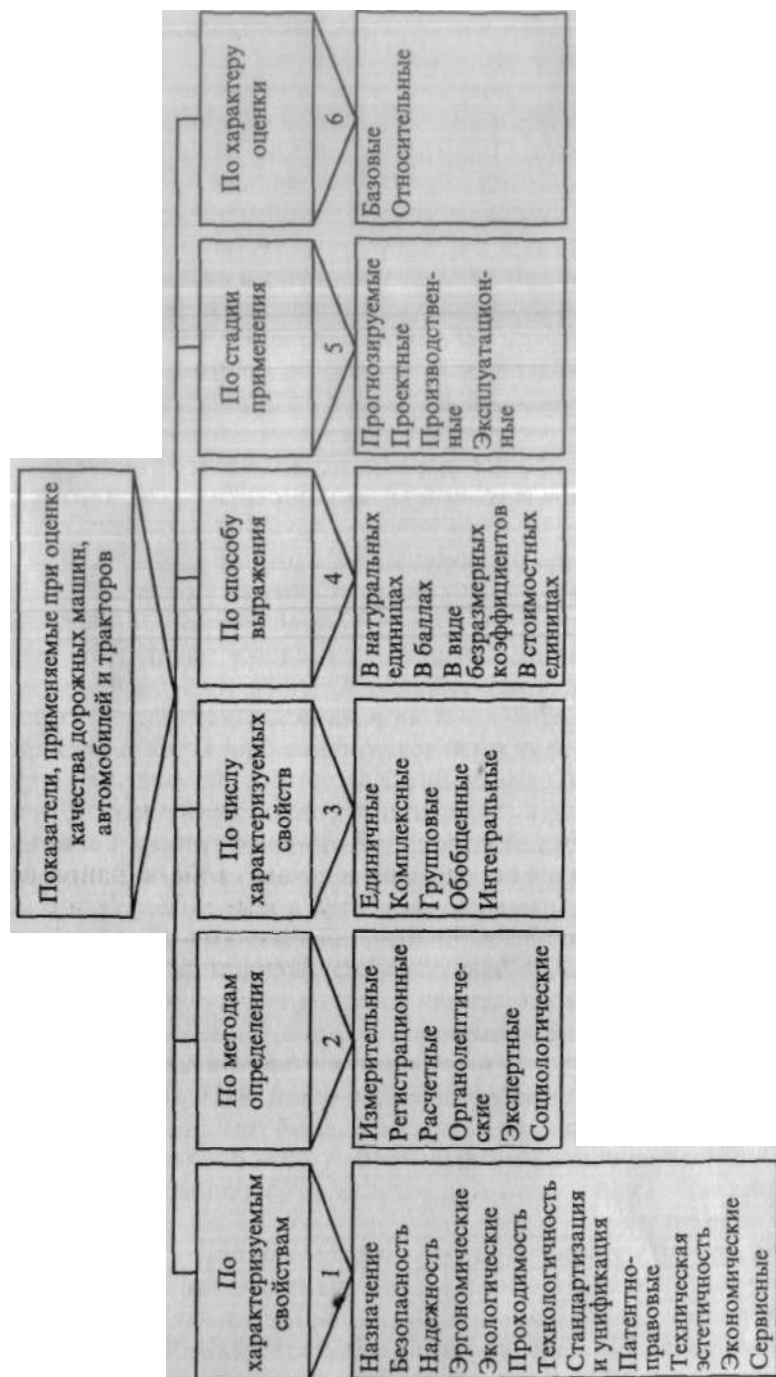


Рис. 1.1. Классификация показателей, применяемых при оценке качества машин

к значительным затратам средств или опасно для здоровья и жизни испытателей, например для определения показателей устойчивости грузоподъемных кранов, погрузчиков и т.д.;

органолептический - основывается на восприятии информации органами чувств человека и анализе полученных ощущений на основе имеющегося опыта. При этом возможно использование технических средств, повышающих восприимчивость и разрешающую способность органов чувств человека, например лупы, микроскопа и др. Используется для определения качества лакокрасочных покрытий, наличия устройств, перечисленных в паспорте машины, работоспособности приборов и средств фиксации дверей, кабины и капотов, регулируемости кресел оператора и т.д.;

экспертный - основывается на решениях, принимаемых экспертами в результате анализа, проводимого по определенной методике. Используется, например, при оценке показателей технической эстетичности или коэффициентов весомости различных показателей качества (т. е. количественной характеристики значимости данного показателя качества относительно других показателей);

социологический - базируется на анализе мнений фактических или возможных покупателей машин и осуществляется посредством устного опроса, распространения анкет-вопросников, а также путем проведения конференций, совещаний, выставок. Наиболее часто применяется при оценке качества услуг.

3. По числу характеризующих свойств показатели качества подразделяются на *единичные*, характеризующие одно свойство (например, рабочую скорость землеройной машины); *комплексные*, определяющие несколько свойств (например, показатель тяговой мощности, характеризующий группу тягово-скоростных свойств); *групповые*, относящиеся к определенной группе свойств (например, к эргономическим); *обобщенные*, т.е. групповые показатели с коэффициентами весомости, выбранные для оценки конкретной машины, и *интегральные*, являющиеся отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации машины к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию.

4. Показатели качества выражаются в натуральных единицах измерения, т. е. в единицах физических величин (Н, м/с, кВт и др.); баллах (например, при оценке показателей технической эстетичности); безразмерными коэффициентами (при оценке показателей надежности) и стоимостными единицами (при оценке экономических показателей).

5. На разных этапах жизненного цикла машины доминируют различные показатели качества. На этапе выдачи технического задания в результате прогнозной оценки получают прогнозируемые показатели. На этапе проектирования главными являются показатели стандартизации, унификации и патентно-правовые. При

производстве машины наиболее важен показатель технологичности, а в процессе эксплуатации - показатели назначения, безопасности, надежности, эргономичности, экологичности, проходимости, технической эстетичности, экономические и сервисные.

6. *Базовыми* являются значения показателей, принятые за основу при сравнительной оценке качества. Это могут быть значения показателей лучших зарубежных и отечественных образцов, о качестве которых имеются достоверные данные, а также значения показателей качества в некоторый предыдущий период времени или планируемые значения показателей перспективных образцов, найденные экспериментально или теоретическими методами. Возможно в качестве базовых применение показателей, заданных в государственных стандартах, отраслевых стандартах, технических условиях и других нормативных документах.

Отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к базовому является *относительным* показателем качества и выражается в безразмерных коэффициентах или процентах.

На основе анализа показателей качества разрабатываются системы управления качеством. В настоящее время в России управление качеством продукции машин и услуг базируется на серии международных стандартов ИСО 9000 «Управление качеством продукции» и на разрабатываемых на их основе отечественных стандартах.

Управление качеством - это методы и деятельность оперативного характера, используемые для удовлетворения требований к качеству.

Система качества - совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающая осуществление общего руководства качеством.

Обеспечение качества - совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция (машина) или услуга удовлетворяет определенные требования к качеству.

Программа качества - документ, регламентирующий конкретные меры в области качества, распределение ресурсов и последовательность действий, относящихся к конкретной продукции (машине), услуге, контракту или проекту.

Созданная в дорожной отрасли система управления качеством и ресурсами дорожных организаций основывается на разработке каждым предприятием регламентных нормативов - стандартов предприятия (СТП), которые обеспечивают организацию производства, взаимосвязь производственных процессов, а также соответствие установленных требований к технической оснастке и инструменту технологическим нормам и процессам, применяемым на данном предприятии.

В области механизации строительных работ типовые стандарты предприятия по эксплуатации машин разработаны Централь-

ным научно-исследовательским институтом организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП). В его Рекомендациях по разработке и внедрению системы управления качеством эксплуатации строительных машин (УКЭСМ) предусматривается разработка комплекса СТП, подразделяющихся на следующие группы:

основополагающий стандарт, определяющий основные (общие) положения, цели и задачи системы, структуру и функции управления, их распределение между звеньями организационной структуры, порядок взаимодействия подсистем и элементов, принятие управляющих решений;

стандарты по организации планирования качества эксплуатации и расчета экономической эффективности функционирования системы УКЭСМ;

стандарты по организации технологической подготовки производства, эксплуатации машин и контроля качества эксплуатации, т.е. материально-технического и метрологического обеспечения, подготовки и обучения кадров, информационного обеспечения, стимулирования персонала за повышение качества работы, а также правового обеспечения.

На современном этапе развития России, когда вопросы качества вводятся в ранг государственной политики, разработка систем управления качеством эксплуатации машин является крайне актуальной.

1.3. Эксплуатационные свойства машин

Рассмотрим показатели качества эксплуатации машин, т.е. свойства, характеризующие качество, или эксплуатационные свойства.

Комплекс эксплуатационных свойств – это необходимое и достаточное для всесторонней оценки эффективности использования машины на стадии ее эксплуатации число свойств и их показателей. Системный подход позволяет проводить анализ и синтез различных по природе и структуре эксплуатационных свойств машины, т.е. выявлять и оценивать степень влияния различных факторов на эффективность функционирования системы, например дорожных машин, автомобилей и тракторов.

Установлено, что машины различных принципов действия, конструктивного исполнения и применения имеют различные комплексы эксплуатационных свойств (например, комплекс эксплуатационных свойств одноковшового экскаватора отличается от аналогичного комплекса асфальтосмесительной установки). В каждом конкретном случае специалист, анализирующий эксплуатационные свойства машины, составляет соответствующий комплекс, используя методологию системного анализа.

Современный комплекс эксплуатационных свойств дорожных машин (рис. 1.2), состоящий из пяти взаимосвязанных систем, обладающих прямыми и обратными связями, что обуславливает его способность к саморегулированию, ориентирован на человеческий фактор, поэтому на первый план в нем выходят социально значимые показатели качества. Такое положение в настоящее время закреплено законами РФ «О защите прав потребителей» и «О сертификации продукции и услуг». Например, при сертификации машин строительного комплекса определяется соответствие показателей их безопасности, эргономичности и экологичности нормативным требованиям.

В таком комплексе отдельные эксплуатационные свойства характеризуются единичными показателями, которые объединяются в комплексные, групповые или обобщенные показатели системы и непосредственно влияют на интегральный показатель эффективности эксплуатации машины.

Объединенные в первой системе социально значимые свойства машины оказывают влияние на жизнь, здоровье, эстетические потребности граждан, сохранность их имущества и окружающей среды. К ним относятся безопасность, эргономичность, экологичность, эстетичность.

Вторая система, характеризующая функциональное назначение машины, объединяет свойства, определяющие основные функции, которые обуславливают область ее применения. Это энергоэффективность, проходимость, универсальность и информативность.

Третья система, характеризующая экономичность эксплуатации машины, включает в себя показатели ресурсопотребления: топливную экономичность, эксплуатационную материалоемкость, трудоемкость выполнения работ по обслуживанию и потребность в запасных частях.

Четвертая система, определяющая новые показатели сервиса, характеризует степень ответственности изготовителя перед потребителем машин. В нее входят показатели надежности, гарантии изготовителя и уровень развития сервисной сети, обеспеченность технической документацией, возможность и условия лизинга машин.

Пятая система включает в себя показатели эффективности машин, на которых базируется интегральный показатель качества, т. е. цену приобретения, цену эксплуатации, скидки и льготы поставщика, размеры налоговых платежей и сборов.

Приведенный комплекс эксплуатационных свойств машин может совершенствоваться по мере развития учения о качестве продукции.

Рассмотрим некоторые свойства представленных систем качества.

Безопасность машины - это эксплуатационное свойство, обеспечивающее устранение или сведение к минимуму последствий аварийных ситуаций при транспортировке, осуществлении рабочих процессов и техническом воздействии на машину. При несоответствии

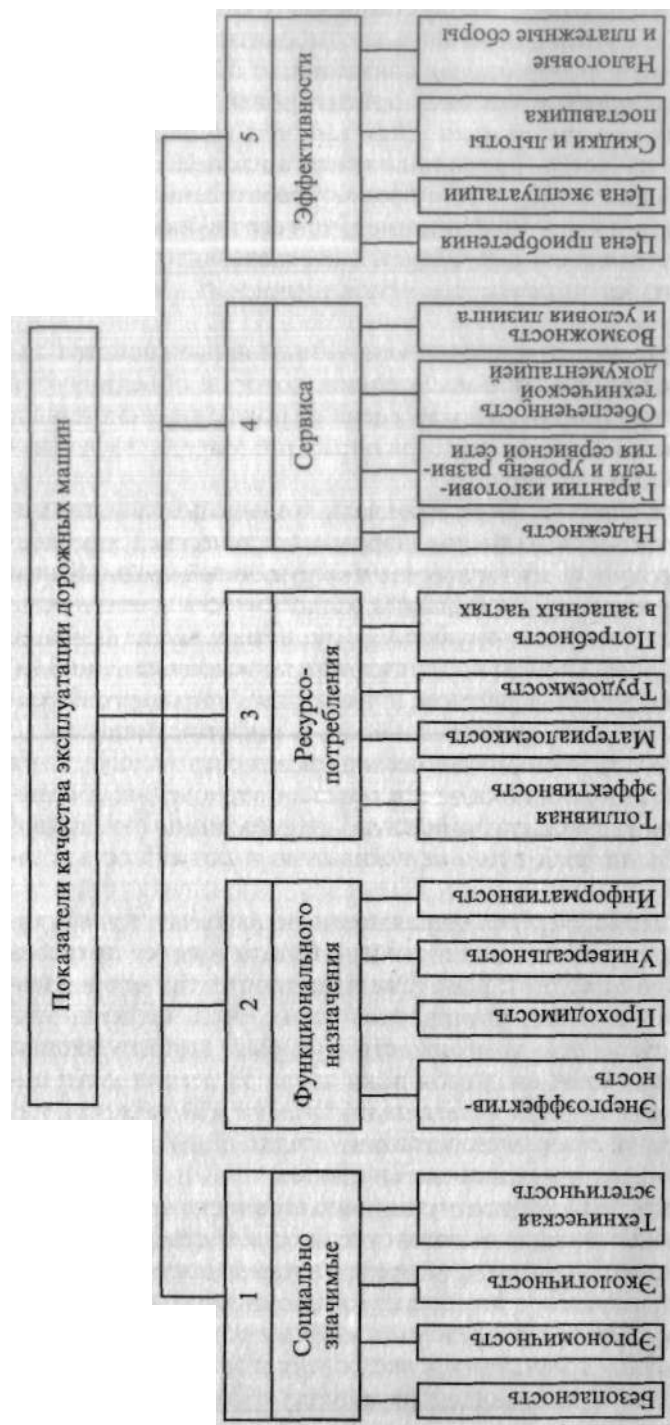


Рис. 1.2. Комплекс эксплуатационных свойств дорожных машин

показателей этого свойства номинальным значениям или требованиям нормативных документов велика вероятность аварии, а следовательно, и угроза здоровью и жизни обслуживающего персонала, а также порчи имущества или сведения эффективности работы машины к нулю.

Оценка уровня безопасности машины представляет собой совокупность следующих процедур: выбор номенклатуры необходимых показателей; определение их значений для конкретной машины; сопоставление полученных результатов со значениями, рекомендуемыми нормативными документами; формирование соответствующих выводов.

Различают показатели активной и пассивной безопасности. Соблюдение требований, предъявляемых к показателям *активной безопасности*, т. е. к эффективности тормозной системы, органов управления, звуковой и световой сигнализаций; состоянию гидро- и пневмосистем, систем доступа в кабину и к обслуживаемым сборочным единицам машин, необходимых цветовых знаков безопасности и сигнальной окраски, а также к устройствам и приборам, предотвращающим опрокидывание и столкновение, обеспечивает малую вероятность возникновения аварийной ситуации.

Показатели же *пассивной безопасности* характеризуют наличие ремней и подушек безопасности, остекление кабины (наличие безосколочных стекол) и ее жесткость, а также эффективность защиты человека при опрокидывании машины и определяют возможность устранения последствий аварийной ситуации.

Выполнение требований обеспечения безопасности является важнейшим условием при обязательной сертификации дорожных машин, автомобилей и тракторов.

Эргономические свойства определяют удобство и легкость управления машиной и влияют на общее состояние и работоспособность машиниста-оператора или водителя. Показатели эргономических свойств подразделяются на физиологические, психологические, антропометрические и гигиенические.

Физиологические показатели характеризуют соответствие машины силовым, скоростным и энергетическим, зрительным и слуховым возможностям машиниста-оператора или водителя.

Энергетические ресурсы организма человека расходуются на поддержание его физиологической активности и производительную работу. На обеспечение физиологической активности, т.е. на кровообращение, дыхание, поддержание тела в необходимом положении, восприятие внешнего мира, в среднем за сутки человек расходует 8400 кДж (медицинская норма в сутки составляет 2344,80 ккал, или 9848,16 кДж). В процессе работы также расходуется дополнительная энергия. Работа считается легкой, если за смену на нее затрачивается до 2100 кДж, средней трудности - до 4200 кДж, выше

средней трудности - до 6300 кДж, тяжелой - до 8400 кДж, особо тяжелой - до 10 500 кДж.

Перегрузка снижает производительность труда человека, повышает число ошибок в процессе работы и предрасположенность к заболеваниям. Например, при увеличении часовых энергозатрат машиниста дорожной машины с 420 до 2100 кДж/ч примерно в четыре раза снижается его производительность и в восемь раз увеличивается относительное число ошибок, производимых им.

Согласно единым требованиям к безопасности и эргономичности конструкции дорожных машин усилия на их рычагах не должны превышать 60 Н, на педалях - 120 Н, рулевом колесе - 115 Н.

Психологические показатели характеризуют соответствие рабочего места имеющимся и вновь формируемым навыкам человека, а также возможность восприятия и переработки им информации. При этом оценка рабочего места производится по трем основным направлениям: размещение оператора; элементы, обеспечивающие получение необходимой для работы информации (сенсорное поле); органы управления (моторное поле). Возможность восприятия информации оценивается обзорностью фронта работы машины. При этом различают показатели обзорности в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Антропометрические показатели характеризуют соответствие органов управления, формы и размеров рабочего места размерам и форме тела человека. Экспериментальные исследования показывают, что, например, работоспособность машиниста не менее чем на 15 % зависит от расположения органов управления.

Органы управления подразделяются на основные, т.е. часто или постоянно используемые оператором (это органы управления машиной и рабочим оборудованием), и второстепенные, редко используемые оператором (переключатели освещения, стеклоочистителя, стартера, отопителя, кондиционера и т.п.). Основные органы управления должны располагаться в зоне комфорта, а второстепенные в зоне досягаемости. Зоны комфорта - это предпочтительные зоны, в которых основные органы ручного и ножного управления должны быть легко достигаемы для операторов высокого и низкого роста из положения сидя рукой согнутой в локте и ногой согнутой в колене. Зоны досягаемости - это зоны, в которых второстепенные органы ручного и ножного управления должны быть достигаемы для операторов высокого и низкого роста из положения сидя вытянутой рукой или ногой, при этом допустимы поворот или наклоны оператора вперед и в стороны.

В современных машинах изменение положения рулевого колеса производится либо регулированием оси его наклона (в автогрейдере ДЗ-122), либо с помощью телескопической рулевой колонки (в автогрейдере ДЗ-98).

Гигиенические показатели характеризуют уровни шума, вибрации, освещенности, температуры, влажности, запыленности, токсичности, т. е. уровни вредных факторов, воздействующих на организм человека.

Работающие дорожные машины являются источниками аэродинамического и структурного шумов. Аэродинамический шум создается системой газораспределения и охлаждения (вентилятором) двигателя, структурный шум возникает в результате колебаний рамы, трансмиссии и облицовки. На рабочем месте оператора для нормирования шума, измеряемого в децибелах (дБ), используются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 123; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 9000 Гц. Ориентировочную оценку шума допускается производить по шкале А шумомера (дБА). Предельный уровень шума дорожных машин соответствует 85 дБ А.

Вибрация, вызывающая механические колебания тела человека, может привести к снижению его работоспособности и некоторым изменениям в организме, влияющим на здоровье. Например, колебания с частотой до 2 Гц могут вызвать морскую болезнь; наиболее же опасны вибрации, соответствующие собственным колебаниям человеческого тела (4... 8 Гц); колебания с частотой 11... 45 Гц могут сопровождаться функциональными расстройствами ряда внутренних органов человека.

Человеку общая вибрация от машины передается через пол кабины и сиденья, а локальная - через рычаги и педали управления. Допустимые среднеквадратичные значения ускорений вертикальных вибраций в диапазоне частот 4... 8 Гц следующие: 63 см/с² - безопасно для здоровья; 31,5 см/с² - не влияет на производительность труда; 10 см/с² - обеспечивает комфорт.

На работоспособность машиниста влияет также микроклимат в кабине, т.е. температура, влажность, скорость движения воздуха, вредные примеси, запыленность. Допустимые значения этих величин в кабине дорожной машины регламентированы. Например, температура воздуха в кабине в теплый период года не должна более чем на 3 °С превышать температуру наружного воздуха, а также должна быть не ниже +14 и не выше +28 °С при относительной влажности воздуха 40... 60% и не выше +26 °С при относительной влажности воздуха 60... 80%.

Устройство для подачи воздуха в кабину должно обеспечивать движение воздуха на уровне груди машиниста со скоростью не более 0,5 м/с при температуре в кабине +22 °С и со скоростью не более 1,5 м/с при более высоких температурах. Температура поверхностей внутри кабины (кроме стекол) должна быть не выше +35 °С.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) примесей в воздухе рабочей зоны оператора следующие: пыли - 10 мг/м³, углекислого газа - 20 мг/м³, паров топлива - 100 мг/м³.

Экологичность - это свойство, характеризующее уровень воздействия машины при ее эксплуатации на окружающую среду.

К экологическим показателям относятся: создаваемый внешний шум; содержание оксида углерода и углеводородов в отработанных газах машин с бензиновыми двигателями; дымность отработавших газов и выбросы вредных веществ дизельных машин; уровень создаваемых радиопомех. При выборе и определении этих показателей необходимо учитывать требования по охране окружающей среды.

Техническая эстетичность - эксплуатационное свойство, характеризующее сочетание технических и художественных решений в конструкции машины с целью удовлетворения психологических и эстетических потребностей человека.

Эстетические показатели отображают информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения. В настоящее время это наименее изученное эксплуатационное свойство, поскольку находится на стыке науки и искусства.

Предполагается, что влияние эстетичности на эффективность работы машины осуществляется через повышение продуктивности работы машиниста-оператора, а также через повышение конкурентоспособности самой машины.

Основными элементами технической эстетичности являются: стилевое соответствие (соответствие моде); функционально-конструктивная приспособленность; организация объемно-пространственной структуры; чистота выполнения сочленений, скруглений, сопрягающихся поверхностей, фирменных знаков и указателей; цветовой колорит; качество покрытий и отделки поверхностей, а также симметричность, ритм, контрастность, пропорциональность и композиция.

Например, рациональной считают окраску, уменьшающую утомление глаз и сокращающую время их адаптации, а также исключающую появление отблесков солнечных лучей.

Энергоэффективность - это свойство машины, характеризующееся ее тягово-скоростными показателями.

Тягово-скоростные показатели представляют собой совокупность параметров, определяемых результатами совместной работы двигателя, трансмиссии и движителя, и характеризуют энергетические возможности самоходной дорожной машины по осуществлению рабочего процесса.

Тягово-скоростные показатели самоходных землеройно-транспортных машин включают в себя тяговое усилие на рабочем органе, рабочую скорость и коэффициент буксования. В качестве комплексного тягово-скоростного показателя используется тяговая мощность, развиваемая на рабочем органе.

Тягово-скоростные показатели определяют аналитически или в результате проведения тяговых испытаний. Результаты расчетов и испытаний представляют в виде графика, получившего название *тяговой характеристики*.

При помощи тяговой характеристики наряду с основными параметрами работы машины на разных передачах и при различных нагрузках можно определить тяговый коэффициент ее полезного действия, а также запас тягового усилия, характеризующий способность машины преодолевать временное увеличение сопротивления без перехода на пониженную передачу, и рациональные скоростные режимы ее работы (исходя из максимальной тяговой мощности).

Проходимость дорожной машины характеризуется показателями, отражающими ее способность перемещать центр масс с наименьшей потерей скорости как в процессе выполнения работы, так и при переезде с одного объекта на другой.

Показатели проходимости самоходных машин можно подразделить на геометрические (вертикальные и горизонтальные), опорные, тягово-сцепные и мобильности (транспортабельности)

К показателям *вертикальной геометрической проходимости* относятся:

дорожный просвет, который определяется как расстояние от опорной поверхности до низшей точки рамы или трансмиссии машины при нахождении ее рабочего органа в транспортном положении;

углы переднего и заднего свеса, измеряемые между горизонтальной опорной поверхностью и касательными, проведенными к переднему или заднему колесам (или ветвям гусениц) через низшие точки передней и задней частей рамы или навесных рабочих органов машины, установленных в транспортное положение;

поперечный радиус проходимости, т. е. радиус окружности, проходящей через низшую точку рамы или трансмиссии и касающейся внутренних поверхностей колес (или гусениц) машины;

продольный радиус проходимости (для пневмоколесных самоходных дорожных машин), т. е. радиус окружности, проходящей через низшую точку шасси или рабочего органа в транспортном положении и касающейся передних и задних колес.

Горизонтальная геометрическая проходимость машины характеризуется минимальным радиусом и шириной полосы поворота. Эти показатели можно выделить в отдельную группу, определяющую *маневренность* машины, т. е. способность поворота или разворота машины на ограниченной площади. Причем определение минимального радиуса и ширины полосы производится для левого и правого поворотов. Если передние колеса пневмоколесных машин имеют возможность наклоняться, то минимальный радиус по-

ворота определяется при наклоне и без наклона колес. Измерение радиуса поворота проводят по наружной стороне следа внешнего переднего колеса или гусеницы. Ширина полосы поворота пневмоколесных дорожных машин определяется как расстояние между наружными сторонами следов внешнего переднего и внутреннего заднего колес.

Показатель опорной проходимости характеризует среднее удельное давление машины на опорную поверхность.

Показатель тягово-сцепной проходимости характеризует плавность хода и определяется как отношение рабочей скорости машины в данном режиме работы к теоретической скорости при движении ее по той же опорной поверхности.

Показатель мобильности, или транспортабельности, определяет подвижность машины, т. е. ее способность и готовность к быстрому преодолению расстояния. (Для самоходных машин используется термин «мобильность», а для машин, перемещающихся с помощью прицепа-тяжеловоза, бортового автомобиля или тягача - транспортабельность.)

Универсальность - эксплуатационное свойство, характеризующее возможность использования машины с различным сменным оборудованием.

Универсальность позволяет использовать машину всесезонно на различных основных и вспомогательных работах, тем самым увеличивая коэффициент ее использования в течение года, и определяется временем замены и количеством сменного рабочего оборудования. При этом предпочтительно наличие в машине автоматизированных сцепных устройств, позволяющих заменять рабочее оборудование без выхода оператора из кабины.

Информативность - эксплуатационное свойство, характеризующее возможность получения оператором информации о состоянии, режимах работы машины и предаварийных ситуациях непосредственно в кабине машины.

Определяется это свойство наличием в машине средств встроенной диагностики с выводом информации на бортовые приборы, а также бортовых компьютеров, способных фиксировать информацию, управлять машиной в рабочем режиме и выдавать информацию на дисплей и в виде распечаток для проведения финансовых расчетов с оператором.

Топливная эффективность - эксплуатационное свойство, характеризующее способность дорожной машины выполнять рабочий процесс с минимальным расходом топлива в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции. Показателями топливной эффективности дорожной машины являются часовой расход топлива и удельные расходы топлива на единицу эффективной мощности двигателя или объема выработанной продукции.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы составляющие процесса эксплуатации машин? Дайте определения этих составляющих.
2. Что включает в себя понятие «система эксплуатации»? Дайте определения отдельных элементов этой системы.
3. Каковы основные этапы жизненного цикла машины? Поясните их смысл.
4. Что такое качество эксплуатации машин? Каковы основные его понятия?
5. Что такое безопасность машины?
6. Какие показатели эргономичности вы знаете?
7. Что такое энергоэффективность машины, какими показателями она определяется?
8. Что такое проходимость машины, какие показатели ее определяют?
9. Как вы понимаете термины «универсальность» и «информативность»?
10. Какими показателями определяется топливная экономичность машин?

Глава 2

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

2.1. Изменение технического состояния машины в процессе эксплуатации

Понятие технического состояния и основные причины его изменения

Любое техническое устройство можно представить как некоторую упорядоченную структуру связанных между собой и взаимодействующих элементов, обеспечивающих выполнение его функций. Связи и взаимодействие между элементами, а также элементами и средой (например, дорогой и шиной, ковшем и грунтом) определяются их геометрическими размерами, механическими, электрическими, химическими и другими величинами, которые называют параметрами технического состояния или структурными параметрами машины. Это, например, размеры деталей, зазоры, расход топлива и др.

В процессе эксплуатации фактические параметры технического состояния машины $X_{T1}, X_{T2}, \dots, X_{Ti}, \dots, X_{Tn}$ изменяются от номинальных значений $X_{H1}, X_{H2}, \dots, X_{Hi}, \dots, X_{Hn}$ до предельных $X_{П1}, X_{П2}, \dots, X_{Pi}, \dots, X_{Пn}$ (рис. 2.1). Разность $X_i = X_{Ti} - X_{Hi}$ определяющая отклонение качества работы данного элемента от номинального, отражает уровень его исправности.

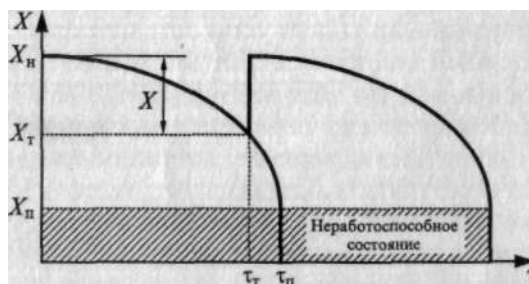


Рис. 2.1. Изменение параметра технического состояния X механизма в зависимости от времени его работы τ

Совокупность отклонений от номинальных значений различных параметров состояния механизма определяет его техническое состояние. В момент t_1 каким-либо техническим воздействием (например, регулировкой) можно улучшить техническое состояние механизма, если же продолжать эксплуатацию после момента t_1 нарушается его работоспособность. При этом может прекратиться рабочий процесс машины.

В процессе эксплуатации машина взаимодействует с окружающей средой, а ее элементы - между собой. В процессе этих взаимодействий происходят, как правило, сложные физико-химические явления, которые обуславливают деформацию, износ, поломку, коррозию и другие повреждения машины.

Основные виды повреждений элементов машины

Классификация повреждений обычно производится в зависимости от внешнего вида их проявлений. При этом различают процессы, вызывающие объемные и поверхностные повреждения детали. К *объемным повреждениям* относятся разрушения (хрупкое, вязкое, усталостное), деформации (пластическая деформация, ползучесть, коробление), изменение свойств материала (механических, структуры, химического состава и др.), а к *поверхностным* - разъедание (коррозия, эрозия, прогар), налипание, износ, изменение свойств поверхностного слоя (шероховатости, твердости и др.).

Деформации, трещины и поломки деталей машин возникают под действием механических нагрузок, а также внутренних напряжений. Основными причинами деформации деталей являются недостаточная конструкционная прочность, плохое качество изготовления и ремонта, перегрузки при эксплуатации.

Разрушение (хрупкое или вязкое) материала детали, т.е. ее излом происходит как в результате возникновения недопустимых статических и динамических нагрузок, так и при длительном действии переменных нагрузок, вызывающих усталость материала. Около 80% всех разрушений деталей машин (несущих элементов, валов, сварных соединений и др.) носит усталостный характер, на что указывает характерный вид излома с двумя зонами: зоной развивающихся трещин и зоной, по которой произошел излом.

Одним из специфических поверхностных повреждений является *налипание* (наrost) на поверхность детали посторонних частиц, происходящее в результате различных процессов молекулярного взаимодействия, а также проявления связей и сил химического и электрического происхождения. Нарост часто проявляется в виде загрязнений фильтров, внутренних стенок корпусов редукторов, трубопроводов, нагара на свечах двигателей, накипи в полостях радиаторов.

Коррозия (разъедание) - это разрушение изделий под действием внешней среды. Обычно коррозия подразделяется по видам производимых разрушений (общая и местная), механизму реакции взаимодействия металла со средой (химическая и электрохимическая), виду коррозионной среды (в газах, водных растворах, электролитах и др.) и геометрическому характеру разрушения (поверхностная и объемная). Разрушение металлов и сплавов в атмосфере и средах влажных газов в результате электрохимических процессов называется атмосферной коррозией. Причем преобладают в этом случае процессы, происходящие в тонких слоях влаги, сконденсировавшейся на поверхности металла.

В определенных условиях эксплуатации могут возникать повреждения биологического характера, например от плесени, разъедающей обычно ткани и некоторые виды пластмасс.

Основные положения по трению и изнашиванию деталей

Основной, постоянно действующей причиной изменения технического состояния механизмов машины является изнашивание деталей. *Изнашивание* - это процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы тела. Результат изнашивания, называемый износом, может выражаться в единицах длины, объема, массы и др.

Основными характеристиками изнашивания являются *скорость* - отношение значения износа к интервалу времени, в течение которого он возник, и *интенсивность* - отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или объему выполненной работы. При этом единица объема выполненной работы определяется в каждом конкретном случае.

При трении и изнашивании происходят следующие явления и процессы:

скачкообразное движение при трении - явление чередования относительного скольжения и относительного покоя или увеличения и уменьшения относительной скорости скольжения, возникающее самопроизвольно при трении движения;

схватывание при трении - явление местного соединения двух твердых тел в результате действия молекулярных сил;

перенос материала - явление, при котором материал одного тела соединяется с материалом другого и, отрываясь от первого, остается на поверхности второго;

заедание - процесс возникновения и развития повреждений детали вследствие схватывания и переноса материала, который может завершиться прекращением ее относительного движения;

задир - повреждение поверхности детали в виде широких и глубоких борозд, образующихся в направлении скольжения;

выкрашивание - отделение частиц материала детали при усталостном изнашивании, приводящее к образованию ямок на ее поверхности.

Выделяют механическое, коррозионно-механическое изнашивание и изнашивание при действии электрического тока.

Наиболее разрушительное действие на детали машин оказывает *абразивное изнашивание* - это механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего воздействия на него твердых частиц, находящихся в свободном состоянии либо взвешенных в жидкости (гидроабразивное изнашивание) или газе (газоабразивное изнашивание). Этот вид изнашивания характерен для рабочих органов экскаваторов, бульдозеров, деталей гусениц тракторов, открытых зубчатых передач.

Для запорной и регулирующей аппаратуры трубопроводов, деталей гидротурбин, систем водяного охлаждения характерно *эрозионное изнашивание*, т.е. механическое изнашивание материала в результате воздействия на него потока жидкости (гидроэрозионное изнашивание) или газа (газоэрозионное изнашивание). Эрозионное изнашивание поверхности возможно также в результате воздействия разрядов электрического тока (электроэрозионное изнашивание). При высоких скоростях движения детали относительно жидкости может возникать *кавитационное изнашивание*, при котором пузырьки газа захлопываются вблизи поверхности, что создает местное повышение давления или температуры.

При невысокой прочности материала и высоких контактных напряжениях может наблюдаться *усталостное изнашивание* детали, происходящее в результате усталостного разрушения ее поверхностного слоя, что характерно для зубчатых передач и подшипников качения.

Для некоторых деталей машин (например, шестерен зубчатых передач и подшипников скольжения) при неудовлетворительном смазывании и больших удельных давлениях характерно *изнашивание при заедании*, происходящее в результате схватывания, глубинного вырывания материала и воздействия возникших при этом неровностей на сопряженные поверхности.

При малых колебательных относительных перемещениях соприкасающихся тел (например, элементов карданных шарниров) происходит так называемое *изнашивание при фреттинге*.

Коррозионно-механическое изнашивание деталей в результате химического взаимодействия их материала с кислородом или окисляющей окружающей средой при длительном трении сопряженных поверхностей называют *окислительным изнашиванием*, а при малых колебательных относительных перемещениях - *изнашиванием при*

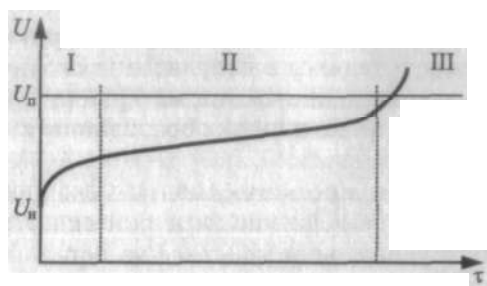


Рис. 2.2. Зависимость зазора U от наработки деталей t (U_n , U_p - соответственно предельное и начальное значения зазора)

фреттинг-коррозии. Характерно оно для болтовых и заклепочных соединений, а также для посадочных поверхностей подшипников качения.

Износ механизмов растет вместе с увеличением времени их работы. До известного предела нарастание износа не влечет за собой качественных изменений в работе механизма и может считаться естественным (нормальным), далее наступает аварийный износ его деталей.

На рис. 2.2 изображена кривая нарастания во времени износа пары работающих деталей, которая справедлива для большинства сопряжений, работающих в установившемся режиме. Кривая имеет три явно выраженных участка: I - начальный, характеризующий процесс приработки нового сопряжения; II - участок, наибольший по протяженности и соответствующий периоду нормальной работы сопряжения, т.е. с естественным износом; III - конечный, соответствующий периоду разрушения сопряжения вследствие износа его сверх допустимого предела.

Методы определения износа

В условиях эксплуатации износ деталей определяется непосредственным его измерением после разборки механизма или оценивается по косвенным признакам без разборки механизма, например по выходным и рабочим параметрам (мощности, расходу топлива) или сопутствующим работе механизма явлениям (нагреву, шуму, вибрации и др.).

Для определения износа применяются интегральные и дифференциальные методы. К интегральным относятся методы определения суммарного износа по изменению массы, объема и содержанию продуктов износа. При этом измерение износа по потере массы или объема детали производят, как правило, при исследовании образцов.

Для определения износа по содержанию продуктов изнашивания в смазке берутся пробы работающего масла, в котором накопились металлические частицы, окислы металлов и продукты химического взаимодействия металлов со смазкой. При анализе проб масла применяются химический, спектральный, радиометрический и другие методы. Этот интегральный метод определения износа позволяет избежать разборки машин и их узлов (например, двигателей, зубчатых передач и т.д.).

Дифференциальные методы (микрометрирование, искусственных баз и поверхностной активации) позволяют определять распределение износа по всей поверхности трения.

Микрометрирование основано на измерении детали до и после изнашивания. Недостатком данного метода является необходимость демонтажа измеряемой детали. При малом износе измерения производят по профилограммам, снятым с исходной и изношенной поверхностей.

Метод искусственных баз заключается в нанесении на изнашивающуюся поверхность углубления строго определенной формы (конуса, пирамиды, лунки и т.п.) и определении после испытания детали уменьшения размеров этого углубления (отпечатка), т.е. значения износа.

Метод поверхностной активации заключается в создании на исследуемой детали радиоактивного объема посредством облучения ее заряженными частицами или в использовании вставки из специального сплава, прошедшего поверхностную активацию. Этот метод позволяет измерять износ детали без остановки и разборки машины. Схемы для измерения износа в этом случае определяются применяемыми методами регистрации излучения.

Для оценки износа деталей могут применяться и методы неразрушающего контроля (дефектоскопия). Наиболее часто применяется визуальная оценка, а также методы, основанные на использовании гидравлического и воздушного давлений, молекулярных свойств жидкостей, свойств магнитного или электромагнитного полей и свойств звуковых волн.

Методы повышения износостойкости деталей

Существующие методы повышения износостойкости деталей определяются этапами их применения: при проектировании, изготовлении или эксплуатации машин.

Например, сопротивляемость машин внешним воздействиям зависит от прочности, жесткости и износостойкости их узлов, т.е. необходимо создавать более рациональные конструкции, подвергающиеся меньшим нагрузкам. Износостойкость различных узлов определяется правильным подбором материалов для узлов трения,

твердостью контактирующих поверхностей, уменьшением давления трения, улучшением условий смазывания, качеством поверхностей деталей. Увеличение твердости поверхностей трения и повышение усталостной прочности деталей достигается закалкой, химико-термической обработкой, пластическим деформированием, нанесением износостойких наплавов и покрытий. Создание неметаллических защитных пленок на поверхности металлических деталей фосфатированием, сульфидированием и другими методами повышает их износостойкость в 10 и более раз.

Изоляция деталей машин от вредных воздействий включает в себя защиту их поверхностей от пыли и грязи, создание для различных механизмов специальных температурных условий, применение антикоррозионных покрытий и т.д.

Износостойкость деталей машин повышается также за счет использования топлива с пониженным содержанием серы, синтетических масел с эффективными противоизносными, антикоррозионными и другими присадками.

Наличие автоматических и электронных устройств, обеспечивающих саморегулирование, повышает приспособляемость машин к изменяющимся условиям работы.

2.2. Надежность машин

Основные положения по надежности машин

Надежность - это свойство объекта сохранять во времени способность к выполнению требуемых функций в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и ремонта, хранения и транспортирования.

Время эксплуатации обычно характеризуется *наработкой* - продолжительностью или объемом работы, выполненной объектом. Нарботка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в днях, часах или моточасах; километраж пробега и т.п.), так и дискретной (число рабочих циклов, запусков и т.п.).

Номенклатура параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции, а также пределы их изменений устанавливаются в технической документации. По методам определения значений параметры надежности можно разбить на две группы. К первой группе относятся параметры, которые задаются стандартами. Это параметры систем, обеспечивающих безопасность машины (например, механизмов управления, систем освещения и сигнализации), и параметры, влияющие на окружающую среду (токсичность отработавших газов, шум и т.д.). Ко второй группе относятся параметры, определяемые конструктивными

факторами и применяемыми материалами, нормативные значения которых обычно оговариваются в инструкциях по эксплуатации машин (значения зазоров в сопряжениях, моменты затяжки креплений и др.).

Основные состояния объекта и классификация отказов

Состояния объекта классифицируют по его соответствию требованиям технической документации и способности выполнять заданные функции. В первом случае различают исправное и неисправное состояния, а во-втором – работоспособное и неработоспособное.

Неисправным является состояние, при котором объект не соответствует хотя бы одному из требований технической документации. Работоспособный же объект в отличие от исправного должен соответствовать лишь тем требованиям технической документации, выполнение которых обеспечивает его нормальное применение по назначению.

Таким образом, работоспособный объект может быть неисправным, например, если он не удовлетворяет эстетическим требованиям, но при этом ухудшение внешнего вида объекта не препятствует его применению по назначению.

Частным случаем неработоспособного состояния является предельное состояние (ПС), при котором дальнейшая эксплуатация объекта недопустима или нецелесообразна, либо восстановление работоспособности невозможно или нецелесообразно. Предельное состояние объекта обуславливает временное или окончательное прекращение его эксплуатации, т.е. он должен быть снят с эксплуатации, направлен в ремонт, списан или передан для применения не по назначению. Критерии ПС устанавливаются в технической документации.

Отдельные элементы машин являются невосстанавливаемыми. Это большинство асбестовых и резинотехнических изделий (тормозные накладки, накладки дисков сцепления, прокладки, манжеты), некоторые электротехнические (лампы, предохранители, свечи) и быстроизнашивающиеся изделия, а также некоторые детали, обеспечивающие безопасность работы и движения (вкладыши и пальцы шарниров рулевых тяг, втулки шкворневых соединений и др.).

Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении его работоспособности, называется *повреждением*, а событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, – *отказом*. Критерии повреждений и отказов устанавливаются в технической документации.

Различают ресурсный отказ и сбой. *Ресурсным* называют отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния. *Сбой* – это самоустраниющийся отказ или однократный отказ, устра-

няемый незначительным вмешательством (без ремонта) оператора машины, например воздействием на органы управления и т.п.

Рассмотрим основные виды отказов.

По связи с отказами других элементов различают зависимый и независимый отказы. *Зависимым* называют отказ, обусловленный отказом или неисправностью других элементов объекта (например, задир вкладыша коленчатого вала двигателя, вызванный отказом масляного насоса). *Независимый отказ* не связан с отказом других элементов (например, прокол шины на дороге).

По характеру изменения значений параметров объекта различают внезапные и постепенные отказы, определяемые возможностью прогнозирования момента их наступления. *Внезапный отказ* характеризуется скачкообразным изменением значений параметров объекта, т. е. это отказ, наступление которого невозможно предсказать с помощью предварительного контроля или диагностирования, например какое-либо повреждение или разрушение вследствие превышения допустимого уровня нагрузки. Наступлению *постепенного отказа* предшествует непрерывное и монотонное изменение одного или нескольких параметров объекта, что позволяет предупредить его или принять меры по локализации нежелательных последствий.

По источникам возникновения различают *конструктивные отказы*, возникшие по причине несовершенства конструкции; *производственные отказы*, являющиеся следствием нарушения или несовершенства процесса изготовления или ремонта; *эксплуатационные отказы*, вызванные нарушением установленных правил и условий эксплуатации, например применением нерекомендуемых топливосмазочных материалов, перегрузкой машины, несвоевременным проведением установленных технических воздействий.

Деградационный отказ обусловлен естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости деталей даже при соблюдении всех установленных правил и норм проектирования, изготовления и эксплуатации.

Перемежающийся отказ может многократно возникать и устраняться, например нарушение работы приборов вследствие ослабления электрических контактов.

Отказы могут также классифицироваться по последствиям, т.е. в соответствии с явлениями, процессами, событиями и состояниями, обусловленными возникновением отказа. Критериями такой классификации могут, например, служить прямые и косвенные потери, вызванные отказами; затраты труда и времени на устранение последствий отказов; степень снижения производительности машины и др.

При классификации по последствиям отказы могут подразделяться по категориям, например на *критические* и *некритические*, последние на *существенные* и *несущественные*. Границы между такими категориями отказов достаточно условны.

Производители машин часто отказы подразделяют на три группы: *незначительные* (легкие), *существенные* (средние) и *критические*, которые приводят к необходимости капитального ремонта или замены объекта в целом.

Свойства и основные показатели надежности

Надежность является комплексным свойством и в зависимости от назначения объекта и условий его применения включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Безотказность - это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Показатели безотказности определяются вероятностными и средними характеристиками.

Вероятность безотказной работы (ВБР) - это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет. Это безразмерный показатель, который определяется из предположения, что в начальный момент времени (момент начала исчисления наработки) объект находился в работоспособном состоянии. Возникновение первого отказа - случайное событие, а наработка x с момента начала ее исчисления до возникновения этого события - случайная величина. ВБР объекта в интервале от 0 до t включительно $P(t)$ - Вер $\{\tau > t\}$, т.е. она является функцией наработки t . Обычно эту функцию принимают непрерывной и дифференцируемой.

ВБР $P(t)$ связана с функцией распределения $F(t)$, т.е. вероятностью отказа, и плотностью распределения наработки до отказа $f(t)$:

$$F(t) = 1 - P(t); \quad f(t) = \frac{dF(t)}{dt}; \quad F(t) = \int_0^t f(t) dt.$$

Вероятность отказа $F(t)$ - это вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки, будучи работоспособным в начальный момент времени, т. е. $F(t) = \text{Вер } \{\tau \leq t\}$.

Точечные статистические оценки для ВБР, функции распределения наработки до отказа и плотности вероятности отказа определяются следующим образом:

$$\hat{P}(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}; \quad \hat{F}(t) = \frac{n(t)}{N}; \quad \hat{f}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N \Delta t},$$

где N - число объектов, работоспособных в начальный момент времени (т. е. при $t = 0$); $n(t)$, $n(t + t)$ - число объектов, отказавших соответственно на отрезках времени от 0 до t и от 0 до $t + t$; $n(t + t) - n(t)$ - разность, определяющая число отказов за малый интервал времени t , т.е. от t до $t + t$.

Интенсивность отказов - это условная плотность вероятности возникновения отказов объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник,

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = -\frac{P'(t)}{P(t)}$$

Статистическая оценка интенсивности отказов

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N(t) \Delta t},$$

где $N(t)$ - число объектов, находящихся в работоспособном состоянии в начале рассматриваемого интервала времени, т.е. $N(t) = N - n(t)$.

На рис. 2.3 показан характер изменения во времени вероятностных показателей безотказности стареющих элементов, т.е. элементов с возрастающей интенсивностью отказов.

Гамма-процентная наработка до отказа - это наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью γ , выраженной в процентах (см. рис. 2.3). Гамма-процентные показатели (наработку до отказа, ресурс, срок службы и др.) определяют обычно из уравнения $P(t_\gamma) = \gamma/100$.

Средняя наработка до отказа - математическое ожидание наработки объекта до первого отказа:

$$t_{01} = M\{t\} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} t dF(t) = -\int_0^{\infty} t dP(t) = -t P(t) \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt.$$

Статистическая оценка средней наработки до отказа (при плане испытаний всех объектов до отказа) производится по формуле

$$\hat{t}_{01} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} \tau_i,$$

где τ_i - наработка до первого отказа i -го объекта.

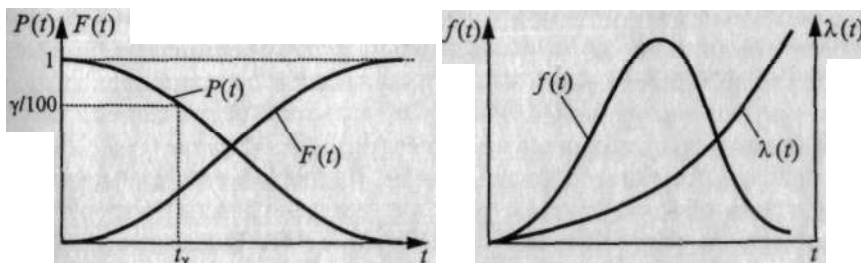


Рис. 2.3. Изменение вероятностных показателей безотказности объекта в зависимости от наработки t

Для восстанавливаемых объектов показателями безотказности являются также средняя наработка на отказ и параметр потока отказов.

Средняя наработка на отказ определяется отношением суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки. Статистическая оценка средней наработки на отказ

$$\hat{t}_o = \frac{t}{r(t)},$$

где $r(t)$ - фактическое число отказов за суммарную наработку t .

Параметр потока отказов определяется отношением математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за достаточно малую его наработку к значению этой наработки. Статистическая оценка параметра потока отказов в интервале времени от t_1 до t_2

$$\hat{\omega}(t) = \frac{r(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1},$$

а стационарных потоков

$$\hat{\omega} \approx \frac{1}{\hat{t}_o}.$$

Долговечность - это свойство объекта сохранять работоспособность до момента наступления предельного состояния при выполнении установленных ТО и ремонта. Основной характеристикой долговечности является *ресурс {технический ресурс}*, т.е. наработка изделия от момента начала эксплуатации или от момента ее возобновления после капитального (среднего) ремонта до момента наступления предельного состояния. К показателям долговечности относятся средний (определяющий его математическим ожиданием) и гамма-процентный ресурсы.

Гамма-процентный ресурс определяется суммарной наработкой, в течение которой объект не достигнет своего предельного состояния с вероятностью γ , выраженной в процентах. Такой ресурс имеют не менее γ процентов эксплуатируемых изделий, т.е. значение t_γ соответствует минимальной долговечности объекта. Обычно γ принимают равной 50, 80, 90 %. Для оценки долговечности применяют такие показатели, как гамма-процентный и средний срок службы, определяемые календарной длительностью эксплуатации.

Для некоторых объектов предусматривается *назначенный ресурс*, определяемый суммарной наработкой, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния исходя из требований безопасности или технико-экономических соображений. В календарной продолжительности может также устанавливаться назначенный срок службы или хранения.

Ремонтопригодность - это свойство, характеризующее приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению его работоспособного состояния путем ТО и ремонта. Ремонтопригодность машины определяется доступностью; легкосъемностью; взаимозаменяемостью; контролепригодностью и преемственностью уже имеющегося оборудования, а также числом регулировочных параметров и другими факторами.

Вероятность восстановления - это вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданное (нормативное) значение, т.е.

$$P_n(\tau_n) = \text{Вер} \{ \tau \leq \tau_n \}, \text{ или } P_n(\tau_n) = \int_0^{\tau_n} f_n(t) dt,$$

где τ_n - заданное (нормативное) время обнаружения и устранения отказа; $f_n(t)$ - плотность распределения времени восстановления.

Гамма-процентное время восстановления - это время, в течение которого восстановление работоспособности объекта будет осуществлено с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Среднее время восстановления определяется математическим ожиданием времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа. Статистическая оценка среднего времени восстановления

$$\hat{t}_n = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{i=m} t_{ni},$$

где t_{ni} - время устранения i -го отказа; m - число отказов (восстановлений).

Интенсивность восстановления - это условная плотность вероятности восстановления работоспособности объекта в рассматриваемый момент времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено.

Статистическая оценка интенсивности восстановления может быть проведена по формуле

$$\hat{\mu}(t) = \frac{m_n(\Delta t)}{m_o(t) \Delta t},$$

где $m_n(t)$ - число восстановлений в интервале времени от t до $t + \Delta t$, т.е. в рассматриваемый промежуток времени Δt ; $m_o(t)$ - число объектов, не восстановленных на момент t ,

К показателям восстановления относятся также *средняя трудоемкость восстановления* и *средняя суммарная стоимость ТО и (или) ремонта* за определенный период эксплуатации. Наряду со средними значениями этих показателей используются и удельные

значения, т. е. отношения их абсолютных значений к соответствующему математическому ожиданию наработки изделия за данный период эксплуатации.

Сохраняемость - это свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования, т.е. это свойство, определяющее способность объекта противостоять отрицательному влиянию окружающих условий и продолжительности его хранения и транспортирования. Показателями сохраняемости объекта обычно являются *гамма-процентный и средний сроки сохраняемости*.

Комплексные показатели надежности - это показатели, характеризующие несколько свойств, обычно безотказность и ремонтно-пригодность. К ним относятся коэффициенты готовности и технического использования.

Коэффициент готовности определяет вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени (кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусмотрено). Стационарное значение коэффициента готовности (если оно существует) определяется по формуле

$$K_r = \frac{t_o}{t_o + t_v},$$

где t_o - средняя наработка на отказ; t_v - среднее время восстановления.

Коэффициент технического использования определяется как отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии $t_{\text{раб}}$ за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных ТО $t_{\text{ТО}}$ и ремонтом $t_{\text{рем}}$ за тот же период

$$K_{\text{т.и}} = \frac{t_{\text{раб}}}{t_{\text{раб}} + t_{\text{ТО}} + t_{\text{рем}}}.$$

Направления повышения надежности

Существуют различные направления повышения надежности машин, основными из которых являются следующие.

1. Увеличение ресурса элементов конструкции в результате ее совершенствования и улучшения качества материалов деталей посредством их термообработки, применения различных способов упрочнения, износостойких наплавки и покрытий. Не менее эффективны и некоторые конструктивные методы: уменьшение скорое-

ти, нагрузки, использование многослойных конструкций, полимерных и эластичных материалов, снижающих трение и массу, а также повышающих стойкость деталей и узлов к ударной нагрузке. Повысить надежность деталей и узлов особенно труднодоступных для смазывания можно, изготавливая их из металлокерамики, получаемой методами порошковой металлургии.

2. Совершенствование систем смазывания элементов машин, заключающееся прежде всего в изменении вида трения и фильтрации масел, т. е. в замене сухого трения жидкостным (например, смазывание шарниров гусениц), повышении защищенности узлов трения, обеспечении герметичности корпусов, повышении тонкости фильтрации масел в двигателях и рабочих жидкостей в гидросистемах.

3. Оптимизация режимов работы машин, устранение имеющих перегрузок и контроль их технического состояния с помощью микропроцессорных устройств.

4. Использование модульного принципа при компоновке машины, обеспечивающего доступность и легкосъемность отказавших элементов.

5. Внедрение системы контроля за качеством проектирования, изготовления и эксплуатации машин, обуславливающей предотвращение образования различных их дефектов еще в процессе производства.

6. Использование наиболее совершенных методов, средств и материалов для поддержания работоспособности машин в процессе эксплуатации с учетом индивидуальных особенностей каждой машины. Например, установление оптимальной периодичности выполнения различных технических работ, выполнение правил замены различных конструктивных элементов и др.

2.3. Система технического обслуживания и текущего ремонта машин

Способы обеспечения работоспособности машин

Работоспособность машин обеспечивается двумя способами - поддержанием и восстановлением.

Техническим обслуживанием (ТО) называют комплекс операций (или операцию) по поддержанию работоспособности (или исправности) изделия при использовании его по назначению, хранении и транспортировании. Основной целью ТО является отдаление момента достижения машиной предельного состояния с помощью мероприятий, предупреждающих отказы и неисправности, т.е. поддерживающих параметры технического состояния машины (агрегата, механизма), близкими к номинальным (например, с помощью контрольно-регулирующих, крепежных работ или замены изно-

шенных деталей), а также снижающих темп изнашивания деталей (например, с помощью смазочных и регулировочных работ).

Кроме того, ТО предназначено для поддержания надлежащего внешнего вида машин, их санитарного состояния, а также обеспечения безопасности движения, надежности и экономичности работы и защиты окружающей среды.

ТО включает в себя регламентированные в технической документации операции (уборочно-моечные, крепежные, контрольно-регулировочные и смазочно-заправочные), проводимые принудительно в плановом порядке, как правило, без разборки и снятия с машины агрегатов, узлов и деталей. В ТО может также входить замена некоторых деталей, например фильтроэлементов. Проведенное ТО должно обеспечивать безотказную работу машины в пределах его периодичности.

Различают следующие виды ТО:

оперативное, выполняемое непосредственно перед и после работы машины. Объем такого ТО зависит от характера и условий ее использования;

периодическое, выполняемое через строго установленные интервалы времени и отличающееся трудоемкостью и периодичностью;

сезонное, выполняемое обычно два раза в год, т.е. при подготовке машины к зимней и летней эксплуатации;

специальное, выполняемое в случае резких отклонений от условий нормальной эксплуатации машины (например, при превышении нагрузок или после аварии), а также *разовое* (например, обкатка или предпродажная подготовка);

выполняемое при хранении (транспортировании) и обеспечивающее снижение влияния атмосферных и других внешних факторов, как правило, на неработающую машину.

В настоящее время все большее распространение получает *обслуживание машин по состоянию*, при котором объем и периодичность операций определяются фактическим состоянием их агрегатов и систем.

Ремонтом называют комплекс операций по устранению неисправности или восстановлению работоспособности изделий (или их составных частей), а также их ресурсов. Восстановление работоспособности включает в себя идентификацию отказа (определение его места и характера), наладку или замену отказавшего элемента, регулирование и контроль технического состояния элементов объекта и заключительные операции по контролю работоспособности объекта в целом. Отдельные операции ремонта могут совпадать с операциями ТО.

Ремонт обычно классифицируют по наличию регламента (регламентированный и выполняемый по потребности), планируемости (плановый, неплановый), а также назначению, характеру и объему выполняемых работ (текущий и капитальный).

Текущий ремонт (ТР) предназначен для обеспечения работоспособности машины восстановлением или заменой отдельных ее агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельного состояния.

Капитальный ремонт (КР) машин, агрегатов и узлов предназначен для восстановления их исправности и ресурса, близкого к полному (не менее 80 %), посредством замены или восстановления любых составных частей, включая базовые.

Направляются машины и агрегаты на КР на основании результатов анализа их технического состояния и наработки (или пробега). При этом учитывают также затраты на текущий ремонт, например суммарную стоимость израсходованных запасных частей с начала эксплуатации. Как правило, производят не более одного КР машины (не считая КР агрегатов). На практике стараются исключить полнокомплектный КР машины, заменяя отдельные агрегаты и узлы, требующие ремонта.

Для некоторых машин и агрегатов в зависимости от условий эксплуатации может предусматриваться *средний ремонт* (СР).

Необходимость проведения того или иного ремонта, его периодичность и операции определяются конструктивными особенностями машин, характером выполняемых ими функций, условиями эксплуатации и другими факторами.

Техническое состояние машин, их агрегатов и узлов без разборки определяется с помощью *диагностирования*, которое является технологическим элементом ТО и ремонта и заключается в определении требуемых операций, прогнозировании технического состояния и оценке качества выполненных работ.

Основы системы ТО и ремонта машин

Системой ТО и ремонта называют совокупность взаимосвязанных элементов: объектов и средств для их ТО и ремонта, исполнителей и инженерно-технической службы, программы и другой технической документации по принятой стратегии, а также по методам и режимам ТО и ремонта и т. п.

Целью системы ТО и ремонта является управление техническим состоянием машин в течение всего срока службы, позволяющее обеспечить заданный уровень готовности их к использованию по назначению и работоспособность в процессе эксплуатации, а также минимальность затрат времени, труда и средств на выполнение работ ТО и ремонта.

Основными понятиями системы являются межремонтный цикл, режимы ТО и ремонта (периодичность, трудоемкость, простои и др.) и структура цикла (число и последовательность выполнения различных видов ТО и ремонта).

Для большинства видов техники, в том числе для дорожных машин и автомобильного транспорта, принята планово-предупредительная система ТО и ремонта, основанная на обязательном планировании их сроков и объемов, подготовки и выполнения.

Операции системы ТО и ремонта обычно состоят из двух составных частей: контрольной и исполнительской. Планово-предупредительный характер системы ТО и ремонта определяет плановое и принудительное (через установленную наработку или промежуток времени) выполнение контрольной части операций и последующее выполнение по потребности исполнительской части. Часть операций ТО и ремонта (например, смазочные) выполняются в плановом порядке без предварительного контроля.

В настоящее время все шире внедряются методы определения необходимости выполнения ТО и ремонта отдельных агрегатов и систем, учитывающие их техническое состояние и основанные на использовании средств контроля и анализе параметров, полученных диагностированием. Например, определение состояния машины с помощью плановых осмотров и путем периодического анализа проб масел, отбираемых из ее агрегатов с заданной периодичностью и исследуемых, например спектрофотометрически, на содержание продуктов износа (алюминия, меди, хрома, железа, кремния).

Виды и режимы ТО и ремонта машин

Основными руководящими документами, определяющими систему ТО и ремонта машин, являются Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин и Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, содержащие виды ТО и ремонта, их периодичности, трудоемкость работ и продолжительность простоя машин, а также указания по организации, планированию и учету мероприятий ТО и ремонта.

Операции ТО и ремонта выполняются в соответствии с эксплуатационной и ремонтной документацией заводов-изготовителей, а также определяются требованиями к техническому состоянию машин, установленными стандартами.

ТО подвижного состава автомобильного транспорта по периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ подразделяется на следующие виды: ежедневное техническое обслуживание (ЕО), первое техническое обслуживание (ТО-1), второе техническое обслуживание (ТО-2) и сезонное техническое обслуживание (СО).

ЕО включает в себя контроль, направленный на обеспечение безопасности движения, работы по поддержанию надлежащего внешнего вида машины, а также заправку топливом, маслом и охлаждающей жидкостью, а в некоторых случаях – санитарную обработку кузова.

Для большинства автомобилей ТО-2 включает в себя и операции ТО-1 (выполняемые с периодичностью $/I$), а также дополнительные работы (выполняемые с периодичностью $/_2$). Периодичности ТО-1 и ТО-2 для автомобилей различных типов составляют соответственно 5... 8 и 20... 24 тыс. км. В нормативы трудоемостей ТО-1 и ТО-2 не включается трудоемкость ЕО.

Обычно сезонное техническое обслуживание проводят совместно с очередным видом ТО (чаще ТО-2). Отдельно планируется СО для подвижного состава, работающего в районах холодного и жаркого климата.

При диагностировании Д-1, выполняемом, как правило, перед и при ТО-1, определяется техническое состояние агрегатов и узлов, обеспечивающих безопасность движения и пригодность автомобиля к эксплуатации. При Д-2, выполняемом, как правило, перед ТО-2, определяется техническое состояние агрегатов, узлов и систем автомобиля, а также уточняются объемы ТО и потребность в ремонте.

Текущий ремонт должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов, узлов и деталей на пробеге, не меньшем, чем до очередного ТО-2. Для грузовых автомобилей, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности движения, рекомендуется проводить планово-предупредительный ремонт агрегатов и систем, влияющих на безопасность движения, а также тех, стоимость плановой замены которых ниже стоимости ремонта по потребности. Часть операций планово-предупредительного ремонта (малой трудоемкости) может выполняться вместе с ТО - это сопутствующий ТР.

Нормы пробега грузовых автомобилей обычно составляют 300... 350 тыс. км до КР или 600 тыс. км до списания. Для обеспечения исправного состояния подвижного состава с периодичностью, составляющей 50... 60% от пробега до КР, может проводиться ТР, включающий в себя углубленный осмотр, контроль, окраску и восстановление деталей и агрегатов, а также удаление коррозии и другие операции. В виде исключения при эксплуатации автомобилей в тяжелых дорожных условиях допускается производство среднего ремонта с периодичностью более одного года.

Нормативы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, приведенные в Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, рассчитаны исходя из полного или частичного сочетания следующих условий: первая категория условий эксплуатации машин, обслуживание базовых моделей автомобилей; выполнение ТО и ремонта на предприятии, имеющем 200... 300 машин из трех технологически совместимых групп; пробег обслуживаемых машин с начала эксплуатации составляет 50... 75% от пробега до капитального ремонта;

машины работают в умеренном климате; ЭП оснащено средствами механизации согласно таблице технологического оборудования. Для других условий эксплуатации предусматривается корректировка нормативов периодичности работ, их трудоемкости и простоев.

Для дорожных машин (ДМ) в зависимости от их конструкции и сложности предусматриваются одно-, двух- и трехступенчатая система ТО. Для большинства машин устанавливаются: ежесменное техническое обслуживание (ЕО), выполняемое перед, в течение и после смены; ТО-1; ТО-2; ТО-3 и СО. Возможно также проведение диагностических работ Д-1, Д-2 и Д-3, выполняемых, как правило, в соответствии с периодичностью ТО-1, ТО-2 и ТО-3.

В объем каждого ТО более высокого порядка обычно включают все работы предыдущих ТО, например ТО-2 состоит из работ ТО-1 и дополнительных операций, выполняемых с периодичностью ТО-2, а ТО-3 совмещается с плановым ТР и обычно выполняется после него.

Для ДМ на базе тракторов и с тракторными двигателями установлены те же виды ТО, как и для тракторов, т. е. ТО-1, ТО-2, ТО-3 и СО. Для ДМ на шасси автомобилей и с автомобильными двигателями предусмотрены ТО-1, ТО-2 и СО, а для простейших ДМ (бетоносмесителей, растворонасосов и др.) - ЕО, СО и одно ТО.

Периодичность ТО и ремонта ДМ устанавливается в часах наработки машины, которые определяются по показаниям счетчиков моточасов (мото-ч), а при их отсутствии или неисправности по данным учета сменного времени, скорректированного с помощью коэффициента внутрисменного использования.

Периодичность технических обслуживаний ДМ обычно кратна 50 мото-ч, а наработка до КР - 1000 мото-ч. У большинства ДМ (экскаваторов, катков, бульдозеров, кранов, погрузчиков и др.) периодичность ТО-1, ТО-2, ТО-3 с ТР и КР составляет соответственно 50, 250, 1000 и 6000 мото-ч, а у некоторых машин (например, тяжелых бульдозеров и скреперов) - 100, 500, 1000 и 6000 мото-ч. Плановые ТО и ремонт простых ДМ выполняются с периодичностью соответственно 100 и 1000 или 150 и 1500 мото-ч. В зависимости от конкретных условий эксплуатации допускается отклонение периодичности ТО и ремонтов в пределах 10 %.

Наиболее распространенную структуру межремонтного цикла ДМ в числовом виде можно представить как 96 - 18 - 5 - 1 (по числу выполняемых ТО и ремонта) или 50 - 250 - 1000 - 6000 (по периодичности ТО и ремонта). Здесь первая цифра характеризует ТО-1, а последняя - КР. Структура межремонтного цикла ДМ показана на рис. 2.4.

Плановый ТР, установленный для ДМ, включает в себя оценку технического состояния агрегатов и узлов по результатам диагностирования, частичную их разборку, замену и восстановление изно-

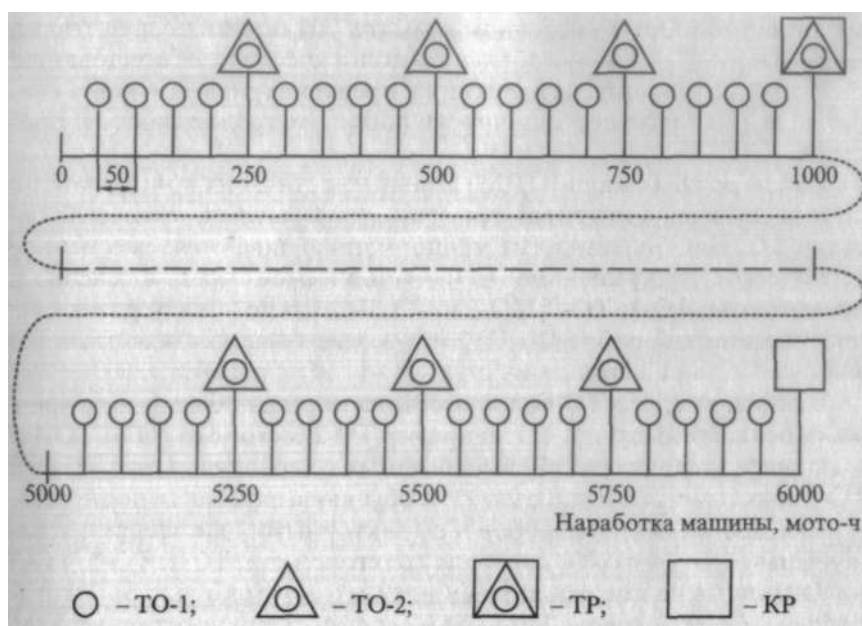


Рис. 2.4. Примерная структура межремонтного цикла ДМ

шенных деталей и другие ремонтные работы (разборочно-сборочные, регулировочные, слесарно-механические, кузнечные, сварочные и т.п.). Плановый ТР гарантирует работоспособность машины до очередного планового ТР (обычно в течение 1000 мото-ч).

Плановый текущий и капитальный ремонт стараются сочетать с работами по модернизации ДМ с целью повышения их технического уровня. При внезапном отказе оборудования выполняют неплановый ремонт, содержание и объем которого зависит от последствий отказа.

Нормативы ТО и ремонта ДМ, приведенные в Рекомендациях по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин, рассчитаны применительно к условиям проведения работ в организациях, имеющих в своем составе 100... 200 машин различного типа, расположенных в центральной природно-климатической зоне и обеспеченных эксплуатационной базой согласно требованиям типовых проектов. Показатели трудоемкости и продолжительности КР определены применительно к условиям ремонтных предприятий с производственной программой до 100 машин одной модели в год. Для других исходных условий предусматривается корректировка нормативов трудоемкости работ и простоев. При этом периодичность выполнения ТО и ремонта (в отличие от автомобилей) не подлежит корректировке.

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте понятие технического состояния машины и закономерности его изменения.
2. Назовите основные виды повреждений машины и охарактеризуйте их.
3. Какие методы используют для оценки износа элементов машины?
4. Что такое надежность и каковы основные состояния машины?
5. Какие показатели используют для оценки безотказности и долговечности машин?
6. Какие показатели используют для оценки ремонтпригодности и сохраняемости машин?
7. Какие показатели применяют для комплексной оценки надежности машин?
8. Каковы основные направления и методы повышения износостойкости и надежности машин?
9. Какие способы обеспечения работоспособности машин в эксплуатации вы знаете?
10. Опишите основные виды и режимы ТО и ремонта дорожных машин и автомобилей.

Глава 3

ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1. Подготовка машины к эксплуатации

В условиях рыночной экономики предприятиям, эксплуатирующим дорожные машины, автомобили и тракторы, предоставляется широкий выбор источников их получения. Предприятия-изготовители для эффективного продвижения своей продукции на рынок, как правило, создают региональную сеть официальных дилеров и субдилеров, в число которых могут входить сами эксплуатационные предприятия. Одной из форм приобретения дорогостоящей дорожной техники является передача ее в лизинг с правом последующего выкупа. Приобретая машину, покупатель имеет право поинтересоваться, является ли продавец официальным дилером предприятия-изготовителя. Строительная, дорожная и техника для коммунального хозяйства, а также автомобили и тракторы подлежат сертификации, т.е. любая приобретенная машина должна иметь сертификат соответствия или одобрения типа транспортного средства (для автомобилей) или их дубликаты, заверенные печатью органа по сертификации.

Таким образом, эксплуатационное предприятие может получить машину непосредственно с площадок предприятия-изготовителя, официального или субдилера, а также предприятия-лизингодателя. В последнем случае оплата за технику производится в рассрочку по договору лизинга и по прошествии определенного времени эксплуатирующее предприятие может выкупить ее. Аналогичные схемы продажи машин применяют и зарубежные фирмы только при пересечении таможенной границы они должны представить Российский сертификат соответствия или одобрения типа транспортного средства.

Все машины являются активной частью основных средств предприятия, а значит, объектом налогообложения и бухгалтерской отчетности.

Эксплуатацию строительных, дорожных и коммунальных машин, а также технологического автотранспорта в России в настоящее время регламентирует ГОСТ 25646-95 «Эксплуатация строительных машин. Общие требования», а в системе дорожного строительства и

эксплуатации дорог действуют Ведомственные строительные нормы (ВСН 36-90 «Указания по эксплуатации дорожно-строительных машин»). Эти документы определяют правила эксплуатации машин, начиная от приемки и заканчивая списанием и утилизацией.

Вводу машины в эксплуатацию предшествуют: приемка; расконсервация; монтаж, пуск и регулирование; обкатка и контроль ее технического состояния.

Все новые машины, поступающие на предприятия любой формы собственности, должны быть приняты комиссией с обязательным составлением акта (накладной) приемки-передачи основных средств (форма ОС-1). Если машина после приемки немедленно поступает в эксплуатацию, то в эту комиссию должен входить машинист (оператор, водитель), который будет на ней работать.

Предприятие, купившее импортную машину, заключает с фирмой-изготовителем или дилером контракт, в котором оговариваются условия доставки, предпродажной подготовки, гарантийного и послегарантийного обслуживания.

При приемке машины проверяют наличие пломб и ее комплектность в соответствии с паспортом (формуляром). Требования по проверке комплектности изложены в руководстве по эксплуатации. Соответственно проверяют наличие и комплектность эксплуатационной документации, поставка которой предприятием-изготовителем производится по согласованию с заказчиком и может содержать: руководство по эксплуатации (РЭ); инструкцию по монтажу, пуску, регулировке и обкатке (ИМ); формуляр (ФО) или паспорт (ПС); ведомость ЗИП (ЗИ); каталог деталей и сборочных единиц (КДС); нормы расхода запасных частей (НЗЧ); нормы расхода материалов (НМ); учебно-технические плакаты (УП); ведомость эксплуатационных документов (ВЭ). Подробно эксплуатационная документация рассматривается в гл. 4.

Далее проверяют соответствие машины в целом и отдельных сборочных единиц руководству по эксплуатации, а также ее техническое состояние и работоспособность.

Приемка машины, прошедшей капитальный ремонт на ремонтных предприятиях, производится в соответствии со следующими требованиями:

выдача машины из ремонта оформляется актом приемки-сдачи отремонтированных, реконструированных и модернизированных объектов (форма ОС-3), в котором отражается соответствие технического состояния и комплектности изделия требованиям нормативно-технической документации на ремонт, и делается соответствующая запись в паспорте машины;

технические характеристики, определяющие эксплуатационные свойства машины и качество ее ремонта, должны соответствовать нормам, представленным в ремонтной документации;

ремонтное предприятие должно гарантировать работоспособность машины в течение конкретного срока и (или) наработки с момента ввода их в эксплуатацию при условии соблюдения правил эксплуатации, установленных нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке;

послеремонтный гарантийный срок и (или) послеремонтная гарантийная наработка машины должны быть указаны в ремонтной нормативно-технической документации, а гарантийные обязательства должны быть отражены в ее паспорте.

При любой приемке машины особое внимание необходимо обращать на ее комплектность и отсутствие поломок, т.е. на работу отдельных сборочных единиц, правильность регулировки и работу машины в целом. При смене бригад, обслуживающих машину, дополнительно проверяют наличие топлива в баках и жидкости в системе охлаждения, а также выполнение сдающей бригадой ежедневного технического обслуживания, так как передавать разрешается только исправные и комплектные машины.

В случае обнаружения при приемке машины некомплектности, какой-либо неисправности, несоответствия показателей данным, указанным в паспорте или руководстве по эксплуатации, а также при преждевременном износе и выходе из строя машины, ее сборочных единиц и деталей составляют акт о выявленных дефектах оборудования (форма ОС-16) и предъявляют его соответственно предприятию-изготовителю или ремонтному предприятию в порядке, установленном Положением о поставках продукции производственно-технического назначения.

Акт по форме ОС-16 на новую или отремонтированную машину датируется временем обнаружения недостатка приемочной комиссией и должен содержать следующие сведения: наименование организации-потребителя, ее почтовый и железнодорожный адреса, телефон, факс и другие средства связи с потребителем; наименование, почтовый адрес и другие реквизиты предприятия-изготовителя или ремонтного предприятия; наименование и марку машины или сломанной сборочной единицы; заводской номер машины и двигателя; дату отгрузки и получения машины потребителем, дату начала работы машины; характер выявленного недостатка, причины и требуемые по мнению комиссии для его устранения технические воздействия; предложения по возможности устранения недостатка силами потребителя за счет производителя или ремонтного предприятия. Подписывается такой акт руководителем предприятия-потребителя и членами приемочной комиссии.

Обнаруженные при приемке машины неисправности устраняются предприятием-изготовителем или ремонтным предприятием.

Расконсервация машин, поступающих на эксплуатирующее предприятие производится в соответствии с требованиями предпри-

ятия-изготовителя, изложенными в руководстве по эксплуатации. Если консервация проводилась нанесением ингибиторов на поверхности машины, то при расконсервации удаляется ингибированная бумага, проводятся продувка полостей подогретым сжатым воздухом и промывание их мыльно-содовым раствором, если же при консервации использовались масла и смазки, расконсервация заключается в смывании их горячей водой, моющими растворами или органическими растворителями с последующей протиркой поверхностей. Нанесенные на поверхности машины ингибированные полимерные покрытия удаляются механически, а светозащитные составы с поверхностей резинотехнических элементов - с помощью моющих растворов.

Монтаж, пуск, регулировка, обкатка и контроль технического состояния машины выполняются в соответствии с требованиями соответствующей инструкции.

Новые машины и машины, которые монтируются на месте работы после монтажа, обкатываются в режимах, установленных предприятием-изготовителем в руководстве по эксплуатации, а машины, вышедшие из ремонта, обкатываются в режимах, указанных в технической документации ремонтных предприятий.

Целью обкатки является приработка новых и отремонтированных (восстановленных) деталей и сборочных единиц, которые могут иметь шероховатости и отклонения геометрической формы, а также забоины и вмятины. Обкатка выявляет также дефекты конструкции и производства.

Если за период обкатки не было выявлено никаких дефектов, машина вводится в эксплуатацию. Данные о проведенной обкатке заносят в паспорт (формуляр) не позднее чем через 10 дней после ее окончания.

Перед началом обкатки обязательно проводятся контрольно-регулирующие и крепежные работы.

Период обкатки зависит от сложности конструкции машины и может составлять от 10 до 90 мото-ч. Так, период обкатки простых машин с приводом от электродвигателя (типа ленточных транспортеров, ковшовых и шнековых элеваторов) составляет 10... 20 мото-ч, а камнедробильных, сортировочных машин и бетоносмесителей - 30...40 мото-ч. В соответствии с руководством по эксплуатации обкатка экскаватора ЭО-2621В-2 длится 30 мото-ч, а автогрейдера ДЗ-122 и его модификаций - 60 мото-ч. При этом для автогрейдера должен соблюдаться следующий режим обкатки: работа двигателя на холостом ходу - 10... 15 мин; работа машины без нагрузки - 5 мото-ч; работа под нагрузкой - 55 мото-ч. Нагрузка должна увеличиваться плавно и постоянно, но не должна превышать 75 % номинальной мощности двигателя в конце процесса обкатки. В процессе обкатки необходимо внимательно следить за показаниями

контрольно-измерительных приборов машины. При значениях показателей, превышающих номинальные, машину немедленно останавливают для выявления причин нарушения режима эксплуатации, т. е. обкатка должна проводиться под наблюдением опытного механика.

Поскольку процесс обкатки сопровождается интенсивным отделением микрочастиц от трущихся деталей, их необходимо обильно смазывать (в среднем в два раза чаще, чем при обычной эксплуатации). По окончании обкатки смазывающие материалы полностью заменяют.

Все машины эксплуатирующего предприятия должны числиться в его списочном составе, находиться на балансе и иметь инвентарные номера, соответствующие номерам инвентарных карточек, хранящихся в бухгалтерии. Основанием для включения машины в списочный состав предприятия и постановки ее на баланс является приемо-сдаточный акт. Инвентарный номер присваивается машине в течение пяти дней с момента приемки ее комиссией. При этом номер наносится краской с обеих сторон на дверях машины, а при отсутствии дверей - на боковых плоскостях (передних по ходу движения). Высота цифр должна быть не менее 100 мм.

Каждая машина должна иметь паспорт (формуляр), который подлежит строгому учету. В паспорте должны быть указаны дата поступления машины на предприятие, ее инвентарный и государственный номера, фамилия машиниста (оператора), за которым она закреплена, сведения о рекламациях и результатах проверки, а также сведения о наработке, неисправностях при эксплуатации, технических обслуживаниях и ремонте. Ответственность за правильное ведение паспорта несет главный механик предприятия.

После получения инвентарного номера грузоподъемные машины и сосуды, работающие под давлением (компрессоры, ресиверы, паровые котлы и др.), до ввода их в эксплуатацию должны быть зарегистрированы в органах Госгортехнадзора, а самоходные машины на базе автомобильных шасси - поставлены на учет в Государственной инспекции по безопасности дорожного движения (ГИБДД) в пятидневный срок. Полученные при этом автомобильные номерные знаки закрепляются на отведенных для них местах. В дальнейшем машины периодически предъявляются надзирающим организациям для проверки их пригодности к дальнейшей эксплуатации.

В соответствии с Типовыми правилами регистрации тракторов, самоходных шасси, тракторных прицепов предприятий, учреждений и организаций России все вновь поступающие в организации тракторы, тракторные прицепы и дорожно-строительные машины на пневмоколесном ходу (самоходных шасси), передвигающиеся в процессе работы по дорогам общего пользования, также должны

быть зарегистрированы Государственной технической инспекцией в трехдневный срок после получения с присвоением и установкой типовых номерных знаков и занесением соответствующих данных в паспорт и регистрационную книгу.

Номерные знаки крепят:

на тракторах, имеющих жесткую кабину, - на левой стороне задней стенки кабины у смотрового стекла;

тракторах и самоходных шасси, имеющих мягкую (съемную) кабину или не имеющих ее, - на задней части крыла левого заднего колеса;

тракторах типа «Беларусь» - на специальном кронштейне для крепления номерного знака;

тракторном прицепе - на кронштейне, расположенном слева под задним бортом, или слева внизу заднего борта.

Номерной знак должен быть хорошо укреплен, а при использовании этих машин для транспортных работ на дорогах общего пользования - освещен в темное время суток.

На машины наносится также отличительный знак (с обеих сторон на дверях машины, а при отсутствии дверей - на боковых плоскостях в передних по ходу движения углах).

На специальных легковых автомобилях опознавательная надпись, соответствующая записи в техническом паспорте автомобиля, наносится вдоль бортов.

Машины, принятые комиссией, после нанесения инвентарного номера, отличительного знака, опознавательной надписи и установки номерного знака вводятся в эксплуатацию распоряжением руководителя предприятия. Сведения о дате поступления на предприятие и дате ввода в эксплуатацию должны быть внесены в паспорт машины в течение пяти дней. В эксплуатацию вводятся только исправные машины.

При эксплуатации, транспортировании, техническом обслуживании, ремонте и хранении техники назначается ответственный за нее, как правило, из числа инженерно-технических работников.

С момента ввода машины в эксплуатацию исчисляется срок ее гарантийной наработки, обусловленный договором купли-продажи или указанный в государственных стандартах на технические условия для конкретных видов продукции (как правило, не менее 12 мес со дня начала эксплуатации или 2000 ч наработки).

Все машины, работающие на предприятиях, должны быть закреплены за машинистами (операторами) с оформлением соответствующего акта и выдачей им справки. Работа на незакрепленной за машинистом машине запрещается.

К работе на ДМ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, инструктаж по технике безопасности и имеющие (обязательно) удостоверение на право работы на дан-

ной технике, выданное соответствующей обучающей организацией.

К управлению машинами, поднадзорными ГИБДД и Госгортехнадзору, допускаются машинисты (водители), окончившие соответствующие учебные заведения и аттестованные квалификационными комиссиями с обязательным участием в них представителей вышеуказанных ведомств.

При изменении модели машины или освоении новой техники необходимо ознакомить машиниста с ее конструктивными особенностями, правилами безопасной эксплуатации, организовать необходимую стажировку и проверить практические навыки.

При работе на машине машинист обязан иметь при себе: удостоверение на право управления, справку о закреплении за ним машины, наряд или путевой лист с указанием вида и места работы. При этом в наряде или путевом листе должна быть отметка (штамп) за подписью механика или прораба «Машина технически исправна. Выезд разрешаю».

Число машинистов машины и помощников определяется на основании указаний изготовителя, изложенных в руководстве по эксплуатации или паспорте, а также условий производства работ и принятого режима эксплуатации машин на данном предприятии.

В настоящее время предприятия-изготовители, перешедшие на фирменное обслуживание машин, практикуют проведение их предпродажной подготовки (обслуживания). При этом ее исполнители должны располагать персоналом соответствующей квалификации, необходимыми производственными площадями, оборудованием, эксплуатационными материалами и документацией. Право исполнителя на проведение предпродажной подготовки реализуется в соответствии с действующим законодательством.

После проведения работ исполнитель делает отметку в формуляре или паспорте машины о соответствии ее технического состояния, комплектности и товарного вида требованиям эксплуатационных документов. Взаимоотношения исполнителя предпродажной подготовки, продавца, покупателя и изготовителя машины регулируются договором и действующим законодательством Российской Федерации.

3.2. Монтаж и демонтаж машин

Частичный демонтаж машин производится в случае транспортирования их автомобильным транспортом, если размеры автопоезда не соответствуют транспортному габариту, предусмотренному Правилами дорожного движения, а также когда нет гарантии сохранности их товарного вида в процессе транспортирования

железнодорожным или водным транспортом. После прибытия машин к месту назначения проводят монтаж снятых с них сборочных единиц.

Демонтажу подвергаются также притрассовые асфальто- и цементобетонные заводы, камнедробильные, сортировочные установки и другие агрегаты, габаритные размеры которых не позволяют перемещать их на место новой дислокации в собранном виде. На новом месте работы эти установки снова монтируются.

Демонтаж с последующим монтажом необходим также при выполнении текущего и капитального ремонта машин. В этом случае он относится к разборно-сборочным работам в технологическом процессе ремонта.

Демонтажные работы начинают со снятия сборочных единиц, которые могут быть повреждены в процессе транспортирования (гибких элементов гидро- и пневмосистем, трубопроводов, тяг, рычагов и приборов). Затем отсоединяют навесное или прицепное рабочее оборудование, кабины, ограждения, капоты и кожухи топливных и других баков, электро- и гидрооборудование, панели приборов. Снимают также двигатели и элементы трансмиссии, размещая их на специальных подставках или в заранее подготовленных средствах упаковки. В ряде случаев для обеспечения требуемого транспортного габарита достаточно снять кабину, рабочее или ходовое оборудование.

Монтажные работы включают в себя три этапа: подготовительный, производственный и заключительный.

На подготовительном этапе разрабатывают технологические схемы монтажа, определяют, какой квалификации и специализации требуются рабочие, а также необходимые материалы, оборудование, запасные части, монтажные приспособления и инструменты. Для крупногабаритных машин и стационарных установок подготавливают монтажную площадку и грузоподъемные приспособления.

Характер и последовательность работ на производственном этапе определяются технологическими картами и зависят от вида монтируемых машин и оборудования. При этом каждый элемент машины, поступающий на место монтажа, должен быть комплектным и исправным.

На заключительном этапе проверяют качество и точность выполненных монтажных работ, а также работоспособность смонтированной машины или установки.

При сборке стационарных установок и оборудования в настоящее время используют ряд прогрессивных способов - это постепенное наращивание, постепенное подрачивание и крупноблочный монтаж. При постепенном наращивании секции установки последовательно монтируются на ранее смонтированных, а при посте-

пенном подращивании сначала монтируется верхняя секция, которая затем поднимается с помощью грузоподъемных механизмов или собственных приспособлений, а под нее подводится нижележащая секция и т.д. Последней в этом случае монтируется нижняя секция. При крупноблочном монтаже секции установки собираются на нескольких автомобильных платформах-прицепах, а затем монтируются вместе с ходовой частью. Последний способ является наиболее прогрессивным и обеспечивает выполнение монтажа и демонтажа в короткие сроки.

Проводят монтажно-демонтажные работы специальные монтажные бригады, в состав которых входят опытные монтажники, стропальщики и такелажники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие предварительный и периодический медицинские осмотры.

Перед началом работ члены бригады обязаны ознакомиться с технологической картой монтажа или демонтажа, последовательность и содержание которой они должны неукоснительно выполнять в процессе проведения работ. На период монтажно-демонтажных работ назначается ответственный из числа инженерного или технического персонала, контролирующий ход работ, соблюдение технологической последовательности выполнения операций, правил охраны труда и техники безопасности, а также следящий за состоянием и исправностью монтажного оборудования, инструмента и спецодежды работающих.

3.3. Транспортирование машин

Транспортируются машины от изготовителя или фирмы-дилера к потребителю, с объекта на объект, к месту ремонта, технического обслуживания или хранения. При необходимости разрабатывается соответствующий проект.

В зависимости от конструктивных особенностей, массы и размеров машин, заданных расстояния и сроков, состояния дорог и других условий транспортирование может производиться собственным ходом, на буксире, грузовом автомобиле, прицепе-тягеловозе, железнодорожным, водным и воздушным транспортом.

По железным дорогам, водным и воздушным транспортом машины перевозятся в соответствии с правилами, действующими на этих видах транспорта.

В соответствии с требованиями изготовителя, содержащимися в руководстве по эксплуатации, и с учетом условий транспортирования машин на данном предприятии и местных условий главный инженер (главный механик) эксплуатирующего предприятия устанавливает способ транспортирования конкретного типа машин.

При этом необходимо учитывать следующее:

гусеничные машины могут перемещаться собственным ходом только в порядке исключения вне дорог общего назначения на расстояние до 15 км. При перевозке их на большие расстояния применяют грузовые машины и прицепы-тяжеловозы. Экскаваторы и асфальтоукладчики на гусеничном ходу разрешается транспортировать только прицепами-тяжеловозами;

дорожные катки с гладкими вальцами и кулачковые катки транспортируют на грузовых автомобилях или прицепах-тяжеловозах;

пневмоколесные самоходные дорожные машины собственным ходом могут перемещаться только на расстояние до 20 км, а на буксире - до 150 км;

перевозку дорожных машин (особенно гусеничных, а также оборудования асфальтобетонных и цементобетонных заводов) на расстояние до 50 км, а в отдельных случаях и до 300 км целесообразно осуществлять на прицепах-тяжеловозах;

перевозка дорожных машин по железной дороге, водным и воздушным транспортом целесообразна на расстояние свыше 300 км.

В каждом конкретном случае при выборе способа транспортирования машины составляется технико-экономическое обоснование, в котором учитываются необходимое время прибытия ее на объект, стоимость перевозки различными видами транспорта, состояние и специфика существующих транспортных сетей, возможные потери от простоев и ряд других факторов. Например, при устранении последствий природных и техногенных катастроф, связанных со спасением жизни людей, пренебрегают экономическими факторами, доставляя требуемые механизмы воздушным транспортом, а для создания запасов на зимний и последующие периоды в северных районах завоз машин и оборудования целесообразно производить водным транспортом.

Транспортирование машин собственным ходом, на буксире, грузовых автомобилях и прицепах-тяжеловозах по улицам населенных пунктов и дорогам должно осуществляться в соответствии с Правилами дорожного движения.

Перед транспортированием ответственное лицо намечает маршрут движения, при необходимости согласовывая порядок движения негабаритного груза с дорожно-эксплуатационными, коммунальными организациями, ГИБДД и Госэнергонадзором.

Самоходные машины подразделяются на три группы:

со скоростью движения до 20 км/ч (экскаваторы, дорожные катки, грузоподъемные краны на пневмоходу);

скоростью движения 20...40 км/ч (скреперы самоходные, краны на спецшасси, погрузчики фронтальные одноковшовые и многоковшовые, автогрейдеры, бульдозеры и экскаваторы-погрузчики на базе пневмоколесных тракторов);

скоростью движения свыше 40 км/ч (все дорожные и машины коммунального хозяйства на базе автомобилей).

Транспортировать собственным ходом разрешается только исправные машины, поэтому предварительно проводят их внеочередное техническое обслуживание в целях устранения неисправностей и выполнения смазывания сборочных единиц ходового оборудования и органов управления. Прицепные машины, не снабженные тормозами, можно транспортировать только с помощью жесткой сцепки (буксира).

При транспортировании машин на прицепах-тяжеловозах необходимо использовать второй автомобиль, осуществляющий дополнительное торможение на крутых спусках и оказывающий помощь при буксировании на крутых подъемах. Перевозка машин на буксире и прицепах-тяжеловозах при гололеде и других неблагоприятных дорожных условиях запрещается.

На территории ЭП должна быть оборудована площадка (эстакада, платформа) для погрузки и разгрузки машин с грузовых автомобилей, прицепов-тяжеловозов, а также железнодорожных платформ и полувагонов (при наличии железнодорожного тупика). В случае отсутствия такой площадки погрузка и выгрузка производятся стандартными грузоподъемными средствами с использованием такелажных приспособлений, исключающих повреждение машин и их составных частей.

При приемке новых и отремонтированных машин от транспортных организаций по сопроводительным документам необходимо проверить число прибывших мест, целостность упаковки и наличие пломб. При их повреждении соответствующие транспортные места вскрывают и проверяют комплектность и сохранность машин и их составных частей. Если при проверке обнаруживаются нехватка транспортных мест, отдельных составных частей машины и (или) их поломки, составляется акт о приемке оборудования (форма ОС-14) в присутствии представителя транспортной организации. Согласно Постановлению Министерства путей сообщения Российской Федерации за нарушение сроков доставки, утерю или повреждение груза в пути следования отвечает отделение дороги пункта получения. Отделение дороги пункта отправления отвечает за своевременную отправку груза и правильность его расположения в вагоне или на платформе. Претензии получателя должны быть рассмотрены в течение месяца. За груз, утерянный полностью или не подлежащий восстановлению, отделение должно заплатить всю его стоимость, указанную в сопроводительных транспортных документах; при повреждении груза оплачивается только сумма нанесенного ущерба. В любом случае при утере или повреждении груза отделение железной дороги должно вернуть все предварительные платежи, внесенные за доставку.

При расчетах времени, затрачиваемого на перевозку машин по железной дороге, исходят из того, что на доставку на расстояние до 200 км, включая погрузку и разгрузку, необходимы одни сутки, плюс 0,5 сут на каждые последующие 100 км.

Для предназначенных к транспортированию машин подбирают платформы соответствующих габаритных размеров и грузоподъемности, рассчитывают крепление и организуют их отправку в составе поезда, следующего к месту назначения.

При подготовке машин к транспортированию их открытые поверхности покрывают антикоррозионной смазкой, из систем питания, охлаждения и гидросистем удаляют соответствующие жидкости, двери кабин пломбируют, а стекла прикрывают деревянными или металлическими щитами, давление в шинах доводят до номинального, включают механические тормоза и стопорные приспособления, ценное оборудование и инструменты снимают и упаковывают отдельно.

Габаритные размеры машин, транспортируемых по железной дороге, должны соответствовать действующим правилам эксплуатации железных дорог Российской Федерации, т. е. установленная на железнодорожной платформе машина должна вписываться в поперечный и высотный железнодорожные габариты. В противном случае машину разбирают. Под габаритом погрузки (ГП) подразумевают предельный контур, в который должен вписываться размещенный на открытых платформах груз при прохождении поезда на прямом горизонтальном отрезке пути. Этот контур представляет собой прямоугольник шириной 3250 мм и высотой 4000 мм, в верхней части которого размещена трапеция с длиной большего основания, равной ширине прямоугольника, с меньшим основанием, равным 1240 мм, и высотой 1300 мм. Таким образом, общая высота габарита погрузки от уровня верхней головки рельсов составляет 5300 мм. Машины, не вписывающиеся в указанный габарит погрузки, перемещаются по железной дороге без разборки только по специальному разрешению.

При размещении машины на платформе необходимо соблюдать равномерность нагрузки на рессоры вагонов. Допускается смещение центра массы машины по отношению к продольной оси платформы не более чем на 0,1 м. На двухосной платформе предельно допустимая высота центра тяжести машины массой до 15 т составляет 1,7 м, а машины массой 20 т - 1,6 м; на четырехосной платформе машин массой до 35 т - 1,8 м; до 40 т - 1,7 м, а более 40 т - 1,5 м.

Масса машины при установке на платформе должна распределяться по ее оси равномерно. Разница в осевой нагрузке допустима не более 4 т на двухосной платформе и 10 т - на четырехосной.

Для длинномерных грузов, установленных на сцепках платформ, необходима проверка возможности прохождения их по участкам железнодорожных путей с искривленным профилем.

Колесные и гусеничные машины с массой соответственно 24 и 25 т размещают на платформах согласно Техническим условиям погрузки и крепления грузов и руководству по эксплуатации конкретной машины. Схему размещения и крепления более тяжелых машин разрабатывает предприятие, являющееся владельцем машины, в соответствии с техническими условиями и согласовывает с представителями железной дороги. Закрепляют машины на платформе клиньями, поводками и растяжками, рассчитанными по максимальным сдвигающим машину силам. Под каждое колесо машины устанавливают дополнительные подкладки длиной, равной не менее 2,5 диаметров колеса, и с сечением не менее 50 x 200 мм. С внутренней или наружной стороны каждого колеса устанавливают также продольные или поперечные бруски. Растяжек, изготовленных из мягкой отожженной стальной проволоки диаметром 3,5... 6 мм, должно быть не менее четырех. Точные их число и состав указываются в руководстве по эксплуатации каждой машины, если же эти данные не приведены, требуемую прочность растяжек рассчитывают.

Погрузка машины на железнодорожные платформы осуществляется либо с погрузочных площадок, либо грузоподъемными машинами. Пример строповки автогрейдера ДЗ-122 при погрузке на железнодорожную платформу или другое транспортное средство показан на рис. 3.1. Для удобства зачаливания в подмоторной части его рамы сзади и в основной балке спереди вварены специальные крюки. Для крепления на платформе под каждое колесо автогрейдера сзади, спереди и снаружи подкладывают брусья размером 160 x 100 x 600 мм, прибивают нижний брус к платформе 12 гвоздями диаметром 6 мм и длиной не менее 200 мм. Затем устанавливают четыре растяжки из проволоки диаметром 6 мм по восемь нитей в

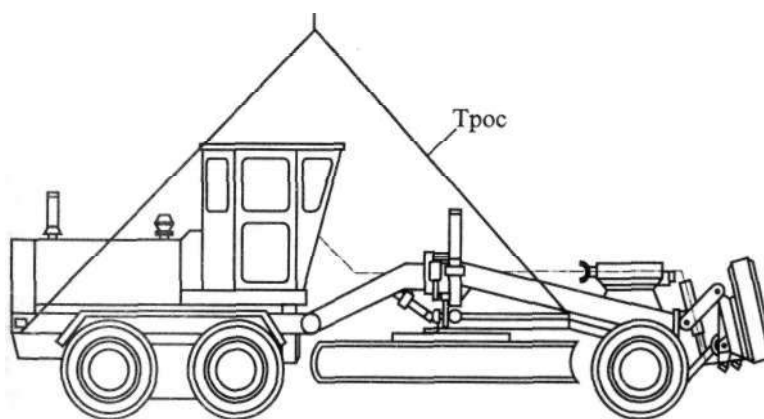


Рис. 3.1. Схема строповки автогрейдера

каждой пряди, две из которых крепят спереди за балку переднего моста, а две - сзади за корпусы осей заднего моста (рис. 3.2). Перед началом стягивания под петли растяжек в местах соприкосновения их с деталями машины устанавливают войлочные прокладки, а в конце стягивания в местах скрутки вставляют клинья, предотвращающие вытягивание растяжек.

Транспортирование дорожных машин, автомобилей и тракторов водным путем производится в соответствии с Правилами перевозки грузов, буксировки плотов и судов речным транспортом. Грузят машины на суда собственным ходом с пристаней для погрузочно-разгрузочных работ или грузоподъемными механизмами. Для транспортирования используют баржи или понтоны. Крепится машина на судне так же, как на железнодорожной платформе.

Транспортирование техники по воздуху, обеспечивающее высокие скорости перевозок и в ряде случаев являющееся единственно возможным способом ее доставки, осуществляется в соответствии с Правилами перевозки пассажиров, багажа и груза по воздушным линиям Российской Федерации вертолетами грузоподъемностью до 40 т и самолетами грузоподъемностью до 80 т с размерами грузового трюма 4 х 4 х 20 м.

Грузовые самолеты и вертолеты могут перевозить бульдозеры, автогрейдеры и экскаваторы без демонтажа. При применении надежной подвески вертолеты и дирижабли могут транспортировать машину любых габаритных размеров без демонтажа. Для транспортирования машин в заболоченные районы используют грузовые платформы на воздушной подушке грузоподъемностью в несколько десятков тонн.

Следует избегать транспортирования машин по пересеченной местности и бездорожью. Однако бывают ситуации, когда передвижение по бездорожью неизбежно. В этих случаях необходимо предварительно обследовать труднопроходимые участки и определить способы их преодоления, т. е. требуется знать дорожный просвет, радиусы продольной и поперечной проходимости, передний и задний углы свеса, удельное давление колес и гусениц на опорную поверхность, сцепление ведущих колес с опорной поверхностью (сцепной фактор), минимальный радиус поворота машины. Например, знание дорожного просвета позволяет определить, какой высоты препятствие уместится между колесами или гусеницами машины. От продольного и поперечного радиусов проходимости зависит возможность преодоления машиной рвов, бугров и других неровностей. Увеличение углов переднего и заднего свесов позволяет повысить проходимость машиной канав, выступов и других препятствий. Меньшее удельное давление на опорную поверхность (определяемое для пневмоколесных машин номинальным давлением в шинах) обуславливает большую проходимость машины на

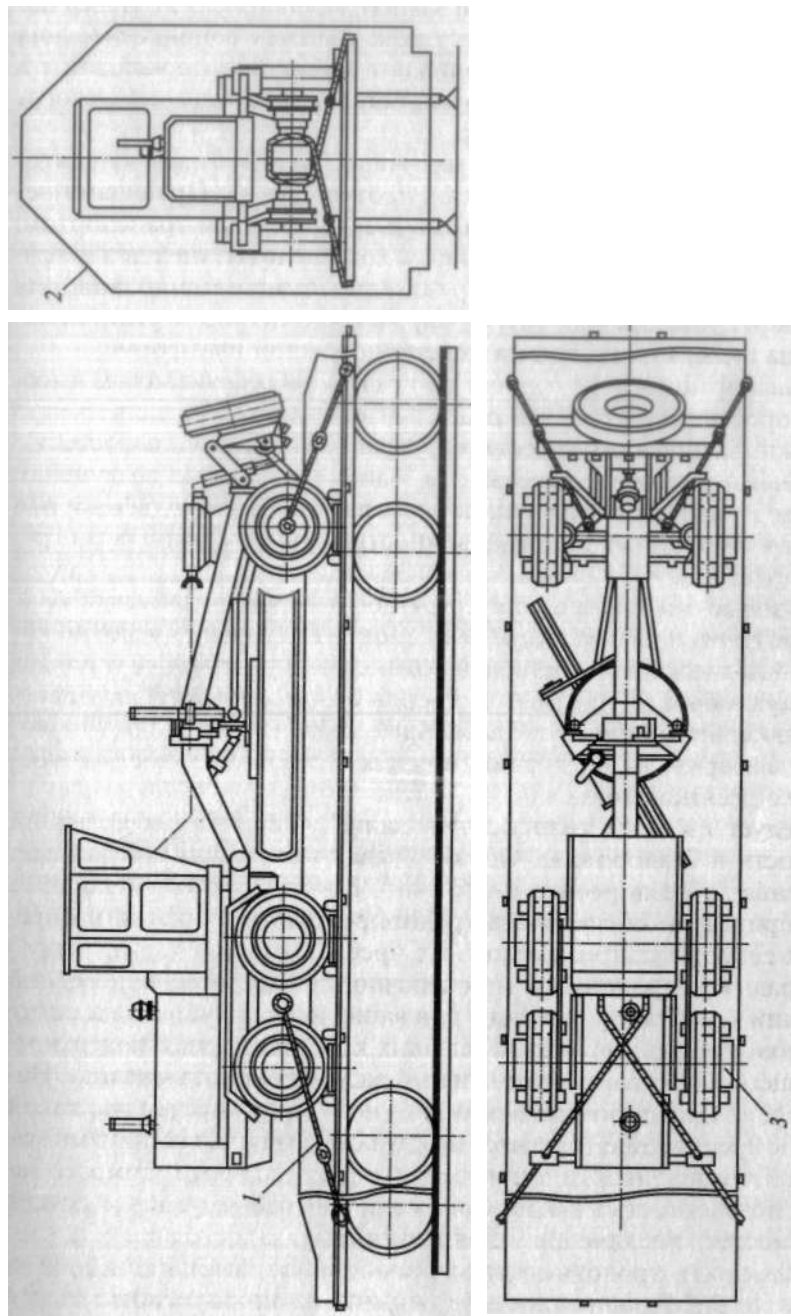


Рис. 3.2. Схема крепления автогрейдера на железнодорожной платформе:
1- растяжка; 2 - железнодорожный габарит; 3 - брусок

слабых грунтах. Сцепление с грунтом увеличивается, если все колеса машины ведущие, а также с помощью специальных грунтозацепов и цепей. Меньший радиус поворота обеспечивает большую маневренность машины в стесненных условиях.

Для преодоления крутых подъемов сила тяги, развиваемая самоходной машиной или тягачом, должна быть больше силы сопротивления движению. Так как сила тяги зависит от веса машины, максимальный уклон, %, преодоление которого возможно без буксования, определяется следующим образом:

для тягача

$$i_t = \frac{P_1 \varphi - (P_1 f_1 + P_2 f_2)}{P_1 + P_2} ;$$

для самоходной машины

$$i_c = \varphi - f_1 ,$$

где P_1, P_2 - вес тягача и прицепа, кН; φ - коэффициент сцепления движителя с опорной поверхностью; f_1, f_2 - коэффициенты сопротивления движению тягача и прицепа (табл. 3.1).

Движение по крутым спускам производится на постоянной и безопасной скорости при совместном торможении колесными тормозами и двигателем, т.е. прекращение подачи топлива в двигатель превращает его из источника энергии в потребителя. При этом энергия, расходуемая на преодоление сопротивлений, возникающих в трансмиссии и отключенном от подачи топлива двигателе, в среднем составляет 80 % от его номинальной мощности.

Преодоление косогоров с уклоном более 10% возможно только после анализа поперечной устойчивости машины и прицепа с грузом. Для чего из условия статического равновесия с достаточной степенью точности определяют допустимую высоту общего центра тяжести:

$$H = \frac{M_1 (h_1 + h_2) + M_2 h_2}{K_6 (P_1 + M_2)} ,$$

где M_1, M_2 - соответственно масса груза и транспортирующего устройства (прицепа тяжеловоза), т; h_1, h_2 - соответственно высота центра тяжести груза и транспортирующего устройства, м; $K_6 = 1,5$ - коэффициент безопасности.

Тогда максимальный поперечный уклон

$$i_n = \frac{K}{2K_6 H} ,$$

где K - ширина колеи транспортирующего устройства, м.

Таблица 3.1

**Коэффициенты сцепления движителя (φ) и сопротивления движению (f)
для различных опорных поверхностей**

Опорная поверхность	Движитель			
	пневмоколесный		гусеничный	
	φ	f	φ	f
Асфальтобетонная и цементобетонная:				
сухая	0,4. .0,5	0,01 ...0,02	0,5	0,05
влажная	0,12. .0,3	0,01 ...0,02	0,5	0,05
Гравийная и щебеночная:				
сухая	0,5. .0,7	0,025...0,03	0,6	0,06
влажная	0,2. .0,3	0,025...0,03	0,6	0,06
Песчаная	0,1. .1,0	0,1 ...0,15	0,4	0,15
Грунтовая:				
укатанная	0,7. .0,9	0,035...0,045	0,7	0,07
неровная и грязная	0,15. .0,2	0,04...0,06	0,6	0,08
Скользкая (грязь, снег, лед)	0,15. .0,2	0,04 ...0,06	0,8 ...1,0	0,11...0,22
Снежная:				
плотная	0,3. .0,4	0,035	0,5	0,2
рыхлая	0,15. .0,2	0,05	0,4	0,4

Примечание. При наличии на пневмоколесном движителе шпор или цепей значения коэффициентов φ и f возрастают на 20...40%.

При движении по пересеченной местности необходимо соблюдать следующие правила. На крутых подъемах нельзя переключать передачи и останавливаться. После преодоления подъема скорость машины надо довести до значения, обеспечивающего безопасность движения исходя из условий сцепления с дорогой и видимости. На крутых и длинных спусках скорость снижают тем больше, чем больше уклон. Если машину или автопоезд требуется остановить на подъеме или спуске, торможение производится без выключения сцепления и смены передачи. Если созданного при этом тормозного усилия недостаточно, пытаются погасить ускорение движения наездом на непреодолимое препятствие (ограждение, валун, столб и т.п.). На косогорах нельзя выполнять крутые повороты и быстро менять скорость движения во избежание возникновения сил

инерции, увеличивающих опрокидывающую силу. Возможность проезда по дорогам с крутыми поворотами определяется минимально возможным радиусом поворота машины и другими показателями ее маневренности.

Перед переправкой машины или автопоезда вброд необходимо подготовить спуски и въезды в воду, проверить плотность дна и разметить маршрут вехами. Максимально допустимая глубина брода определяется по высоте расположения отверстий выхлопной трубы или воздухозаборника воздушного фильтра при их расположении в нижней части машины. Предназначенную для переправы вброд машину требуется предварительно подготовить: снять ремень вентилятора, поднять в безопасное место аккумуляторные батареи, защитить от попадания воды элементы электрооборудования, загерметизировать отверстия масляного щупа и патрубка для заправки масла.

Машина переправляется вброд на малой скорости, плавно, без рывков и остановок. Запрещается выключать двигатель на переправе, так как вода может попасть в систему выпуска отработавших газов, а остановка машины повлечет за собой вымывание донного грунта из-под колес и, следовательно, осложнит ее движение. Остановившиеся или забуксовавшие машины вытягивают на берег лебедкой или тягачом. Машину, преодолевшую брод, осматривают и возвращают в исходное состояние, т.е. надевают ремень вентилятора, монтируют аккумуляторные батареи, проводят разгерметизацию систем. Затем запускают двигатель и удаляют воду с трущихся поверхностей тормозных систем, нагревая их четырех-, пятикратным включением.

Перед транспортированием машин по снегу путь предварительно расчищают. Если это невозможно, необходимо знать, что максимальная толщина снежного покрова, преодолеваемого современными машинами на пневмоколесном ходу, составляет 300... 500 мм, а на гусеничном – 300 мм. По снегу с плотностью 0,20... 0,25 г/см³, соответствующей его несущей способности 0,04...0,06 МПа, возможен проезд машин на гусеничном ходу, а при плотности снега 0,5 г/см³, соответствующей его несущей способности 0,8 МПа, – движение машин на пневмоколесном ходу. Для определения плотности и несущей способности снега в него с высоты, равной одному метру, вертикально в свободном падении отпускают стандартный инвентарный лом. Погружение лома на 1 м соответствует плотности снега 0,25 г/см³, а на 20 см – 0,5 г/см³.

Места с рыхлым и глубоким снегом преодолевают с разгона или в несколько заходов, направляя машину точно по старой колее. Намерзание снега на беговых дорожках вызывает перенапряжение гусениц, увеличивает сопротивление движению, а следовательно, вероятность их поломки и сброса. Во избежание этого ослабляют

натяжение гусениц, делают остановки через каждые 200... 300 м пути, включают передачу заднего хода и двигаются назад 10... 12 м с целью очистки нижней ветви, а затем продолжают движение вперед.

Машины с пневмоколесным ходом на скользкой дороге и на снегу трогать с места следует плавно, предотвращая буксование. Если колеса все же буксуют, частоту их вращения плавно снижают до прекращения проскальзывания, а потом вновь плавно увеличивают. Если это не помогает, необходимо снизить на время движения машины по льду и снегу давление в шинах вдвое по сравнению с номинальным, а также использовать подручные средства, увеличивающие сцепление колес с дорогой (песок, мелкий щебень, шлак или ветки).

На скользких дорогах тормозной путь машин увеличивается в два-три раза, поэтому при скорости 20 км/ч они должны двигаться на расстоянии 40... 50 м друг от друга. Следует также избегать резких торможений и включений сцепления, т.е. отключения трансмиссии от двигателя, а также переключения передач и резких поворотов. Давление в шинах всех колес машины и натяжение гусениц обоих бортов должно быть одинаковым. При этом небольшие подъемы преодолевают с разгона, используя накопленную инерцию машины.

Перед транспортированием машин по ледовым переправам требуется проверить прочность льда и установить характер соединения ледового покрытия с берегами. Для увеличения прочности сопряжения льда с берегом устраивают искусственные въезды и съезды для машин из бревен и досок.

Несущая способность льда зависит от его толщины, структуры, температуры воздуха и химического состава воды. Толщина льда для конкретных условий (определенной скорости воды и существующего температурного режима) является постоянной, но наличие снега, ключей и родников вызывает ее уменьшение. Структура льда меняется по высоте, причем прочность верхнего мутного слоя, имеющего аморфную структуру, вдвое меньше прочности нижнего прозрачного слоя, имеющего кристаллическую структуру. При снижении температуры воздуха прочность льда повышается.

Необходимая толщина льда для прохождения машин при температуре воздуха -10 °С определяется по эмпирической формуле

$$H = K_s \sqrt{Q},$$

где K_s - эмпирический коэффициент (для гусеничных машин $K_s = 0,9$; для пневмоколесных $K_s = 1$); Q - масса одиночной машины, т.

При температуре -5 °С толщина льда (H) умножается на коэффициент 1,1, а при 0 °С - на 1,3.

Толщина льда проверяется с помощью ледобуров и льдомеров через каждые 20...25 м по ходу следования машины. Расстояние между двигающимися по льду машинами, м,

$$L = K_1 Q + K_2,$$

где K_1 , K_2 - коэффициенты двух машин (соответственно для гусеничных машин это 0,33 и 8, а для пневмоколесных 0,5 и 10).

При перевозках в пустынной и полупустынной местностях следует выбирать задерненные участки и передвигаться вдоль гряд песка. При возможности изменения давления в шинах его доводят до 0,1 МПа. Гусеничные тягачи должны идти впереди колонны, а остальные машины за ними по колею с уплотненным песком. В летнее время песчаные преграды следует преодолевать в ночное или утреннее время, а пески-пльвуны - при минимальном давлении в шинах и на максимальной скорости без остановок.

Перед перевозкой машин по мостам необходимо определить их техническое состояние и грузоподъемность, т.е. проверить состояние проезжей части и несущих конструкций у металлических мостов и состояние проезжей части, наличие деформаций, трещин и нет ли расхождения массива опор на отдельные части у железобетонных и каменных мостов. Если перед мостом нет указателя с его грузоподъемностью, можно использовать следующие данные. Мосты на автомобильных дорогах I категории выдерживают нагрузки до 600 кН (60 т), на дорогах II и III категорий - 200 кН (20 т), металлические мосты - 600 кН (60 т). Проезжать по мосту следует плавно на пониженной скорости. На мостах запрещаются остановка, обгон и торможение. Если грузоподъемность моста недостаточна, то через мост сначала переправляют тягач с пустым прицепом-тяжеловозом, а затем транспортируемую машину собственным ходом.

Заболоченную местность рекомендуется объезжать, а если это невозможно, необходимо учитывать, что при движении машины в этом случае сцепление движителя с опорной поверхностью резко уменьшается, снижается сила тяги и одновременно увеличивается сопротивление движению. Колеса погружаются в слабый грунт, а буксующие гусеницы выбирают его из-под себя. В результате машина опускается и садится днищем на опорную поверхность. Поэтому перед преодолением заболоченных мест изучают выбранный маршрут. Глубину болот промеряют шестами диаметром 3... 4 см и длиной 2,5... 3 м, на концах которых имеются металлические трубы для извлечения проб донного грунта. Причем болота длиной до 200 м исследуют только по краям и в центре, а болота длиной более 200 м - через каждые 100 м маршрута. Для прохода гусеничных машин выбирают наиболее узкие и мелкие места. При этом

допустимая толщина слоя торфа или другого слабого грунта не должна превышать дорожного просвета машины. Если эти условия невыполнимы, используют усиливающие покрытия - настилы из фашин, матов и щитов. Длина переносимых инвентарных щитов должна в два раза превышать длину передвигающихся машин, а их ширина должна обеспечивать удельное давление на опорную поверхность, не выше 0,03 МПа.

Передвижение машин и автопоездов по дорогам общего назначения имеет свои особенности. Перед ночной поездкой водитель автопоезда (машинист-оператор самоходной машины) должен особенно тщательно осмотреть машину, проверить работу электрооборудования, световых приборов и устранить имеющиеся неисправности, а также уточнить габаритные размеры автопоезда (машины) и изучить по карте маршрут следования.

При появлении встречной машины ночью на расстоянии примерно 150... 100 м до нее следует переключить дальний свет фар на ближний. Ослепленный фарами встречной машины водитель должен снизить скорость и остановиться у обочины на время, необходимое для полного восстановления зрения. При езде по освещенным улицам включают только габаритные огни и ближний свет. Особое внимание требуется при пересечении регулируемых и нерегулируемых перекрестков и железнодорожных переездов.

В густом тумане при сокращении видимости до 10 м скорость движения уменьшают до 5 км/ч, а вне города рекомендуется периодически подавать звуковые сигналы и отвечать на сигналы других машин. На стоянке следует включать освещение. Обгонять, выезжать из ряда движения и буксировать машины в тумане запрещается.

При движении в дождь скорость снижают до 20 км/ч и включают стеклоочистители, при этом расстояние между движущимися машинами должно обеспечивать надежное их торможение, т. е. должно быть увеличено в два-три раза по сравнению со значением нормального тормозного пути.

3.4. Хранение машин

Каждое предприятие обязано обеспечивать правильное хранение эксплуатируемых машин. Причем хранение может быть межсменное - с прекращением эксплуатации до 10 дней, кратковременное - от 10 дней до двух месяцев и длительное (долговременное) - более двух месяцев. Долговременное хранение может быть сроком до одного года и более одного года.

При межсменном хранении в летнее время требуется только организация охраны машин, а в зимнее время необходимо также

принять меры, обеспечивающие пуск двигателя и защищающие их от воздействия низких температур.

Условия хранения каждого типа машин устанавливаются требованиями эксплуатационной документации. Например, ГОСТ 27252-87 (ИСО 6749-84) определяет правила хранения и консервации землеройных машин.

В зависимости от содержания в атмосфере коррозионно-активных агентов и размещения машин условия хранения подразделяются на следующие категории: *A* - легкие, *B* - средние, *C* - жесткие и *D* - очень жесткие, которые выбирает сам потребитель.

Условия межсменного или кратковременного хранения определяются категорией *A*. Условия длительного хранения представлены в табл. 3.2.

Межсменное и кратковременное хранение машин возможно на месте их эксплуатации и на базе предприятия, где они числятся на балансе, длительное же хранение - в основном на базе предприятия.

На межсменное и кратковременное хранение машины ставятся сразу после прекращения их эксплуатации, а на длительное - не позднее 10 дней с момента прекращения эксплуатации. Перед постановкой машины на длительное хранение проводят ее очередное техническое обслуживание. При этом все отверстия и щели (смотровые устройства, заливные горловины баков и редукторов, заслонки карбюраторов и вентиляторов, отверстия сапунов, выхлопные трубы двигателей и др.), через которые атмосферные осадки могут попасть во внутренние полости машины, плотно закрывают крышками, пробками-заглушками или другими специальными приспособлениями. Для обеспечения свободного выхода воды и конденсата из системы охлаждения сливные устройства оставляют открытыми. Капоты, дверцы кабин и горловины топливных баков закрывают, а при кратковременном и длительном хранении - пломбируют. Рычаги и педали механизмов управления устанавливают в положения, исключающие произвольное включение в работу машин и их основных частей.

При межсменном хранении машин на пневмоколесном ходу давление в шинах повышают сверх номинального, а при кратковременном и длительном хранении машины устанавливают на подставки (или подкладки) во избежание перекоса и изгиба их рам и других узлов и снижают давление в шинах до 70... 80 % от номинального. При этом между шинами и опорной поверхностью должен быть просвет 8... 10 см.

При хранении машин необходимо выполнять следующие требования:

места хранения машин располагаются не ближе 50 м от жилых зданий, складских и производственных помещений и не ближе 150 м от мест хранения топливосмазочных материалов;

Таблица 3.2

Условия одновременного хранения машин (ГОСТ 27252-87)

Место хранения	Содержание коррозионно-активных агентов в открытой атмосфере, мг/м ³		Условия хранения	Категории условий хранения в различном микроклимате			
				Умеренный	Холодный	Тропи- ческий	
						сухой	влажный
Сельская, лесная, горная местности	Не более 0,02	Хлориды Не более 0,3	Под навесом или на открытом воздухе, в том числе в транспортной упаковке В закрытом неотапливаемом помещении В помещении с регулируемыми параметрами атмосферы	C	C	B	D
				B	B	A	C
				A	A	A	A
Промышленная зона	0,02 ... 2,0	0,3 ... 2,0	Под навесом или на открытом воздухе, в том числе в транспортной упаковке В закрытом неотапливаемом помещении В помещении с регулируемыми параметрами атмосферы	D	D	D	D
				B	C	B	C
				A	A	A	A
Прибрежная зона	0,02 ... 0,2	2,0 ... 2000	Под навесом или на открытом воздухе, в том числе в транспортной упаковке В закрытом неотапливаемом помещении В помещении с регулируемыми параметрами атмосферы	D	D	-	D
				C	C	-	C
				A	A	-	A

Примечание. В помещении с регулируемыми параметрами атмосферы относительная влажность воздуха не должна превышать 70%.

сооружения для хранения машин обеспечиваются противопожарными средствами;

расположение машин в местах хранения должно позволять вывести их в случае пожара;

открытые площадки и навесы для хранения машин располагаются в сухих незатапливаемых местах, поверхность площадок должна быть ровной и иметь уклон 2... 3 %, обеспечивающий сток воды, а также твердое покрытие, способное выдержать нагрузку при перемещении и стоянке машины;

территория стоянки оборудуется ветрозащитными и снегозадерживающими устройствами и имеет по периметру водоотводные канавы;

на площадке размечают места стоянки и проезда машин, а на месте стоянки каждой машины должна быть табличка с ее маркой и инвентарным номером;

минимальное расстояние между машинами в одном ряду не менее 0,7 м, а между рядами - не менее 6 м;

при любых видах хранения машины на стоянках располагаются по видам и маркам так, чтобы обеспечить удобство их осмотра и обслуживания;

на стоянках запрещается производить чистку и мойку машин.

Работы по подготовке, установке на хранение и снятию с хранения машин выполняются лицами, за которыми они закреплены, под руководством механика.

Прием машин на хранение и выдача их с хранения оформляются приемо-сдаточными актами или записью в журнале учета. Сдача на склад сборочных единиц и деталей, снятых с машины, а также инструмента производится по описи, прилагаемой к приемо-сдаточному акту. При этом к ним или ящикам, в которых они хранятся, прикрепляют таблички с указанием марки и инвентарного номера машины. Приемо-сдаточный акт и приложения к нему хранят в бухгалтерии предприятия.

Техническое обслуживание машин, находящихся на длительном хранении, осуществляется в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

Машины, длительно хранящиеся под навесом или на открытых площадках, должны проверяться не реже одного раза в месяц, а после сильного ветра, снегопада или обильного дождя - не позднее следующего дня. Машины, хранящиеся в закрытых гаражах, проверяют один раз в два месяца. Детали из резины и текстиля раз в три месяца необходимо проветривать и перекладывать, а при необходимости - дезинфицировать, насухо протирать и припудривать тальком.

Категорически запрещается разуккомплектовывать машины, находящиеся на хранении.

При снятии машины с длительного хранения необходимо:

- снять ее с подставок или подкладок;
- очистить ее поверхности от предохранительных смазывающих материалов;
- снять все герметизирующие устройства (заглушки, склейки);
- повысить давление в шинах до номинального;
- установить на свои места все снятые при постановке на хранение детали и сборочные единицы;
- заправить систему охлаждения;
- залить топливо;
- проверить уровень масла в картерах и при необходимости долить его;
- проверить плотность электролита в аккумуляторе и при необходимости довести ее до нормы, соответствующей сезону эксплуатации;
- запустить и прогреть двигатель, проверить его исправность;
- проверить исправность действия различных механизмов.

Данные о постановке и снятии с хранения должны заноситься в паспорт машины.

3.5. Списание машин и технического имущества

К снятию с эксплуатации и списанию с баланса предприятия могут быть представлены машины, ремонтные и заправочные средства и любое оборудование, отработавшие установленные амортизационные сроки, при условии, что их базовые детали и большинство узлов и агрегатов достигли предельного состояния в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации или пришли в негодность в результате аварии или по другим причинам, а также при условии экономической нецелесообразности их восстановления.

Снятие с эксплуатации и списание с баланса предприятия проводится в соответствии с положениями и требованиями приказа Минфина РФ «Об утверждении Методических указаний по бухгалтерскому учету основных средств» (раздел 6. Выбытие основных средств).

Снятие с эксплуатации и списание с баланса производится постоянно действующей комиссией, состоящей из руководителей и специалистов предприятия, обязанных провести всесторонний технический осмотр представленной машины, а в случае необходимости разобрать отдельные ее узлы и механизмы. Члены комиссии несут персональную ответственность за правильность определения предельного состояния машины.

Снятие с эксплуатации и списание машин с баланса предприятия оформляется актом на списание основных средств (форма ОС-4).

Списание машин на базе автомобилей (прицепов и полуприцепов) оформляется актом на списание автотранспортных средств (форма ОС-4а). Акты утверждает руководитель предприятия.

Во всех случаях снятия машин с эксплуатации вследствие разуккомплектования, преждевременного износа или аварии к актам на списание должны прикладываться копии документов, объясняющих причины поломок или износа, с внесением предложений со стороны комиссии о привлечении виновных лиц к ответственности.

В случае если машина состояла на учете в ГИБДД, Госгортехнадзоре или Государственной технической инспекции, ее снимают с учета в этих организациях, а затем с баланса предприятия.

Машины, снятые с баланса, разбирают, а их сборочные единицы и детали дефектуют. Годные к применению и ремонту детали и сборочные единицы берут на учет для пополнения оборотного фонда, создаваемого на предприятиях для ремонта машин.

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте правила эксплуатации машин.
2. Что включает в себя подготовка машин к эксплуатации?
3. Что такое монтажные и демонтажные работы?
4. Как осуществляется транспортирование машин?
5. Как должны храниться машины на предприятии?
6. Как осуществляется списание машин?

Глава 4

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

4.1. Роль и место документации в эксплуатации машин

Эксплуатационная документация является одной из четырех составляющих системы эксплуатации машин автотранспортного комплекса России. В 1996 г. был введен в действие ГОСТ 2.601-95 «ЕСКД. Эксплуатационные документы», принятый Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации стран СНГ. Этот стандарт устанавливает виды, комплектность и правила выполнения эксплуатационных документов (ЭД), предназначенных для облегчения эксплуатации машин и ознакомления с их конструкцией, а также установления правил эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), определяющих основные параметры и свойства машины, гарантий изготовителя, длительность и условия функционирования, основные неисправности и методы их устранения, правила утилизации машин и их составных частей.

Эксплуатационная документация должна полностью соответствовать поставляемой машине, а сведения, содержащиеся в ней, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации машины в течение всего срока службы. При необходимости в ЭД приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационной документации ссылки делаются только на документы, включенные в соответствующую ведомость для данной машины. Приводятся также обозначения стандартов или технических условий, в соответствии с которыми изготовлены машина, сборочная единица, комплектующее изделие или материал.

Эксплуатационные документы разрабатывают на основе рабочей конструкторской документации, опыта эксплуатации аналогичных машин, анализа эксплуатационной технологичности машины в целом и ее составных частей, материалов по исследованию надежности машин данного типа и аналогичных машин другого типа и результатов научно-исследовательских работ, направленных на повышение качества машин.

4.2. Виды и комплектность эксплуатационных документов

К эксплуатационным документам относятся текстовые и графические рабочие конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности дают возможность ознакомления с машиной и определяют правила ее эксплуатации.

Согласно ГОСТ 2.601-95 предусмотрены следующие виды эксплуатационных документов.

Руководство по эксплуатации (РЭ) - документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) машины и ее составных частей и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации, а также методы оценки ее технического состояния при определении необходимости отправки в ремонт и сведения об утилизации машины в целом и ее составных частей.

До 1995 г. этот документ назывался «Техническое описание и инструкция по эксплуатации».

Инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке (ИМ) - документ, содержащий сведения, необходимые для монтажа, пуска, регулирования, обкатки и сдачи машины в эксплуатацию на месте применения, и составляющийся в случае, если эти сведения нецелесообразно или невозможно изложить в руководстве по эксплуатации.

Формуляр (ФО) - документ, содержащий гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик, информацию, о техническом состоянии машины, сведения о ее сертификации и утилизации, а также служащий для внесения фактических данных, которые необходимо фиксировать в период ее эксплуатации (длительность и условия работы, отметки о техническом обслуживании, ремонте, хранении и др.).

Паспорт (ПС) - документ, содержащий гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик машины, а также сведения о ее сертификации и утилизации.

В зависимости от назначения машины, условий ее эксплуатации и объема обязательных сведений изготовитель оформляет ФО или ПС.

Каталог деталей и сборочных единиц (КДС) - документ, содержащий перечень деталей и сборочных единиц машины, сведения об их числе, расположении, взаимозаменяемости, конструктивных особенностях и материалах. Разрабатывается на машины, для которых в течение времени их эксплуатации предусматриваются многократные ремонты и замены запасных частей.

Нормы расхода запасных частей (НЗЧ) - документ, содержащий номенклатуру запасных частей машины и их число, необходимое на период эксплуатации, т. е. среднее ожидаемое за период эксплу-

атации число замен составных частей из-за отказов и выработки ресурса.

Нормы расхода материала (НМ) - документ, содержащий номенклатуру материалов и их число, расходуемое за период эксплуатации машины, т.е. это средний ожидаемый расход материалов за период эксплуатации.

Ведомость комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗП) - документ, содержащий информацию о номенклатуре, назначении, количестве и местах расположения запасных частей, инструментов, принадлежностей (ЗИП) и материалов, расходуемых за период работы машины. Ведомость ЗП составляется для машин, к которым предусмотрен комплект ЗИП. Если число необходимых ЗИП незначительно, то ведомость не разрабатывается, а требуемая номенклатура перечисляется в формуляре или паспорте.

Учебно-технические плакаты (УП) - иллюстрации, содержащие сведения о конструкции машины, принципе ее действия, приемах использования и техническом обслуживании.

Ведомость эксплуатационных документов (ВЭ) устанавливает комплектность и места укладки документов, поставляемых с машиной или отдельно от нее. Если в комплект входят два или более самостоятельных ЭД, то такая ведомость составляется обязательно.

Эксплуатационные документы содержат в необходимом объеме сведения о машине в целом или ее составных частях. Эксплуатационные документы на составные части (при их наличии) допускается включать в комплект ЭД на машину в целом по согласованию с заказчиком. Тогда отдельные сведения о составных частях в текст ЭД на машину не включаются. Однако обычно описание и правила эксплуатации составных частей (в том числе покупных изделий) включаются в текст ЭД на машину в целом в виде самостоятельных разделов, подразделов и пунктов.

В эксплуатационной документации, поставляемой с машиной, должна в обязательном порядке содержаться следующая информация:

- номер и название стандарта, обязательным требованиям которого должна соответствовать машина;

- основные сведения о конструкции, технические данные и характеристики (свойства);

- правила и условия безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации;

- ресурс, срок службы и необходимые действия потребителя по его истечении, а также возможные последствия при невыполнении этих действий;

- гарантии изготовителя (поставщика);

- сведения о сертификации;

- сведения о приемке.

Серия государственных стандартов, определяющих различные термины и технические характеристики в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО, была разработана для тракторов, землевозов, погрузчиков, самоходных скреперов, автогрейдеров и трубоукладчиков. В них приводятся перечни параметров машины в целом и характеристики различных сборочных единиц. Приведем для примера номенклатуру характеристик некоторых сборочных единиц.

Двигатель: наименование изготовителя и модель; система воспламенения (от сжатия - дизельная или искровое зажигание); естественное всасывание, механический наддув или газотурбонаддув; тактность (двух- или четырехтактный); число цилиндров; диаметр и ход поршня; рабочий объем цилиндров; тип системы охлаждения (воздушная или жидкостная); вид топлива; мощность на маховике и максимальный крутящий момент при заданной скорости вращения коленчатого вала; тип стартера и напряжение в системе электрооборудования.

Трансмиссия: тип (электрическая, с ручным переключением и сцеплением на маховике, с сервопереключением и гидротрансформатором или без него, с объемной гидропередачей); число скоростей переднего и заднего хода; скорости движения передним и задним ходом. (Для скреперов и землевозов приводят зависимости тягового усилия на ведущих колесах от скорости движения - тяговые характеристики.)

Ведущие мосты: тип (управляемые, с жестким креплением, балансирной и (или) упругой подвеской, объемной гидропередачей, электрической трансмиссией, конической главной передачей, стандартным дифференциалом, самоблокирующиеся с муфтами свободного хода, с механизмом блокировки, планетарными ступенчатыми редукторами и т.д.).

Передние мосты (для автогрейдеров): тип (ведущий, с двухступенчатой механической передачей, объемным гидроприводом колес, не ведущий); наличие или отсутствие механизма наклона колес.

Гусеничный ход (для тракторов, погрузчиков и трубоукладчиков): параметры хода (колея и база, шаг гусеничной цепи, ширина башмака, высота грунтозацепа, площадь опорной поверхности, число башмаков и опорных катков с каждой стороны); тип тормозов (колодочные, дисковые, мокрые, сухие); тип системы привода (гидравлическая, механическая); тип бортовой передачи (одноступенчатая, двухступенчатая, планетарная); передаточное число; вид системы смазывания.

Рулевое управление: тип (с поворотными кулаками и трапецией, усилителем, ручное, гидрообъемное); с шарнирно-сочлененной рамой; с управляемыми колесами; аварийное; эффективность (минимальные радиусы поворота вправо и влево, а также при наклоне

колес и максимальном угле складывания рамы); габаритный диаметр поворота.

Рабочие и стояночные тормоза: тип (колодочные, дисковые, мокрые, сухие); система привода (механическая, пневматическая, гидравлическая, комбинированная); эффективность торможения (тормозной путь, максимальный уклон на стоянке).

Параметры рабочего оборудования: для бульдозеров - тип и размеры отвала; для погрузчиков - параметры ковша.

Шины: размер и тип; протектор; норма слойности; размер обода.

Гидросистема: тип, подача, давление рабочих насосов и гидромоторов; давление открывания главного предохранительного клапана; число и тип гидроцилиндров.

Заправочные емкости: топливный бак, картер двигателя, система охлаждения, трансмиссия, раздаточная коробка, дифференциал, гидросистема, бортовые передачи, система охлаждения, мосты, конечные передачи.

В номенклатуру характеристик входят также эксплуатационная масса, отгрузочная масса, габаритные размеры.

Это далеко не полный перечень технических характеристик. Более полную их номенклатуру можно узнать в стандартах на конкретные виды машин.

4.3. Примерное содержание эксплуатационных документов

Руководство по эксплуатации, как правило, включает в себя введение и следующие части: «Описание и работа», «Использование по назначению», «Техническое обслуживание», «Текущий ремонт», «Хранение», «Транспортирование», «Утилизация».

Во введении описываются назначение, содержание РЭ, требуемый уровень специальной подготовки обслуживающего персонала; поясняется, распространяется ли данное РЭ на модификации этой машины, а также приводятся другие необходимые сведения. Например, для машин и их составных частей, которые при определенных условиях могут представлять опасность для жизни и здоровья человека, приводится информация о видах опасных воздействий.

Часть «Описание и работа» содержит два раздела. В первом разделе рассматриваются назначение машины, ее технические характеристики, состав, устройство и работа, а также приводятся сведения о требуемых контрольно-измерительных приборах, инструментах и принадлежностях, маркировке, пломбировании, таре и упаковке машины в целом. Во втором разделе приводятся общие сведения и описываются работа, маркировка, пломбирование и упаковка составных частей машины.

В части «Использование по назначению» приводятся эксплуатационные ограничения, описывается подготовка машины к работе, порядок ее использования и действия в экстремальных условиях (меры безопасности; подготовка к работе, пуск и работа двигателя; трогание с места и движение самоходных машин; изменение скоростей - переключение передачи; торможение и остановка; контроль за работой сборочных единиц; правила обкатки машины; содержание операций, выполняемых машиной, рациональная установка и использование рабочего оборудования; настройка и действие автоматизированных систем и рабочего оборудования; особенности отказов машины в экстремальных условиях и условия, которые могут привести к аварийной ситуации; действия при пожаре).

В части «Техническое обслуживание» рассматриваются виды и периодичность технического обслуживания; перечень работ для различных видов ТО; обслуживание по состоянию; порядок выполнения отдельных операций ТО; периодичность смены (пополнения) топливосмазочных материалов (ТСМ) с указанием мест смазывания и норм расхода материалов; основные регулировочные показатели; порядок проверки работоспособности машины после ТО с указанием исполнителей конкретных операций (м - механик; о - оператор).

Возможные отказы машины и методы их устранения, а также указания по использованию комплекта ЗИП могут быть выделены в отдельную часть РЭ или рассматриваться в разных его разделах.

В части «Текущий ремонт» содержатся сведения, необходимые для организации и проведения текущего ремонта (ТР) машины и ее составных частей в условиях эксплуатации, т. е. методы и порядок проведения ремонта; перечень работ по ТР; последовательность разборки машины; описание сборки, регулирования и настройки сборочных единиц, а также способы испытания машины.

Для машин подконтрольных ГИБДД и Госгортехнадзору в РЭ должен быть раздел «Техническое освидетельствование», содержащий указания о порядке и периодичности освидетельствования машины или ее составных частей соответствующими органами, а также указания о том, в каком месте формуляра или паспорта должен быть приведен перечень поверяемых средств измерения, освидетельствованных сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных механизмов и их составляющих. Здесь же приводятся требования по подготовке средств измерений к поверке и методики поверки встроенных средств измерений без демонтажа с машины.

В части «Хранение» приводятся правила постановки машины на хранение; перечень составных частей с ограниченными сроками хранения; перечень работ, правила их проведения и меры безопасности при подготовке к хранению; способы консервации для кратковременного и длительного хранения; условия хранения изделий (вид хранилища, температура, влажность, освещенность

и т.п.); порядок снятия с хранения; материалы, применяемые для консервации и расконсервации.

В части «Транспортирование» определяются требования к условиям перевозки машин; порядок их подготовки к различным видам транспортирования; способы крепления (схемы, применяемые оснастка и приспособления); порядок погрузки и выгрузки, а также меры предосторожности.

В этой же части приводятся транспортные характеристики машины (масса, габаритные размеры, положение центра тяжести и т.п.), а также схема ее расположения на транспортном средстве с указанием основных размеров. При необходимости указывают способы буксирования и эвакуации машины.

В части «Утилизация» должны быть приведены меры безопасности; необходимые подготовительные мероприятия к отправке машины на утилизацию; расчетный перечень составных частей, подлежащих утилизации, и реальный перечень, составленный по результатам ТО, ТР и хранения, а также методы утилизации составных частей, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды.

Инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке машины содержит сведения, необходимые для правильной подготовки машины. (В случае, если перечисленные работы на месте применения машины осуществляет тот же персонал, который в дальнейшем будет ее эксплуатировать, эти сведения помещают в руководстве по эксплуатации.) Она состоит из введения, общих указаний, сведений о мерах безопасности, а также включает в себя описание технологии подготовки изделия к монтажу и стыковке; монтажа и демонтажа; наладки, стыковки и испытаний; пуска; регулировки; комплексной проверки; обкатки; сдачи смонтированного и состыкованного изделия в эксплуатацию.

Все дополнительные сведения (монтажные чертежи, схемы и др.) помещают в приложениях.

В *формуляре* отражается техническое состояние машины после изготовления, в процессе эксплуатации и после ремонта. На составные части машины также допускается разрабатывать формуляр, если они ремонтируются отдельно от машины.

Формуляр на машину допускается выпускать в виде отдельных частей. Сведения, общие для машин определенной марки, в ФО должны быть напечатаны. От руки заполняются только заводской номер машины, дата ее выпуска, индивидуальные особенности, изменения в комплектации, значения параметров и другие индивидуальные данные. Сведения о машине, которые не зависят от процесса ее изготовления, в ФО заносит разработчик.

Как правило, формуляр машины включает в себя: титульный лист; содержание; правила ведения формуляров и паспортов;

общие указания; основные сведения о машине и ее технические данные; сведения об индивидуальных особенностях машины, ее комплектности, ресурсе, сроках службы и хранения; гарантии изготовителя (поставщика); сведения о консервации, упаковывании и приемке; бланки для учета движения машины при эксплуатации и ее наработки, а также бланки приемки, передачи и закрепления машины при эксплуатации; учета технического обслуживания; учета выполнения работ по бюллетеням и указаниям заказчика; страницы для особых замечаний по эксплуатации и аварийным случаям, информации о проверке средств измерения и освидетельствовании их контрольными органами; отметок о хранении и текущем ремонте, особых отметок и сведений об утилизации.

В конце формуляра помещаются бланк для учета контроля состояния машины, правила ведения формуляра и перечень приложений. На обороте последнего листа формуляра должны быть запись «Итого в формуляре пронумеровано... страниц», подпись должностного лица, дата и печать.

Паспорт по содержанию и оформлению аналогичен формуляру и, в общем случае, включает в себя сведения о ресурсах, сроках службы и хранения; гарантии изготовителя (поставщика); данные о консервации и упаковывании; свидетельства о приемке; информацию о движении машины в эксплуатации; бланки для учета выполнения работ по бюллетеням и указаниям заказчика, а также сведения по эксплуатации, хранению и утилизации.

К сведениям по эксплуатации и хранению относятся данные о взаимозаменяемости изделий с ранее выпускаемыми модификациями; предупреждение о необходимости сохранения определенных пломб изготовителя; особые меры безопасности при работе и особые условия эксплуатации. Также здесь могут быть указаны и другие сведения, например о возможности взаимодействия с другими машинами в процессе работы, результаты входного контроля и т.д.

Каталог деталей и сборочных единиц в общем случае состоит из титульного листа, введения и специальных разделов. Во введении содержатся сведения о назначении и составе КДС; порядке его использования; перечень (по годам выпуска) модификаций машины, на которые выпущен каталог; правила расположения сборочных единиц и деталей по разделам каталога; пояснения к принятым условным обозначениям.

В разделах каталога представлены схемы деления машины на составные части; иллюстрации и перечень сборочных единиц и деталей, алфавитный указатель. При необходимости в КДС приводят электрические, гидравлические, кинематические и другие схемы.

Нормы расхода запасных частей подразделяются на два раздела: для составных частей собственного производства и для покупных изделий и их составных частей.

На титульном листе помечается период эксплуатации и число машин, на которые рассчитаны эти нормы. Потребность в запасных частях рассчитывается исходя из срока службы одного изделия, исчисляемого наработкой (в часах, циклах, километрах и т.п.). Нормы рассчитываются для всей номенклатуры запасных частей на основе показателей надежности машины и ее составных частей, результатов испытаний и опыта эксплуатации аналогичных машин.

Все данные в НЗЧ, как правило, представляются в виде таблиц, в графах которых указывают: обозначение запасной части; код изделия; наименование запасной части; где применяется; число в машине; норма расхода; примечания.

В примечаниях применяют следующие условные обозначения: ДР - детали разового применения (прокладки, шайбы и др.); ДЗ - детали, подлежащие замене по ресурсу; ДВ - восстанавливаемые детали, нормируемое число расхода которых является нормой замены.

Нормы расхода материалов также представляются в табличной форме. Потребность в материалах рассчитывают так же, как потребность в НЗЧ. Материалы в нормы вносятся в соответствии со спецификацией машины; допускается здесь же вписывать крепежные изделия.

Ведомость ЗИП состоит из титульного листа и следующих разделов: запасные части, инструменты, принадлежности, материалы, которые допускается выполнять в качестве отдельных документов (ведомостей). Материал в ведомости, как правило, представляется в виде таблиц, в графах которых указывают: обозначение запасной части; код продукции; наименование запасной части; место укладки; где применяется; число в машине; число в комплекте; примечания.

В примечании для нестандартизированных (специальных) инструментов и принадлежностей рекомендуется помещать их рисунок. После таблицы указывают суммарную массу комплекта ЗИП.

К каждому комплекту ЗИП прикладывают инструкцию, содержащую:

- меры безопасности при погрузке, выгрузке, транспортировании, приемке и работе с комплектом;

- перечень входящих в него составных частей с ограниченными сроками хранения (при необходимости);

- указания о порядке и правилах замены неисправных составных частей машины сборочными единицами и деталями из комплекта (если содержание этих работ не изложено в РЭ);

- сведения о назначении и правилах применения специальных инструментов и принадлежностей, входящих в комплект;

- указания о правилах хранения и консервации комплекта, а также о нормах расхода материалов, необходимых для этих работ;

указания о порядке и правилах упаковывания и транспортирования комплекта.

Ведомость эксплуатационных документов содержит титульный лист и перечень документов на машину. Записываются документы по разделам в следующем порядке: документация на машину в целом; документация на составные части машины (включая покупные изделия); перечень папок и футляров с документацией.

Ведомость обычно оформляется в виде таблицы с графами: обозначение документа; наименование документа; число экземпляров; номер экземпляра; место хранения.

Эксплуатационную документацию допускается выпускать в машинописном виде (распечатка на компьютере), типографском исполнении или на магнитных носителях. Машинописный вариант форматом А-4 - для машин, выпускаемых мелкими сериями, а типографский - для машин, находящихся в крупносерийном и массовом производстве. Документы, содержащие более 64 страниц, рекомендуется выпускать в твердом переплете и обложке из водонепроницаемого материала. Документы на магнитных носителях выполняются в соответствии с ГОСТ 28388-89 «Система обработки информации. Документы на магнитных носителях. Порядок выполнения и обращения».

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего нужны эксплуатационные документы и какие требования к ним предъявляются?
2. Назовите виды эксплуатационных документов, предусматриваемые ГОСТ 2.601-95.
3. Какую информацию содержит руководство по эксплуатации?
4. Какую информацию содержит и когда составляется ИМ?
5. Какие сведения отражаются в формуляре и паспорте машины и в каких случаях они оформляются?
6. Какие сведения содержит КДС и в каком случае он составляется?
7. Что такое НЗЧ и НМ?
8. Что такое ЗП, какую информацию она содержит и когда оформляется?
9. Что такое УП, какую информацию они содержат?
10. Что такое ВЭ и как она оформляется?
11. Какие сведения приводятся в государственных стандартах, определяющих термины и технические характеристики тракторов, автогрейдеров, самоходных скреперов и других машин?
12. Как оформляется эксплуатационная документация?

Глава 5

ХРАНЕНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Материально-техническое обеспечение технической эксплуатации машин

Способы складирования и технология работы склада

На складах ЭП обычно хранится множество наименований изделий и материалов, необходимых как для содержания машин, так и для хозяйственных нужд: запасные части, шины, топливосмазочные, лакокрасочные и ремонтно-строительные материалы, технологическое оборудование, металлы, инструмент, спецодежда и т.д. Хранящиеся материалы имеют различные транспортные и складские характеристики, обусловленные их физико-химическими свойствами.

Хранение материалов осуществляют двумя способами - штабельным и стеллажным. *Штабельное хранение* применяют на небольших складах высотой до 5 м при небольшой номенклатуре и больших количествах грузов каждого наименования. *Стеллажное хранение* обеспечивает более полное использование объема, строгое фиксирование грузов в зоне хранения и возможность взять груз из любого яруса. Наиболее широкое распространение получили клеточные стеллажи. При ограниченных складских площадях находят применение элеваторные стеллажи (с перемещающимися по высоте ячейками).

На складе производятся: погрузка и разгрузка товаров; прием их по количеству и качеству; заказ транспортных средств для вывоза грузов потребителям; обеспечение условий для сохранения грузов; комплектация, выдача товаров, составление транспортно-грузовых единиц (по потребителям и пунктам назначения); оформление документов на принимаемые и выдаваемые грузы; ведение учета (поступления, отгрузки и наличия на складе). На складах могут выполняться также различные технологические операции по подготовке грузов (раскрой металла, расконсервация изделий и т. п.).

Технологический процесс начинается с получения информации о поступлении очередной партии грузов. При разгрузке товары

принимаются по количеству и качеству, затем рассортировываются по наименованиям и перекладываются при необходимости в складскую тару. Для некоторых грузов возможно выполнение подготовки к хранению, например консервации, очистки, просушки и др.

Техническое оснащение складов

Техническое оснащение склада зависит от его назначения, типа и расположения складских помещений и других факторов. Основными средствами механизации складских работ являются подъемно-транспортные устройства: электротали, тельферы; мостовые и козловые краны; средства напольного транспорта (ручные тележки, авто- и электропогрузчики, кары и т.п.); перегрузочные и грузозахватные устройства (подъемные столы, подвески и т.д.). Основным средством комплексной механизации и автоматизации работ на складе является кран-штабелер (рис. 5.1). Склады оснащают также стеллажами, унифицированной тарой, измерительным оборудованием (весами, счетчиками, средствами измерения длины, высоты и диаметра).

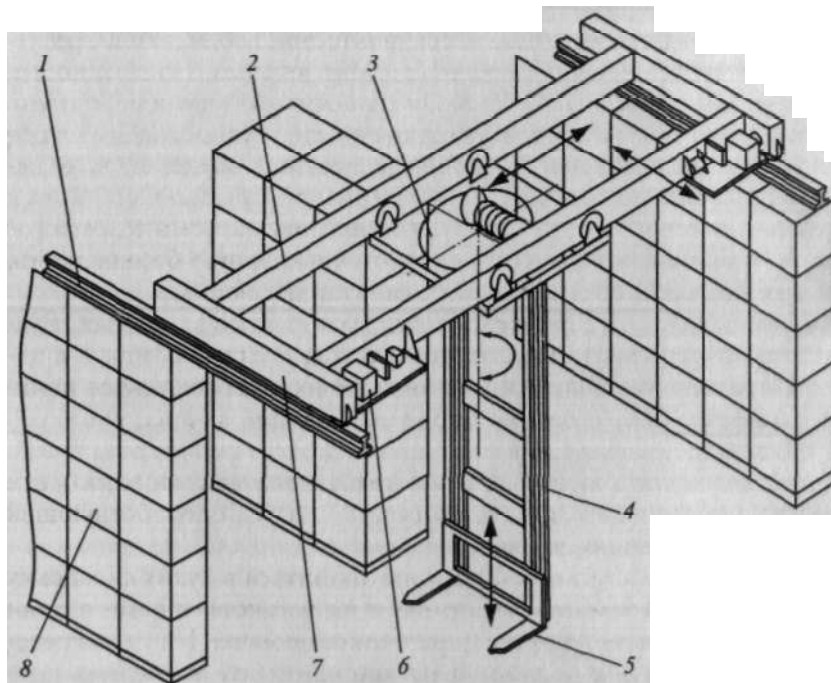


Рис. 5.1. Устройство мостового кран-штабелера:

1 - подкрановые пути; 2 - главная балка моста; 3 - тележка; 4 - несущая вертикальная колонна; 5 - вилочный грузозахват; 6 - привод; 7 - концевая балка; 8 - стеллаж

Существуют роботизированные складские комплексы, включающие в себя несколько рядов стеллажей; автоматизированный кран-штабелер; погрузочно-разгрузочные устройства (стационарный, поворотный и накопительный столы); унифицированную металлическую тару и автоматизированную систему управления.

Складские сооружения могут быть открытыми, полузакрытыми (навесы) и закрытыми (отапливаемыми или неотапливаемыми). Для хранения огнеопасных материалов используются специальные подземные или полуподземные хранилища.

На открытых оборудованных площадках хранят грузы, не подверженные порче на открытом воздухе (сыпучие, тарно-штучные, крупногабаритные, длинномерные, контейнеры и т.п.). Навесы, защищающие грузы от осадков и солнечных лучей, могут оборудоваться подвесными кранами, электроталями, мостовыми кран-штабелерами.

Закрытые складские помещения могут быть кирпичными, железобетонными, легкими металлическими и из клееных древесных материалов.

Способы и организация хранения запасных частей и материалов

Каждый вид грузов должен храниться при соблюдении требуемых параметров внешней среды (состава воздуха, освещенности, температуры и влажности). Условия хранения должны обеспечивать качественную и количественную сохранность грузов; максимальное использование площадей и объемов складских помещений; возможность рационального размещения материалов с учетом их свойств и технологии переработки, а также возможность автоматизации работ по приему и выдаче грузов, противопожарную безопасность, технику безопасности и требуемые санитарные нормы.

Запасные части и агрегаты машин хранят как в закрытых складах, так и под навесами на многоярусных стеллажах или в шкафах. Агрегаты часто хранят в помещениях с деревянными полами, а рабочее оборудование дорожных машин, кузова, кабины - под навесом.

Подшипники должны храниться при относительной влажности воздуха не выше 60% и температуре 8... 10 °С, способствующей лучшему сохранению их смазки.

Аккумуляторные батареи должны храниться в сухих складских помещениях при температуре выше нуля установленными в один ряд на полу или стеллажах на расстоянии не менее 1 м от нагревательных устройств и должны быть защищены от попадания прямых солнечных лучей.

Резинотехнические изделия (РТИ) хранят в упаковке, при температуре от 0 до 25 °С, относительной влажности не более 70 %, на

расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, защищают от прямых солнечных лучей и воздействия нефтепродуктов, кислот, щелочей и других разрушающих веществ. Резиновые рукава и шланги не допускается хранить свернутыми.

Правила хранения шин (покрышек, камер и ободных лент) в основном аналогичны правилам хранения РТИ, т.е. хранить их предпочтительно в подвальных или полуподвальных помещениях при температуре от -10 до +20 °С защищенными от дневного света.

Покрышки и шины (покрышки в сборе с камерами) хранят в вертикальном положении на специальных стационарных или передвижных стеллажах. При этом камеры накачивают до внутренних размеров покрышек. При хранении шин в сборе с ободьями внутреннее давление воздуха в них снижают до 70... 80% от номинального (до 0,1 МПа). Во избежание деформации покрышки через каждые 2...3 мес необходимо поворачивать, меняя точку опоры. Хранить покрышки штабелями (колодцами) и навалом не допускается.

Камеры хранят в сборе с покрышками. Допускается также хранение слегка накаченных камер на вешалках с полукруглым сечением. Камеры размером свыше 15" допускается хранить в свернутом виде (вентилем внутрь). Во избежание образования складок через 1... 2 мес камеры, хранящиеся на вешалках, необходимо поворачивать по окружности, а камеры, хранящиеся в свернутом виде, перекладывать, меняя места изгибов. Ободные ленты хранят подвешенными на специальных кронштейнах с полукруглыми полками или связками на стеллажах.

Опасные и вредные материалы должны храниться в соответствии с особыми требованиями, чаще отдельно. Вопрос о совместном хранении решается на основе анализа их пожаро- и взрывоопасности. Например, газы для сварки, наплавки и резки металлов, транспортируемые в специальных баллонах, хранят в специальных складских помещениях, а при небольшом числе баллонов - под навесами (с защитой от солнца и осадков) на определенном удалении от других зданий и сооружений.

Система учета и планирования запасов

Применяют различные системы складской классификации и индексации грузов. Наиболее распространена следующая форма кодирования: класс - подкласс - группа - подгруппа - вид. Деление производится по признаку однородности. Например, при десятичной индексации все грузы делят сначала на 10 классов, каждый класс на 10 подклассов и т.д. Таким образом, каждый груз получает свой номенклатурный номер (чаще из 4... 6 цифр).

На каждый вид (типоразмер) груза заводится *учетная карта* единой формы, в которой отражаются его приход (поступление), расход

(выдача) и остаток. Учет грузов ведется при помощи картотеки и ЭВМ. Все материалы со склада выдаются по требованиям, подписанным материально-ответственными лицами. Контролируется работа складов по приходно-расходным документам. Систематически должна проводиться инвентаризация складов.

Потребность в материалах складывается из потребности их непосредственно для ТО и ремонта машин и потребности вспомогательных служб и рассчитывается по каждому j -му типоразмеру, т.е. в специфицированном виде:

$$W_j = \sum_{i=1}^{i=z} H_{ji} N_i,$$

где z - число наименований выполняемых ТО и ремонтов; H_{ji} - норма, т.е. максимально допустимый расход материала j -го типоразмера на одно воздействие i -го наименования; N_i - число выполняемых воздействий i -го наименования.

Часто при оценке потребности в запасных частях исходят из их надежности. Например, годовая потребность в шинах данного типоразмера

$$W_{ш} = (t_{пл}/t_p) n_m M,$$

где $t_{пл}$ - средняя годовая (плановая) наработка машины; t_p - средний ресурс шин данного размера в условиях ЭП; n_m - число ходовых колес на машине с шинами данного размера; M - число однотипных машин на предприятии.

Складской запас условно подразделяют на текущий и страховой (рис. 5.2). *Текущий запас* обеспечивает работу машин в период между двумя очередными поступлениями материалов, а *страховой запас* $Y_{ст}$ необходим для обеспечения производства в случае несвоевременного поступления очередной партии или при увеличении спроса.

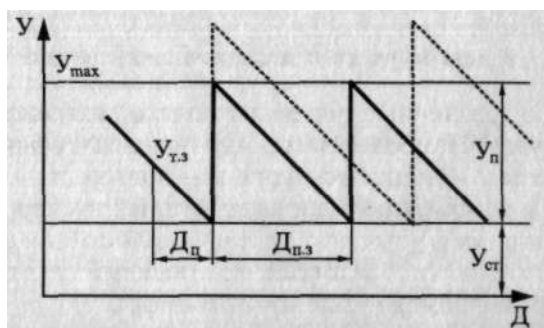


Рис. 5.2. Изменение уровня складского запаса Y во времени D

При увеличении уровня поставки Y_n (пунктирная линия) повышаются потери от связывания оборотных средств и расходы на хранение. С другой стороны, как правило, уменьшаются расходы, связанные с доставкой грузов на ЭП, вследствие увеличения периодичности пополнения запасов $D_{п.з}$, так как часть этих расходов не зависит от количества транспортируемого груза (оплата транспортных средств, расходы на оформление документов и др.). Оптимальный размер поставки

$$Y_{n.опт} = \sqrt{\frac{2W_r C_{зак}}{D_k C_{xp}}},$$

где W_r - годовая потребность в материале; $C_{зак}$ - условно-постоянные расходы по доставке заказанной партии материала; D_k - число календарных дней в году (отношение W_r/D_k определяет интенсивность спроса); C_{xp} - расходы на хранение единицы материала в год.

Контроль за состоянием запаса часто ведут по так называемой точке заказа $Y_{т.з}$, определяемой из условия, что за время D_n (от момента выдачи заказа и до момента получения очередной партии) запас не снижался ниже страхового, т.е. $Y_{т.з} = Y_{ст} + D_n W_r/D_k$.

Проверка работы складов обычно сводится к анализу учета движения материальных ценностей и своевременности выдачи материалов, правильности установленных размеров запасов и точек заказа, а также определению размеров и причин потерь материалов на складе.

Эффективность работы склада характеризуется различными показателями, например грузооборотом, средним сроком хранения груза, коэффициентами использования площади и объема помещения, себестоимостью хранения и др. Часто работа склада, обеспечивающего внешних потребителей, оценивается по количеству заказов (%), выполняемых сразу после их получения; времени выполнения заказов; оборачиваемости товаров, определяемой отношением годового объема потребления (продаж) к среднему объему запасов (обычно она должна быть более 3 для обычных деталей и 8 ... 10 для деталей высокого спроса).

5.2. Нормирование и учет расхода топливосмазочных материалов

Методы разработки норм расхода топлива

Нормы расхода ТСМ по масштабу применения подразделяются на индивидуальные (для конкретных условий работы отдельной машины) и групповые (средние для группы машин). Для определения норм расхода топлива применяют следующие методы:

расчетно-аналитический, основанный на определении расхода с учетом конструктивных особенностей машины, технологии производства и условий ее работы;

опытный, основанный на данных, полученных в результате эксперимента (в лабораторных или производственных условиях);

расчетно-статистический, основанный на фактических данных за предшествующий период.

При расчете норм расхода топлива необходимо учитывать условия эксплуатации машин:

в период обкатки машин и их двигателей индивидуальная норма расхода повышается на 5 %;

при работе в холодное время года (при температуре воздуха ниже нуля) индивидуальные нормы расхода увеличиваются до 5 % в южных районах, до 15 % в северных, до 20 % в районах Крайнего Севера и до 10% в районах с умеренным климатом;

при работе в горных условиях индивидуальные нормы расхода топлива увеличиваются до 5% на высоте 1000... 1500 м над уровнем моря, до 10% на высоте 1500...2000 м, до 20% на высоте 2000... 3000 м и до 40 % на высоте свыше 3000 м.

Расход топлива зависит также от квалификации машинистов и водителей, технологических условий работы машины, дорожных условий и других факторов.

Нормирование расхода топлива для автомобилей

Для автомобилей действует система нормирования топлива, учитывающая их пробег и транспортную работу. Нормы расхода топлива разрабатываются для отдельных моделей транспортных средств. Обычно используют линейные нормы расхода топлива, т. е. расход на непроизводительный пробег автомобиля (перемещение собственной массы в определенных условиях эксплуатации). При этом для грузовых автомобилей, выполняющих транспортную работу, устанавливается дополнительный расход (надбавка) на выполнение 100 т-км, дифференцированный по типам двигателей (2 л для карбюраторных и 1,3 л для дизельных).

Потребность топлива для грузовых (бортовых) автомобилей с учетом выполненной работы в т-км, л,

$$Q_{ав.б} = \left(H_{л} \frac{L_{пл}}{100} + H_{т} \frac{W_{ав}}{100} \right) (1 + 0,01Д),$$

где $H_{л}$ - линейная норма расхода топлива на 100 км пробега, л; $L_{пл}$ - пробег автомобиля, км; $H_{т}$ - дополнительный расход на выполнение 100 т-км транспортной работы, л; $W_{ав}$ - транспортная работа

автомобиля за пробег $L_{пл}$, т-км; Д - дополнительный расход топлива, учитывающий время года, высоту над уровнем моря и другие факторы, %.

Потребность топлива для автопоездов или автомобилей с прицепом, л,

$$Q_{ав.п} = \left[(H_a + H_t G_n) \frac{L_{пл}}{100} + H_t \frac{W_{ав} + W_n}{100} \right] (1 + 0,01Д),$$

где G_n - масса прицепа, т; W_n - транспортная работа прицепа за пробег $L_{пл}$, т-км.

Транспортная работа автомобиля или прицепа, т-км,

$$W_{а.п} = q_{а.п} \gamma \beta L_{пл},$$

где $q_{а.п}$ - грузоподъемность автомобиля или прицепа, т; γ - коэффициент использования грузоподъемности; β - коэффициент использования пробега.

Потребность топлива для автомобилей-самосвалов, л,

$$Q_c = H_{л.с} \frac{L_{пл}}{100} (1 + 0,01Д) + z H_e,$$

где $H_{л.с}$ - линейная норма расхода топлива самосвалом на 100 км пробега, л; z - число ездов с грузом за пробег $L_{пл}$; $H_e = 0,25$ л - дополнительная норма расхода топлива на одну езду с грузом ($H_e = 1$ л для внедорожных условий).

Потребность топлива для автомобилей-самосвалов с прицепом, л,

$$Q_{с.п} = [H_{л.с} + H_t (G_n + 0,5q_n)] \frac{L_{пл}}{100} (1 + 0,01Д) + 2z H_e,$$

где q_n - грузоподъемность прицепа.

Линейная норма расхода топлива $H_{л.с}$ зависит от марки автомобиля и включает в себя выполненную транспортную работу при условии, что произведение $\gamma\beta = 0,5$.

Нормирование расхода топлива для ДМ

Для специальных автомобилей и строительных машин на автомобильном шасси (автокранов, буровых установок, автобетононасосов и др.) индивидуальные нормы расхода топлива часто определяются только для работающего оборудования, так как нормы расхода топлива на их пробег соответствуют линейным нормам расхода для автомобиля.

Потребность в топливе для ДМ, выполненных на шасси грузовых автомобилей и работающих во время стоянки (кранов, компрессоров, буровых установок и др.), л,

или

где $H_{л}$, $H_{л.м}$ - линейная норма расхода топлива на 100 км пробега соответственно порожнего базового автомобиля и ДМ на его основе, л; $G_{ос}$ - масса установленного специального оборудования, т; $Q_{об}$ - потребность в топливе для работы специального оборудования;

где $H_{об}$ - норма расхода топлива на работу оборудования; $t_{об}$ - время работы спецоборудования, ч, или наработка, км; N - число учетных единиц работы оборудования (наливов-сливов цистерны, погрузок-разгрузок бункера и др.).

Потребность в топливе для ДМ, выполняющих работу в период передвижения (снегоочистителей, поливомоечных и др.), л,

где $H'_{л.м}$, $H''_{л.м}$ - соответственно линейная норма расхода на 100 км при передвижении ДМ к месту работы и при выполнении работы во время передвижения, л (зависит от числа одновременно работающего специального оборудования); $L_{пл} = L'_{пл} + L''_{пл}$ - пробег машины, км; $L'_{пл}$ - пробег к месту работы и обратно; $L''_{пл}$ - пробег при выполнении работы.

Расход топлива на работу строительной машины в ЭП, кг,

где $t_{пл}$ - планируемая (или фактическая) наработка машины, маш.-ч; $H_{ср}$ - средний расход топлива (индивидуальная норма), кг/маш.-ч.

Индивидуальные нормы расхода топлива на единицу работы устанавливаются для средних режимов работы двигателей по времени и мощности при положительной температуре окружающего воздуха. При отсутствии утвержденных норм используют формулу

($K_{дв} = 0,6...0,9$, $L_N = 0,3...0,8$); K_{qN} - коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени использования двигателя по мощности и определяющийся по регуляторной характеристике двигателя (для большинства дизельных двигателей $K_{qN} = 1,5...0,9$ при изменении K_N в пределах $0,4...0,9$); K_x - 1,03- коэффициент, учитывающий расход топлива на запуск и регулировку двигателя, а также ЕО в начале смены; 10^{-3} - переводной коэффициент.

При нормировании предусматривают также расход топлива на передвижение машин в ЭП и на различные технические надобности (техосмотры, регулировочные работы, обкатку агрегатов и др.). На эти цели расходуется 0,5... 1 % от общего количества топлива, потребляемого ЭП.

Для машин могут устанавливаться индивидуальные нормы расхода масел, но чаще (особенно для ДМ) они определяются в процентах от расхода топлива или в литрах (кг) на 100 л расхода топлива. При отсутствии индивидуальных норм принимают следующий расход смазочных материалов: моторных 2,5 ... 5%; трансмиссионных 0,5... 1,2%; специальных 0,1... 1,0%; пластичных 0,2...0,3% от расхода топлива в зависимости от конструкции машины. Более точно расход смазочных материалов устанавливается на основании данных о вместимости баков (картеров) и периодичности замены масла.

Каждое ЭП ведет количественный учет ТСМ в объемных и массовых единицах. Учет топлива ведется по каждому машинисту (водителю), каждой машине и по ЭП в целом, а смазочных материалов и рабочих жидкостей только по ЭП в целом. Основным документом первичного учета расхода топлива является сменный наряд (путевой лист) о работе машины.

Виды потерь ТСМ и способы их устранения

Потери ТСМ подразделяются по видам, месту появления и периодичности возникновения. По видам потери ТСМ могут быть количественными (уменьшение массы), качественными (ухудшение физико-химических и эксплуатационных свойств) и смешанными (количественные и качественные). Количественные потери ТСМ определяются подтеканиями, наличием остатков в емкостях и трубопроводах после слива, потерями при удалении отстоев и осадков, перерасходом при нарушениях технического состояния и режимов работы машин (использование не по назначению, неверный подбор ТСМ). Качественные потери ТСМ происходят в результате изменения их физико-химических свойств при смешении разных сортов, обводнении, загрязнении, окислении.

Основные направления экономии ТСМ заключаются в совершенствовании системы материально-технического обеспечения

и эксплуатации машин, а также в использовании социально-экономических факторов (материальное поощрение рабочих, повышение их квалификации и т.п.).

Совершенствование системы МТО предусматривает рациональную организацию нефтехозяйства предприятия (например, сбор и очистку отработанных материалов, контроль качества ТСМ, применение совершенных технологических процессов транспортировки, хранения, выдачи); правильное планирование потребности, нормирование и учет расхода ТСМ.

Сбор и использование отработанных нефтепродуктов помимо снижения потерь имеют также экологическое значение и снижают потребление сырьевых ресурсов. В зависимости от целевого назначения установлены три группы отработанных нефтепродуктов:

ММО - масла моторные отработанные, к которым относятся авто-тракторные и дизельные масла, в том числе моторные, применяемые в трансмиссиях и гидравлических системах (с кинематической вязкостью при 50 °С более 35 мм²/с и температурой вспышки не ниже 100 °С);

МИО - масла промышленные отработанные. К ним относятся промышленные, турбинные, компрессорные, гидравлические, трансформаторные и другие масла (с кинематической вязкостью при 50 °С, составляющей 5... 35 мм²/с и температурой вспышки не ниже 120 °С);

СНО - смесь нефтепродуктов отработанных, не отвечающих требованиям групп ММО и МИО по вязкости и температуре вспышки (трансмиссионные масла, материалы, применявшиеся при промывке и очистке картеров, резервуаров и т. п.).

На каждом ЭП создается пункт сбора отработанных масел, который является частью склада ТСМ и где устанавливаются резервуары под каждый вид собираемых нефтепродуктов.

Естественная убыль ТСМ определяется физико-химическими свойствами нефтепродуктов, воздействием метеорологических факторов и несовершенством технологического оборудования, применяемого при их приеме, хранении и отпуске.

Обычно на складах потери ТСМ от испарения достигают до 75 % от общих потерь. Испарения делятся на так называемые «малые дыхания», обусловленные суточными колебаниями атмосферы, и «большие дыхания», обусловленные вытеснением паровоздушной смеси из резервуаров при заливке топлива. Наибольшие потери от испарений характерны для бензина (с момента изготовления до момента заправки баков машины достигают 1,5... 2 %), меньшие - для дизельного топлива.

Основными мерами снижения потерь от испарения являются: хранение топлива в заглубленных резервуарах; окрашивание наземных резервуаров в светлые тона; улучшение герметичности соединений; создание небольшого избыточного давления; установка дополнительных емкостей, улавливающих пары топлива (газовой обвязки).

Имеют место потери ТСМ из-за остатка их в таре, несовершенства смазочно-заправочного оборудования, а также вследствие порчи их в процессе хранения, особенно в открытой таре из-за окисления, обводнения и загрязнения. Механизированная заправка машин топливом снижает потери до 0,1 ... 0,12%.

Использование одноразовой тары исключает загрязнение смазки и сводит потери к минимуму. Анализ показывает, что на стенках крупной тары остается неиспользованной не менее 2... 3% общей массы смазки, столько же теряется при перекладке ее в меньшую тару.

Снижение расхода ТСМ, связанное с совершенствованием эксплуатации, включает в себя своевременные и качественные ТО и ремонт машин; соответствие машин условиям работ и перевозок; рациональные режимы работы, снижение длительности холостого хода и др.

Значительный перерасход топлива часто связан с неудовлетворительным техническим состоянием машин и их использованием не по назначению. На расход топлива оказывают влияние неисправности в системах питания и зажигания (в карбюраторных двигателях - неправильный угол опережения зажигания, плохое состояние контактов прерывателя, свечей, наличие нагара и другие; в дизельных - неравномерность подачи топлива, неправильный угол подачи топлива, плохое состояние форсунок). Например, перерасход топлива при одной неработающей свече зажигания восьмицилиндрового двигателя составляет 15... 18%; при одной неисправной форсунке дизеля - 20... 30%; при установке угла опережения зажигания на 50° по углу поворота коленчатого вала позднее наилучшего - 6... 8 %; при снижении компрессии на 20... 25 % (из-за износа цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма) - 10... 12%. Неточность регулировки клапанов повышает расход топлива на 5 ... 8% и масла на 15... 20%.

На расход топлива оказывают влияние также нарушение температурного режима двигателя (из-за неверных действий оператора машины или неисправности системы охлаждения) и состояние других агрегатов и систем машины (тормозов, трансмиссии и т.д.). Например, неправильная регулировка тормозов и ступиц колес повышает расход топлива, масел и смазок на 10... 20%. При понижении давления в шинах на 0,05... 0,1 МПа перерасход топлива и масла составляет 4... 10%.

5.3. Хранение и раздача жидкого топлива

Виды заправочных пунктов

Склады нефтепродуктов подразделяются на две группы: склады снабженческих организаций (нефтебазы) и склады предприятий и автозаправочные станции (АЗС).

АЗС предназначены для заправки нефтепродуктами транспортных средств (кроме гусеничных и машин на пневмоходу, у которых отсутствуют искрогасители). На отдельных АЗС производится продажа масел, запасных частей, принадлежностей к транспортным средствам, прием отработанных масел и мелкой тары из-под нефтепродуктов, а также ТО и мойка машин. АЗС могут быть стационарными, контейнерными и передвижными.

Стационарные АЗС представляют собой долговременные, капитальные сооружения повышенной взрывопожароопасности. В состав АЗС (или нефтехозяйства ЭП) входит резервуарный парк, приемочная площадка, маслосклад, операторская, стационарные посты заправки и мобильные заправочные агрегаты.

Контейнерные АЗС главным образом располагаются на предприятиях и стоянках, а также в местах сосредоточения машин. Обычно они имеют ограниченную номенклатуру ТСМ (1-2 вида топлива и масла) и выполняются в виде блок-пункта или контейнера для хранения топлива и операторской. На станции контейнерного типа может обеспечиваться заправка машин методом самообслуживания. При этом машинистам выдают специальные кодовые ключи или карточки к установке.

Передвижные АЗС (ПАЗС) предназначены для доставки и заправки нефтепродуктами машин на местах их работы и сосредоточения (например, в полевых условиях), а также на территории стационарных АЗС в период зачистки и ремонта резервуаров. ПАЗС монтируют на шасси грузовых автомобилей, прицепах и полуприцепах и они занимают промежуточное положение между автотопливозаправщиками (АТЗ) и маслозаправщиками.

АТЗ могут выполнять следующие операции: производить заправку баков машин; заполнять собственную цистерну из резервуара; перекачивать топливо из одного резервуара в другой, минуя свою цистерну.

Технологическое оборудование заправочных станций

Состав оборудования АЗС зависит от ее назначения и мощности. Применяются тарный и резервуарный способы хранения ТСМ. Обычно при тарном хранении используют стальные бочки различного типа вместимостью 50, 100, 200 и 275 л, канистры и флаги, а при резервуарном хранении - стальные цилиндрические резервуары горизонтального исполнения (цистерны) емкостью от 5 до 75 м³ и вертикального исполнения емкостью от пяти до нескольких тысяч кубических метров. В особых условиях, например в полевых парках, могут использоваться резинотканевые резервуары.

В зависимости от способа установки (наземного, заглубленного и подземного) резервуары оснащают различным оборудованием.

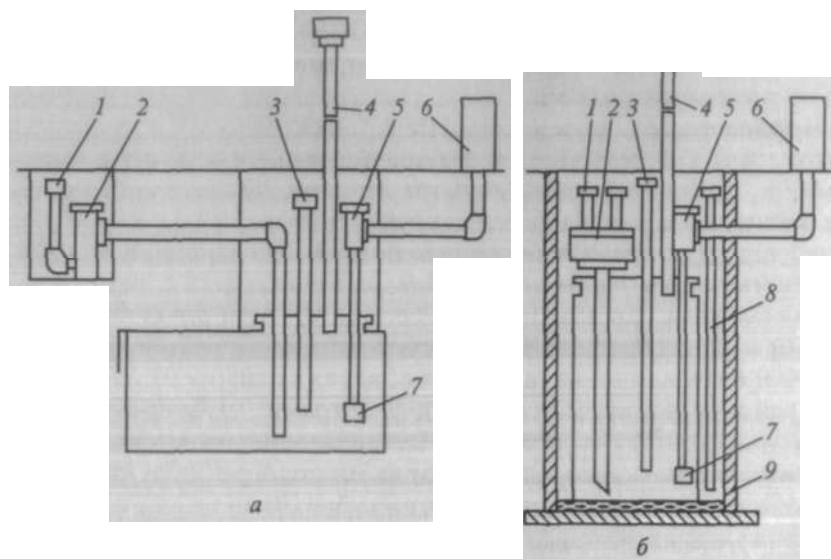


Рис. 5.3. Принципиальные технологические схемы заправочного пункта с горизонтальными (а) и с вертикальными (б) резервуарами:

1 - сливное устройство; 2 - сливной фильтр; 3 - замерное устройство; 4 - дыхательное устройство; 5 - огневой предохранитель (с внешним всасывающим клапаном); 6 - топливораздаточная колонка; 7 - приемный клапан с фильтром; 8 - зондовая труба; 9 - железобетонный колодец

Каждый подземный резервуар (рис. 5.3) имеет всасывающее (для подачи нефтепродуктов к заправочным колонкам), сливное (для приема нефтепродуктов из автоцистерн), замерное (для измерения уровня жидкости в резервуаре и взятия проб), дыхательное (для поддержания необходимого давления и разрежения в резервуаре) и другое оборудование. Плавающий топливоприемник устанавливается на приемно-раздаточной трубе резервуара при его зачистке (для хранения дизельного топлива). Резервуары для хранения масел могут иметь дополнительные устройства для их разогрева.

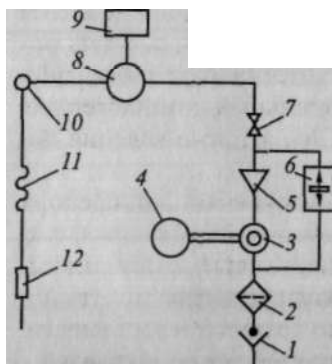


Рис. 5.4. Гидравлическая схема прямоточной колонки:

1 - приемный клапан; 2 - фильтр; 3 - насос; 4 - электродвигатель; 5 - газоотделитель; 6 - поплавковая камера; 7 - клапан обратный; 8 - счетчик жидкости (расходомер); 9 - счетное устройство (указатель); 10 - индикатор; 11 - рукав раздаточный; 12 - кран раздаточный

Колонки с дистанционным и ручным управлением, служащие для заправки машин закрытым способом, могут быть топливо-, масло- и смесераздаточными.

Топливораздаточные колонки (рис. 5.4) снабжаются кранами для автоматического и ручного прекращения выдачи жидкости, имеющими вращающееся присоединение к топливораздаточному рукаву, которое предотвращает перекручивание шланга, а также разрывную муфту, предотвращающую повреждение колонки при движении машины с невынутым краном из бака.

Заправочные пункты обеспечиваются также и другим необходимым вспомогательным оборудованием: мотопомпами (для перекачки топлива в незначительных объемах с одновременной фильтрацией и регистрацией объемов); фильтрами; трубопроводами и арматурой (вентильми, кранами, быстроразъемными муфтами, клапанами); переносными и стационарными подогревателями и т. п.

Основные технологические операции и документация

На складах ТСМ производятся следующие операции: прием и хранение материалов; перекачивание их из цистерн в расходные резервуары; перекачивание из одного резервуара в другой при необходимости осмотра и ремонта; заправка дорожных машин, передвижных мастерских, заправщиков; переливание в мелкую тару; сбор и восстановление качества отработанных масел.

При приеме нефтепродуктов измеряют их уровень и температуру, отбирают пробу, проверяют наличие воды (перед сливом нефтепродукта из цистерны, если она не опломбирована). Нефтепродукты сливают из цистерны закрытым способом через сливной фильтр самотеком или под напором. Принятые нефтепродукты хранят в маркированных и калиброванных резервуарах. Масла и смазки в таре хранятся в специально отведенных местах АЗС на стеллажах.

На АЗС применяются автоматизированные системы учета ТСМ на основе комплекса, в состав которого входят: контрольно-кассовый аппарат (с принтером, электронным журналом для хранения информации и устройством приема платежных карт); система автоматического замера уровня топлива в резервуарах; пульт дистанционного управления колонками; персональный компьютер для управления процессом отпуска и учета ТСМ, а также ведения документации заправочного пункта.

Каждая АЗС должна иметь следующую документацию: паспорт АЗС с технологической и электрической схемами; формуляры и технические описания на топливо- и маслораздаточные колонки; паспорта и градуировочные таблицы на резервуары; журнал учета поступивших нефтепродуктов; инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности, сбору отработанных нефтепродуктов и др.

ТО и ремонт, проверка оборудования заправочных пунктов

Обеспечение работоспособности оборудования заправочных пунктов осуществляется в соответствии с планово-предупредительной системой ТО и ремонта, которая предусматривает ежедневное обслуживание, периодические технические обслуживания, плановый текущий ремонт (обычно двух видов - ТР1 и ТР2) и капитальный ремонт.

ЕО включает в себя контрольный осмотр перед началом работы и обслуживание в процессе работы, т.е. проверку герметичности фланцевых, резьбовых и других соединений в колонках, раздаточных рукавах, трубопроводах и арматуре.

Периодичность ТО и ремонта устанавливают по времени или количеству выданного ТСМ. Техническое обслуживание колонок проводят один раз в два месяца или после отпуска 500 тыс. т топлива в основном в целях проверки состояния оборудования. Ответственное оборудование пломбируется по утвержденным схемам. При проверке топливораздаточных колонок учитывают их внешний вид, герметичность соединений, работу газоотделителя и точность измерения. Проверки выполняются после ремонта и периодически.

ТР1 проводится два раза в год при подготовке оборудования к летней и зимней эксплуатации (включая замену отдельных деталей). При подготовке к зимней эксплуатации включают систему подогрева (обычно в смесераздаточных колонках). ТР2 проводят каждые 20 мес, заменяя отдельные сборочные единицы. За срок службы колонок КР выполняют два раза.

Зачистка резервуаров проводится не реже одного раза в два года, а также при смене марки нефтепродукта. При этом используются передвижные установки для механизированной зачистки и откачки остатков и загрязнений из резервуаров. Может также выполняться противокоррозионная защита наружной и внутренней поверхностей резервуаров.

5.4. Восстановление качества топливосмазочных материалов

Причины и факторы, влияющие на изменение качества ТСМ

При транспортировании, хранении и использовании ТСМ происходит изменение их качества, т. е. ухудшение свойств в результате действия ряда причин физического (загрязнения, изменения состава присадок, расслоения и др.) и химического (окисления и разложения базового масла и присадок) характера.

Снижение качества ТСМ приводит к снижению надежности агрегатов машин, ухудшению их эксплуатационных характеристик и загрязнению окружающей среды. Особое влияние на работу ма-

шин оказывают обводнение ТСМ, изменение их фракционного состава, загрязнение, образование смол и осадков.

Обводнение ТСМ происходит в результате поглощения воды из атмосферы и конденсации паров из отработавших газов. Наличие воды усиливает окисление и вспениваемость ТСМ, ухудшает их смазывающие свойства, способствует возникновению коррозии деталей, выпадению присадок и образованию осадка. При массовой доле воды в моторном масле 1,5...2% скорость изнашивания деталей двигателя увеличивается в 1,5 раза.

Испарение ТСМ обуславливает потерю легких фракций. Наибольшему испарению подвержены бензины, что приводит к ухудшению пусковых свойств, увеличению нагароотложений и ускорению износа деталей двигателя. Испарение масел практически отсутствует.

Основными причинами загрязнения ТСМ являются попадание в них примесей из-за нарушения герметичности уплотнений в агрегатах машины (сапунов, манжет и др.); использование неисправных заправочных средств и заправки открытым способом; низкое качество фильтрации в агрегатах; образование продуктов изнашивания, окисления, коррозии и др. Как показывают исследования вследствие загрязнения рабочей жидкости гидросистем происходит 50... 75 % отказов гидроагрегатов, а их ресурс снижается более чем в три раза. После фильтрации дизельного топлива с тонкостью очистки от 24 до 13 мкм срок службы плунжерной пары дизеля повышается более чем в два раза.

Окисление снижает качество и ухудшает эксплуатационные свойства масел (повышается вязкость, ухудшаются низкотемпературные свойства и др.). Смолистые вещества, содержащиеся в топливе, при работе двигателя накапливаются в виде отложений на клапанном механизме, распылителях форсунок и других деталях, что снижает мощность двигателя, повышает расход (угар) масла и повышает износ двигателя.

Контроль качества ТСМ

Контроль качества нефтепродуктов в ЭП проводится в целях предупреждения их потерь, восстановления свойств, а также для оценки технического состояния агрегатов машин при корректировке режимов ТО и ремонта. Он включает в себя приемочные, контрольные и полные анализы.

Приемочный анализ проводится ЭП. При этом определяют цвет, прозрачность, плотность, вязкость, а также содержание механических примесей и воды в ТСМ. Контрольный анализ проводится в лабораторных условиях для установления соответствия качества нефтепродуктов требованиям ГОСТов или ТУ. В этом случае наряду с параметрами, определяемыми при приемочном анализе,

определяют основные физико-химические и эксплуатационные показатели ТСМ. Лабораторные методы анализа определяются соответствующими ГОСТами. Полный анализ проводится после длительного хранения нефтепродуктов, а также для определения их марки и сорта, если они поступили в ЭП без паспорта, в неисправной таре или с нарушенной заводской упаковкой.

В ЭП для контроля вязкости, содержания механических примесей и воды, а также кислотного числа обычно применяют методы экспресс-анализа. Контролируют также зольность и щелочность моторных масел. Нормы показателей качества ТСМ устанавливаются в соответствующих нормативных документах. При экспресс-анализе используют переносные лаборатории, например ЛАМА-7, которые обычно включают в себя комплект пробоотборников; нефтенсигмометр (для определения плотности); вискозиметр (для определения кинематической вязкости) и другие приборы и химикаты (реактивы) для определения наличия воды, водорастворимых кислот, щелочей, углеводов, температуры застывания, фактических смол.

Методы восстановления качества ТСМ

Возможно полное или частичное восстановление эксплуатационных свойств ТСМ. Полное восстановление (регенерация) ТСМ производится обычно на нефтеперерабатывающих предприятиях. ЭП выполняют обычно их частичное восстановление с помощью установок, отделяющих только механические примеси и воду. Для очистки ТСМ используются три основных способа: отстаивание, фильтрование и центробежное сепарирование. Для активизации

применяются электромагнитное и электростатическое поля, ультразвук и другие методы.

Отстаивание - один из самых простых способов очистки, при котором вода и механические примеси оседают на дно резервуара (рис. 5.5). После отстоя топливо и масло перекачивают через фильтры в резервуары (тару). Отстаивание применяется как самостоятельный процесс восстановления качества ТСМ, а также как предварительный процесс, предшествующий фильтрации. При отстаивании из топлива удаляются частицы размером более 2 мкм, а из масла из-за его высокой вязкости только более 50 мкм.

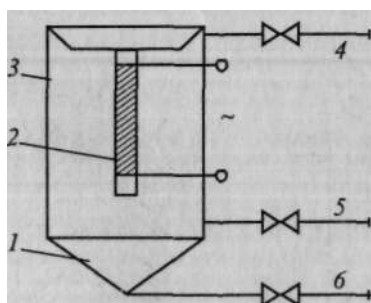


Рис. 5.5. Схема резервуара для отстаивания ТСМ:

1 - отстойник; 2 - нагревательный элемент; 3 - резервуар; 4 - подводящий трубопровод; 5 - трубопровод для слива очищенного масла; 6 - трубопровод для слива отстоя

Отстаивание является медленным процессом расслоения, длительность которого зависит от вязкости ТСМ и состава загрязнений. Например, при температуре 20 °С для удаления из верхних слоев дизельного топлива механических примесей на 90... 95% и воды необходимо 50... 100 ч. При этом все равно не оседают частицы примесей размером менее 15 мкм.

При очистке для ускорения процесса отстоя масло подогревают до 60... 80 °С. Сильно обводненные моторные масла после удаления из них воды и осадков обычно мало пригодны для работы в двигателе, так как в воде растворяется значительная часть присадок. Поэтому их используют в гидросистемах навесного оборудования тракторов, воздухоочистителях и других агрегатах.

Фильтрация производится с помощью пористых перегородок (фильтров), пропускающих жидкость, но задерживающих твердые частицы. Фильтрацию обычно применяют для топлива и рабочих жидкостей. Фильтрация моторных и трансмиссионных масел из-за их высокой вязкости затруднена.

Наиболее распространенными фильтрующими материалами являются фильтр-диагональ, капроновая ткань, хлорин и др. Они обеспечивают очистку от механических примесей размером более 30... 40 мкм. Значительно выше эффективность фильтрации неткаными материалами (тонкость фильтрации до 10... 20 мкм). Использование бумажных фильтров позволяет очистить топливо от более мелких примесей (свыше 5 мкм). Для очистки маловязких ТСМ (топлив и рабочих жидкостей) могут использоваться фильтры-сепараторы, основу которых составляют пакеты фильтрующих, коагулирующих и водоотталкивающих элементов.

Конструкции фильтровальных установок различны, но обычно они включают в себя фильтр (одно- и многосекционный), насос с приводом от электродвигателя и систему подогрева.

Для очистки масел часто применяется *центробежное сепарирование* в тарельчатых и трубчатых центрифугах (рис. 5.6). В трубчатом барабане осаждение частиц происходит под действием центробежной силы со скоростью V_u при скорости осевого движения V_c . В тарельчатой центрифуге во вращающемся роторе под некоторым углом α к оси вращения помещены тарелки. Жидкость подается в барабан, выходя из него, распадается на ряд струй,

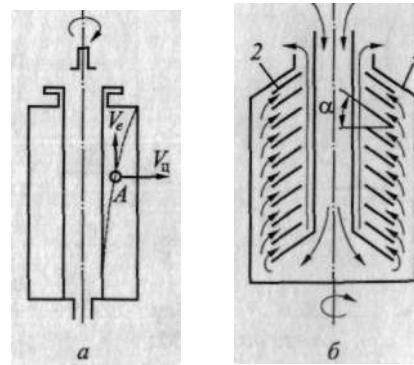


Рис. 5.6. Схемы трубчатой (а) и тарельчатой (б) центрифуг:
1 - неподвижный корпус; 2 - тарелка

идуших по межтарельчатому зазору (0,7 ...0,8 мм), и выходит по концентрическому каналу, примыкающему к оси, на которой закреплен ротор.

Центробежные очистители применяют для рабочих жидкостей на стационарных постах и строительных объектах. Большинство из них обеспечивают очистку до содержания механических примесей 0,005 % по массе и обезвоживание до 0,06 % по массе. По эффективности большинство центробежных очистителей эквивалентны пятимикронному фильтру, но они требуют меньших затрат на эксплуатацию за счет их большей грязеемкости и отсутствия необходимости смены фильтроэлементов.

При небольших объемах баков (до 2 м³) и небольшом загрязнении масла очистка каждого бака осуществляется поочередно посредством перестыковки центробежного очистителя. Такая схема установки позволяет делать ее мобильной и присоединять к внешнему резервуару (рис. 5.7). Масло из бака многократно пропускается через центрифугу, очищается и после каждого прохода возвращается в бак.

Процесс очистки значительно ускоряется, если очищаемую жидкость собрать в отдельную емкость, а затем, очистив систему промывочной жидкостью и удалив ее, залить через центрифугу рабочую жидкость из резервного бака. При использовании этой схемы

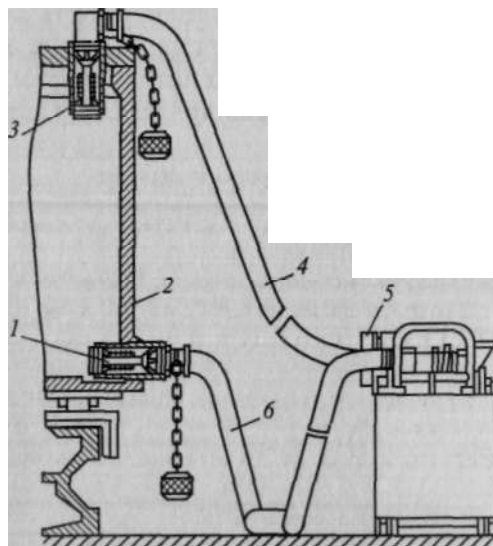


Рис. 5.7. Схема подсоединения маслоочистительной установки:
1,3- соответственно сливная и заливочная пробки (быстросъемные муфты); 2 - бак с очищаемой жидкостью; 4 - сливной рукав установки; 5 - маслоочистительная установка; 6 - всасывающий рукав установки

обычно требуется три емкости: для чистой рабочей жидкости, рабочей жидкости, требующей очистки, и промывочной жидкости.

В ЭП применяются центробежные сепараторы типа СЛ, например СЛ-3 (производительность 5750 л/ч, потребляемая мощность 5,5 кВт), или передвижные станды типа СОГ, например станды СОГ-914, 913, 918, 922. Несмотря на несколько меньшую производительность, качество очистки масла с помощью стандов типа СОГ лучше, чем сепараторами. К стандам можно подключать приборы оперативного контроля чистоты жидкости на входе и выходе.

Качество топлива с отклонениями по вязкости, плотности, температуре вспышки, зольности, содержанию серы или октановое число бензина могут быть исправлены введением соответствующих присадок или смешением с одноименным продуктом, имеющим запас качества по исправляемым показателям. Соотношение продуктов (в массовых единицах), необходимых для смешения, определяется в этом случае по формуле

$$(x_{\text{зап}} - x) V_{\text{зап}} = (x - x_{\text{исп}}) V_{\text{исп}},$$

где $x_{\text{зап}}$, $x_{\text{исп}}$ - показатели качества продуктов (имеющего запас качества и исправляемого); x - значение показателя качества, которое нужно получить после исправления; $V_{\text{зап}}$, $V_{\text{исп}}$ - соответственно количество продукта, имеющего запас качества, и продукта, подлежащего исправлению.

Первоначально проверяется правильность расчета на небольшом количестве смеси. Для обеспечения однородности смеси масел их предварительно подогревают и перемешивают, например перекачивая не менее трех раз по схеме: резервуар-насос-резервуар.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте характеристику штабельного и стеллажного способов хранения материалов.
2. Какие основные средства механизации складских работ вы знаете?
3. Как изменяются затраты на материально-техническое обеспечение работоспособности парка машин в зависимости от размера и периодичности поставки материалов?
4. Сформулируйте основные отличия в нормировании потребности в топливе для работы ДМ и автомобилей.
5. Какие могут быть виды потерь ТСМ и какие способы применяются для их устранения?
6. Что влияет на изменение качества ТСМ?
7. Какие способы применяются при эксплуатации для восстановления качества ТСМ?

Глава 6

ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ ТО И РЕМОНТА МАШИН

6.1. Формы и методы организации производства ТО и текущего ремонта машин

Организационно-производственная структура системы ТО и ремонта машин

Под организационно-производственной структурой системы ТО и ремонта машин понимается состав и взаимоподчиненность подразделений, обеспечивающих техническую готовность машин в требуемой номенклатуре и в сроки, заданные строительным или перевозочным процессами.

Такая структура включает в себя подсистемы, осуществляющие: постовые работы ТО и ремонта, выполняемые непосредственно на машине, на строительных объектах и стационарной базе ЭП;

работы по восстановлению снятых с машин неисправных агрегатов, узлов и деталей в отделениях ЭП;

подготовку производства, обеспечение запасными частями и материалами, перебазирование машин и др.;

работы связанные с содержанием, реконструкцией и техническим перевооружением производственно-технической базы ЭП.

Как показывают исследования и опыт, эффективность ЭП повышается при системе централизованного управления производством ТО и ремонта машин, которая базируется на следующих основных принципах.

1. Четкое распределение административных и оперативных функций. Оперативные функции сосредотачиваются в центре (отделе) управления производством (ЦУП), который может состоять из трех групп: оперативного управления (ОУ), обработки и анализа информации (ОАИ) и технологической подготовки производства (ТПП).

Группа ОУ осуществляет непосредственное оперативное управление работой производственных комплексов: планирование ТО и ремонта, распределение машин на посты ТО и ремонта, передачу

на рабочие места и в передвижные мастерские информации об операциях, которые должны быть выполнены, контроль времени выполнения работ и т.п.

Группа ОАИ систематизирует, обрабатывает, анализирует и хранит информацию о деятельности всех подразделений, а также разрабатывает рекомендации по совершенствованию работы служб ТО и ремонта.

Группа ТПП формирует план материально-технического обеспечения производства и задания бригадам.

2. Формирование производственных подразделений по технологическому принципу в следующие производственные комплексы:

- комплекс ТО и диагностики (ТОД), включающий в себя соответствующие бригады, выполняющие технические воздействия обычно на месте работы машины. В этот комплекс могут входить бригады для выполнения заявочных видов ремонта машин на местах их работы (на строительных объектах);

- комплекс ремонта машин (РМ), объединяющий бригады, которые выполняют разборочно-сборочные и другие работы непосредственно на машине, т. е. плановый текущий и капитальный ремонт машин, а также замену крупных и сложных элементов машины;

- комплекс ремонтных отделений и участков (РО), служащих для ремонта агрегатов и узлов, а также восстановления и изготовления деталей. В отделениях комплекса выполняются сварочные, кузнечные, слесарно-механические работы, осуществляются ремонт агрегатов гидрооборудования, электрооборудования, топливной аппаратуры, рабочего оборудования и др. Отдельные работы могут выполняться как непосредственно на машине, так и в отделениях (электротехнические, сварочные, малярные и др.).

3. Формирование комплекса подготовки производства (ПП), осуществляющего приемку, мойку, разборку, комплектование, хранение и учет ремонтного и оборотного фондов; доставку агрегатов, узлов и деталей на рабочие места; обеспечение рабочих инструментами и приспособлениями; перемещение машин по территории ЭП и др. Комплекс ПП может включать в себя несколько отделений (бригад), например для моечно-дефектовочных работ, промежуточный склад и др.

Службы линейной технической эксплуатации выполняют ввод машин в эксплуатацию, их монтаж и демонтаж на строительных объектах, перебазировку и обеспечение хранения машин, учет эксплуатации машин, укомплектование операторами (машинистами) и др.

Примерная организационная структура технической службы ЭП приведена на рис. 6.1.

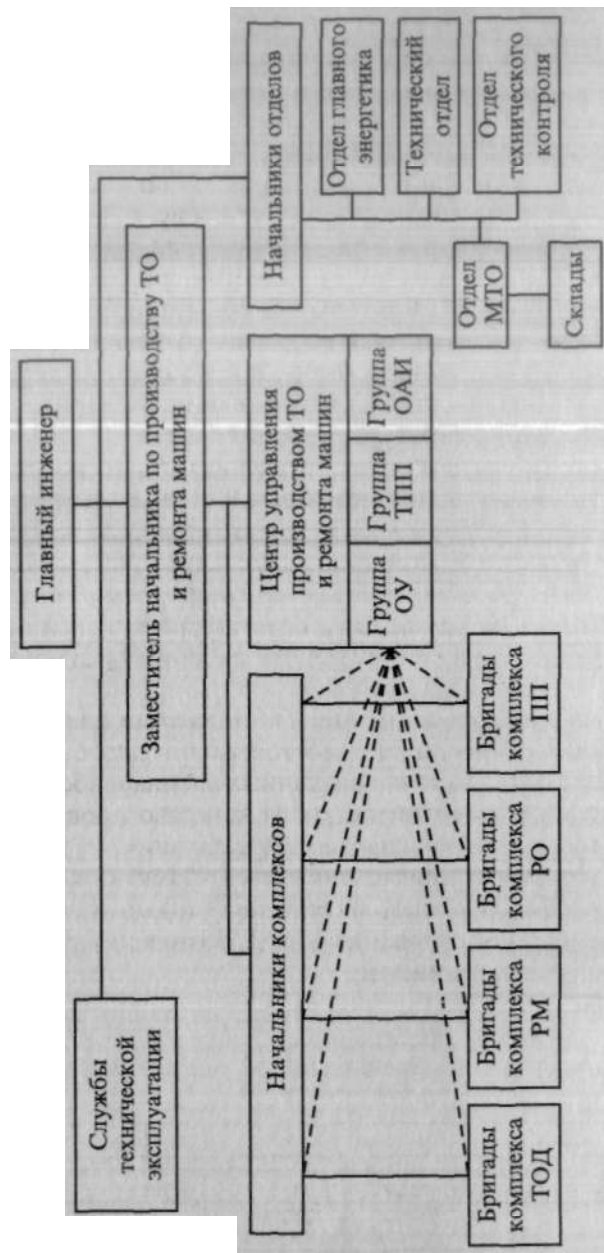


Рис. 6.1. Организационная структура производства ТО и текущего ремонта машин при централизованной системе управления
(— административное подчинение; --- оперативное подчинение)

Организация труда производственных рабочих

На ЭП применяют индивидуальную и коллективную (бригадную) формы организации труда рабочих. Индивидуальный характер носит работа сварщиков, станочников и т. п. Наиболее широко распространенными формами бригад для производства ТО и ремонта ДМ и автомобилей являются специализированные бригады, комплексные и агрегатно-участковые.

Специализированные бригады формируются по технологической специализации, т.е. по видам воздействий (рис. 6.2). Каждая бригада выполняет обычно один определенный вид технического воздействия (ЕО, ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТР, ремонт агрегатов), как правило, по всем машинам ЭП. Бригады ЕО обычно создаются на ЭП, на стационарную базу которых ежедневно возвращается свыше 60 машин. В состав специализированных бригад могут входить рабочие разных специальностей и квалификации: электрики, регулировщики топливной аппаратуры, смазчики и т.д.

При такой организации работ обеспечивается технологическая однородность каждого подразделения, т.е. повышается эффективность использования оборудования, а также упрощается руководство участками, учет и контроль за выполнением технических воздействий. Однако при этом усложняется руководство качеством работы системы из-за обезличивания ответственности, так как один агрегат обслуживается и ремонтируется рабочими разных подразделений.

Комплексная бригада все работы ТО и ремонта для определенной группы машин выполняет самостоятельно (рис. 6.3). В состав такой бригады входят рабочие различных специальностей. В этом случае повышается ответственность за качество проводимых работ. Однако возникают трудности регулирования загрузки и анализа работы различных бригад, снижается эффективность использования оборудования общего назначения (подъемников, ям, специализированного оборудования и др.), возникают сложности в распределении запасных частей.



Рис. 6.2. Структура производства при использовании метода специализированных бригад

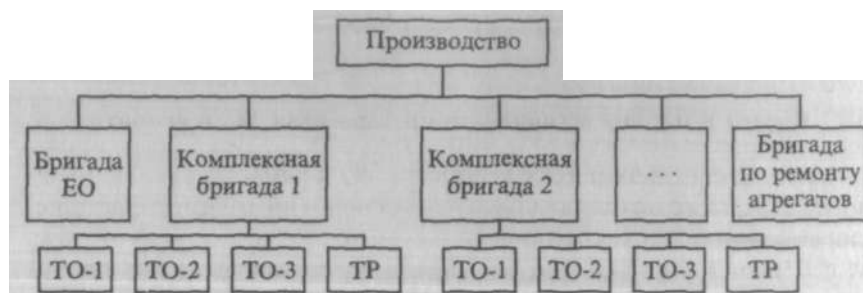


Рис. 6.3. Структура производства при использовании метода комплексных бригад



Рис. 6.4. Структура производства при использовании агрегатно-участкового метода

Агрегатно-участковый метод предусматривает выполнение всех работ ТО и ремонта одного или нескольких агрегатов и систем по всем машинам ЭП (рис. 6.4).

При такой организации труда повышается ответственность за качество выполняемых работ по сравнению с методом специализированных бригад, однако усложняется оперативное управление производством, например при необходимости устранения на машине отказов нескольких агрегатов и систем. При распределении работ в этом случае необходимо учитывать взаимодействие систем и агрегатов ДМ. Подобные бригады могут создаваться, например, для ТО и ремонта гидравлических систем, двигателей, электрооборудования и других агрегатов, требующих специальных знаний, особых навыков и определенного опыта.

В ЭП могут применяться смешанные формы бригад. Например, по технологическому принципу выполняют работы ЕО, ТО-1, заявочные виды ремонта, а также работы вспомогательных участков (шинные, медницкие, сварочные и др.), а по предметному - ТО-2 и текущий ремонт, а также ремонт некоторых агрегатов и систем (двигателей, трансмиссий, гидравлических систем и др.).

гателя, гидрооборудования, электрооборудования, топливной аппаратуры).

Формы и методы организации производства ТО и ремонта

Методы организации производства ТО и ремонта машин обычно классифицируются по времени, технологии и месту выполнения воздействий, а также по используемой производственной базе. Могут использоваться и другие признаки классификации, например уровень механизации технологических процессов, резервирование машин, степень участия операторов (машинистов) в их ТО и ремонте.

По времени выполнения воздействий выделяют *внутрисменный* (в процессе рабочей смены машины) и *межсменный* (в промежутке между рабочими сменами машины) методы ТО и ремонта. Межсменный метод обеспечивает минимальные потери рабочего времени машины и лучшее качество работ.

По технологии выполнения воздействий методы ремонта подразделяются на *индивидуальный* и *агрегатный* (см. подразд. 6.2). Индивидуальный метод обычно используется при ремонте небольших парков разномарочных машин.

По месту выполнения воздействий различают *линейный* и *стационарный* методы ремонта. В первом случае ТО и ремонт выполняются непосредственно на месте работы ДМ, как правило, без изоляции от внешней среды, а во втором – производится перебазировка ДМ на стационарную производственную базу. Эффективность и качество ТО и ремонта в обоих случаях, зависят от расстояния перебазировки ДМ, степени их концентрации на объекте, мобильности, сложности необходимых работ и других факторов.

По используемой производственной базе методы ТО и ремонта подразделяют на децентрализованные (силами самого ЭП) и централизованные (с привлечением сторонних предприятий). Централизации обычно подлежат работы, требующие специализированного оборудования, привлечения квалифицированных рабочих, а также работы по восстановлению деталей.

Степень централизации зависит от развития региональных кооперированных систем и наличия независимых центров обслуживания машин (ЦОМ), строящих свои взаимоотношения с ЭП на договорных (контрактных) началах с полной или частичной передачей работ по обслуживанию. Например, дилерские центры обычно выполняют работы ТО-2 и более сложные. Часто ТО при этом проводят на местах работы ДМ специализированными бригадами, закрепляемыми за определенными опорными пунктами ЦОМ.

На практике обычно используют смешанные формы организации ТО и ремонта машин, которые определяются анализом

структуры парка ДМ, их дислокацией, наличием средств, квалификацией персонала и другими условиями, причем выбранные методы должны обеспечивать снижение простоев ДМ и затрат на их ТО и ремонт.

Организация выполнения ТО и ремонта

Организация ТО и ремонта машин зависит от видов необходимых работ, распределения ДМ по объектам, их транспортных возможностей и других факторов.

Работы по ЕО машин проводят на месте их работы или в местах межсменного хранения. ЕО машин, возвращающихся ежедневно на базу, выполняют на этих базах сразу же после окончания смены, при этом не возникает дефицита времени и создаются условия для повышения качества работ. Основными исполнителями ЕО являются оператор (машинист) и его помощник.

Обычно ТО, не отличающиеся технологической сложностью, но часто повторяющиеся, проводят децентрализованно. Обслуживание выполняют специализированные бригады передвижных мастерских (ПМ) или стационарной базы обычно с участием машинистов. Обнаруженные при проведении периодических ТО мелкие неисправности устраняют в процессе обслуживания. Причем общая продолжительность этих работ не должна превышать продолжительности ТО-1. Более значительные неисправности устраняют бригады технической помощи.

При выборе места выполнения ТО и ремонта учитываются технологическая сложность работ и транспортабельность ДМ. Обычно на месте работы машинистами ДМ выполняется ТО-1, а на стационарной базе, как правило, проводятся ТО-3 и СО.

Для машин, ежедневно возвращающихся на базу, ТО-1 и ТО-2 проводятся на стационарной базе (для мобильных ДМ и автотранспорта). На строительных объектах ТО-1 и ТО-2 выполняют: для экскаваторов на гусеничном ходу, удаленных от базы более чем на 2 км; экскаваторов на пневмоколесном ходу и гусеничных машин, удаленных более чем на 5 км; других пневмоколесных ДСМ, работающих на расстоянии более 10 км от базы.

Допустимое расстояние перегона колесных тракторов для ТО-2 на базу обычно не более 15 км. Большее расстояние перегона допускают для ТО-3 и СО. Часто место выполнения ТО и ремонта выбирается по времени транспортирования машины в одном направлении, например 1,5; 3,5 и 5,0 ч соответственно для ТО-1, ТО-2 и ТО-3. Для автомобилей целесообразен перегон в 40... 60 км на ТО-1 и 80... 120 км на ТО-2.

Система обслуживания разъездными бригадами обычно предусматривает выполнение работ во время рабочего процесса ДМ.

Такая бригада, имеющая передвижные мастерские, прицепы с емкостями масла (1 ... 3 передвижных средства), а при необходимости и сварочные агрегаты, состоит из 4... 6 человек (включая водителя ПМ и машиниста) и обслуживает парк из 40 ... 50 ДМ (обычно две-три машины в день). Каждая бригада имеет свой месячный план-график ТО закрепленных за ней ДМ.

Отдельные ЭП применяют так называемое централизованное ТО, заключающееся в следующем: весь объем по ТО распределяется равномерно на каждые сутки эксплуатации ДМ, т.е. каждая ДМ обслуживается один раз в сутки и обслуживание проводится в межсменное и обеденное время (для машинистов). Одновременно обслуживается технологический комплекс машин, находящихся на строительном объекте (включая ДМ и автотранспорт); работы проводит бригада из 6... 7 человек (без участия машинистов) обычно при наличии двух ПМ - смазочно-заправочной станции и слесарно-механической мастерской. Использование системы централизованного обслуживания эффективно только при значительной концентрации ДМ на строительных объектах. При рассредоточении ДМ даже в радиусе 20... 25 км эффективность такой системы снижается из-за трудностей разработки и выполнения скользящих графиков обслуживания, а также значительного увеличения холостых пробегов ПМ.

Ремонт высокой технологической сложности, требующий применения специального оборудования (агрегатные, слесарно-механические и др.), могут выполнять на стационарной базе ЭП или частично на специализированных ремонтных предприятиях (или ЦОМ).

Плановый ремонт машин, как правило, проводят на стационарной базе. В тех случаях, когда тяжелые и крупногабаритные машины работают длительное время на значительном расстоянии от базы и доставка их на базу затруднена, ремонт производится силами ремонтных бригад с помощью ПМ.

КР агрегатов, узлов и сложных полнокомплектных ДМ выполняется на специализированных ремонтных заводах. На стационарной базе ЭП может выполняться КР машин на базе агрегатов, капитально отремонтированных на ремонтных заводах.

6.2. Агрегатный метод ремонта машин

Ремонт машин может рассматриваться с позиции резервирования их в эксплуатации. При этом возможны общее и раздельное резервирование, т.е. резервирование всей ДМ в целом или ее отдельных частей.

В зависимости от сохранения принадлежности восстановленных частей к конкретному объекту различают обезличенный и

необезличенный методы ремонта. При необезличенном ремонте эта „ принадлежность сохраняется, а при обезличенном - не сохраняется. Разновидностью обезличенного ремонта является агрегатный метод, при котором неисправный агрегат заменяют новым или заранее отремонтированным. При этом под агрегатом понимается сборочная единица, обладающая свойствами полной взаимозаменяемости и независимостью сборки, предназначенная для самостоятельного выполнения определенных функций обычно в изделиях разного назначения.

В общем случае время простоя ДМ при ремонте можно подразделить на время снятия (демонтажа) отказавшего элемента с машины, время восстановления его работоспособности (ремонта) и время установки (монтажа) на машину, т.е. при индивидуальном ремонте ДМ $\Gamma_{\text{прост}} = t_{\text{CH}} + t_{\text{pe4}} + t_{\text{ycT}}$, а при агрегатном ремонте (если есть запасной агрегат) $\Gamma_{\text{прост}} = t_{\text{CH}} + t_{\text{ycT}}$.

К основным преимуществам агрегатного метода можно отнести снижение простоев ДМ в ремонте, повышение равномерности загрузки ремонтных отделений за счет возможности организации работы в межсменное время, создание условий для специализации рабочих и участков. Агрегатный метод особенно эффективен при ремонте ДМ на строительных объектах, так как при этом снижаются затраты на их транспортирование.

Вместе с тем применение обезличенного ремонта требует наличия резервного (оборотного) фонда агрегатов, что в свою очередь повышает затраты и требует наличия дополнительных площадей для их складирования. При обезличенном ремонте снижается также заинтересованность машинистов в повышении сроков службы агрегатов. При индивидуальном (необезличенном) ремонте легче организовать учет каждого заказа, а следовательно, возможна оплата фактической стоимости ремонта.

Выбор метода ремонта определяется сопоставлением времени простоя ДМ, длительности межсменного периода и возможности ремонта агрегата непосредственно на машине. Индивидуальный метод ремонта применяется, если требуемое время ремонта машины не превышает заданного, например длительности рабочего дня. Если же отказавший агрегат невозможно восстановить без снятия его с машины (или длительность его снятия меньше длительности ремонта на ДМ), то его заменяют агрегатом, взятым из оборотного фонда, а затем устанавливают вид его ремонта.

Несложный текущий ремонт агрегатов обычно выполняется на базе ЭП, после чего они поступают в оборотный фонд. Если требуется капитальный ремонт, то агрегат отправляют в обменный пункт (или непосредственно на ремонтное предприятие) для замены на отремонтированный (рис. 6.5). При централизованном ремонте обменный пункт обычно является промежуточным (аккумулирую-

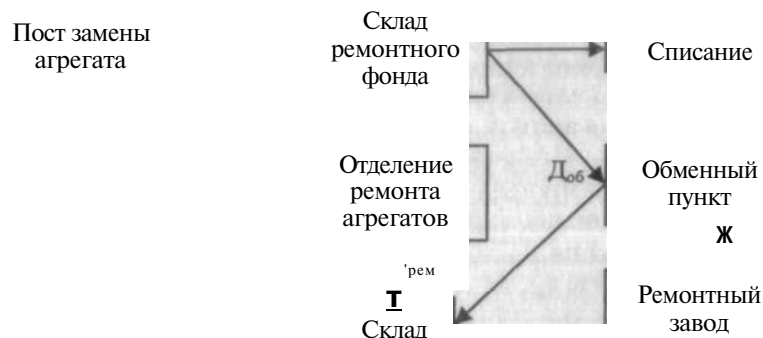


Рис. 6.5. Схема агрегатного метода ремонта

щим) звеном для связи большого числа ЭП и одного или нескольких ремонтных предприятий.

Эффективность агрегатного метода ремонта определяется наличием парка однотипных машин, т.е. унификацией агрегатов различных машин. При небольшом парке ДМ ремонт агрегатов обычно осуществляют централизованно на специализированных ремонтных предприятиях. В этом случае длительность ремонта определяется длительностью оборота агрегата $D_{об}$, включающей в себя время его транспортирования на ремонтное предприятие и обратно, а также время ожидания на всех этапах ремонта (в том числе приемки-сдачи и др.).

Разновидностью агрегатного метода ремонта является плановая замена ремонтных комплектов (ПЗРК), т.е. замена нескольких агрегатов и узлов, объединенных в ремонтный комплект (РК) по наработке до предельного состояния (примерно с одним ресурсом). Заменяют РК через определенную наработку на стационарной базе ЭП. Ремонт агрегатов и комплектование РК выполняются на специализированных ремонтных предприятиях. Например, для гусеничных тракторов формируются три ремонтных комплекта: РК-1, состоящий из направляющих колес и катков в сборе; РК-2, включающий в себя гусеничные тележки в сборе, гусеничное полотно, муфту сцепления, бортовые фрикционы в сборе и агрегаты гидрооборудования; РК-3, состоящий из двигателя и агрегатов трансмиссии.

Применение РК, как правило, сопровождается изменением структуры ремонтного цикла. Обычно в этом случае плановый ремонт выполняется с периодичностью 1500 мото-ч, причем при каждом ремонте применяются различные РК. Так, при первом ремонте гусеничного трактора (1500 мото-ч) применяют РК-1, при втором ремонте (3000 мото-ч) — одновременно РК-1 и РК-2, а при третьем ремонте (4500 мото-ч) — РК-1. При последнем в цикле четвертом

ремонте (6000 мото-ч) предусматривается замена всех трех РК, т. е. выполняется капитальный ремонт машины.

При выполнении случайного ремонта может использоваться типовой РК, созданный на основе статистического анализа отказов ДМ. Типовой РК уточняется механиком по фактическому состоянию машины до ее ремонта или в процессе его выполнения. Наличие типовых РК очень важно при ремонте машин на местах работы, так как отсутствие в бригаде ПМ необходимых запасных частей приводит к увеличению простоев ДМ, холостым пробегам ПМ и другим потерям.

Для расчета размера оборотного фонда агрегатов и РК применяют различные методы: нормативный, по средним наработкам, вероятностные и оптимизационные.

Нормативный метод основан на использовании статистических данных о потребности запасных агрегатов на 100 машин. Эти данные содержатся в документах по организации ТО и ремонта машин.

Метод расчета по средним наработкам основывается на использовании данных о режимах работы агрегата и его надежности. Размер оборотного фонда агрегатов оценивается в этом случае соотношением

$$П_a = \frac{M t_{пл} D_{об}}{t_3 D_k} \varphi_a, \quad (6.1)$$

где M - число работающих агрегатов (обычно соответствует числу машин); $t_{пл}$ - плановая наработка машины, мото-ч; $D_{об}$ - длительность оборота агрегата, дн.; t_3 - средняя наработка на замену (ремонт) агрегата, мото-ч; D_k - длительность периода, за который определяется плановая наработка, дн.; $\varphi_a = 1,1 \dots 1,3$ - коэффициент, учитывающий отклонения времени оборота агрегата и межремонтной наработки (коэффициент запаса).

Пример. Определить размер оборотного фонда агрегатов данного наименования, средний межремонтный ресурс которых $t_3 = 1800$ мото-ч. На предприятии работает 50 машин с данным агрегатом. Плановая годовая наработка одной машины $t_{пл} = 1100$ мото-ч. Ремонт агрегатов выполняется централизованно. Длительность оборота $D_{об} = 20$ календарных дней; $\varphi_a = 1,1$.

В соответствии с (6.1)

$$П_a = \frac{50 \cdot 1100 \cdot 20}{1800 \cdot 365} 1,1 = 1,84.$$

Таким образом, оборотный фонд предприятия должен состоять из двух агрегатов данного наименования.

Вероятностные и оптимизационные методы расчета оборотного фонда основаны на применении теории массового обслужива-

ния и математического моделирования и учитывают случайный характер длительности ремонта и наработок агрегата; число и условия эксплуатации разных моделей машин предприятия; уровень и кратность загрузки транспорта и другие факторы.

6.3. Планирование и учет ТО и ремонта машин

Производственное планирование включает в себя планирование перспективного и оперативного использования ДМ; определение состава и числа технических воздействий; учет и анализ числа и характера отказов; доведение до подразделений ЭП плановых заданий и сроков их выполнения; контроль за выполнением планов и их корректировку и др.

Планирование ТО и ремонта выполняется для заданных режимов работы машин. При этом различают суточный, годовой и месячный режимы работы, которые разрабатываются применительно к конкретным условиям эксплуатации машин.

Среднесуточная наработка ДМ, мото-ч,

$$t_{cc} = t_{cm} n_{cm} K_{исп},$$

где t_{cm} - длительность рабочей смены, ч (при пятидневной рабочей неделе $t_{cm} = 8$ ч); n_{cm} - средний коэффициент сменности; $K_{исп}$ - коэффициент внутрисменного использования.

Пример. На ЭП работает 10 машин одного типа, из которых 7 работают в одну смену, а 3 - в две смены, т. е. средний коэффициент сменности $n_{cm} = 1,3$. Длительность рабочей смены составляет 8 ч. Технология выполнения строительных работ обеспечивает коэффициент внутрисменного использования $K_{исп} = 0,75$. Тогда среднесуточная наработка одной Машины $t_{cc} = 8 \cdot 1,3 \cdot 0,75 = 7,8$ мото-ч.

Для автомобилей и ДМ на автомобильном шасси среднесуточный пробег, км,

$$l_{cc} = t_n V_T$$

где t_n - время в наряде, ч (величина, аналогичная произведению $t_{cm} n_{cm}$); V_T - средняя техническая скорость, определяемая с учетом условий движения и работы машины, км/ч.

Годовой или месячный режимы работы машины определяются длительностью ее работы $D_{раб}$ и планируемой наработкой $t_{пл}$ в мото-ч. Планируемая длительность работы

$$D_{раб} = D_k - (D_{пр,в} + D_m + D_{ор} + D_{пер}),$$

где D_k - длительность календарная планового периода; $D_{пр,в}$, D_m , $D_{ор}$, $D_{пер}$ - соответственно длительность простоя машины в празд-

ничные и выходные дни, по метеоусловиям, организационным причинам и при перебазированиях.

Неблагоприятными метеоусловиями, определяющими простой, являются дождь, низкая температура, ветер, промерзание грунта. Длительность перерывов в работе машин по организационным причинам обычно не превышает 3 % от календарной длительности без учета праздничных и выходных дней. Время перебазирования зависит от того, как далеко размещаются строительные объекты и времени работы на них ДМ.

Следует иметь в виду, что длительность $D_{\text{раб}}$ включает в себя как время непосредственной работы машины на объектах $D'_{\text{раб}}$, так и дни простоя машины в ТО и ремонте $D_{\text{ТО,р}}$, т. е. $D_{\text{раб}} = D'_{\text{раб}} + D_{\text{ТО,р}}$.

Для принятого периода работы планируемая наработка дорожной машины определяется по соотношению, мото-ч,

$$t_{\text{пл}} = D_{\text{раб}} K_{\text{т.и}} t_{\text{сс}}$$

а для автомобилей, км,

$$L_{\text{пл}} = D_{\text{раб}} K_{\text{т.и}} l_{\text{сс}}$$

Коэффициент технического использования (см. подразд. 2.3)

$$K_{\text{т.и}} = \frac{MD_{\text{раб}}}{MD_{\text{раб}} + MD_{\text{прост}}} = \frac{1}{1 + \frac{MD_{\text{раб}}}{MD_{\text{прост}}}} = \frac{1}{1 + B_{\text{ДМ}} t_{\text{сс}}},$$

где $MD_{\text{раб}}$, $MD_{\text{прост}}$ - число машинодней соответственно работы и простоев в ТО и ремонте за плановый календарный период.

Удельный простой в воздействиях, планируемых по наработке, дн./мото-ч,

$$B_{\text{ДМ}} = \frac{D_1}{t_1} (1 - \frac{t_1}{t_2}) + \frac{D_2}{t_2} (1 - \frac{t_2}{t_{\text{ТР}}}) + \frac{D_{\text{ТР}}}{t_{\text{ТР}}} (1 - \frac{t_{\text{ТР}}}{t_{\text{КР}}}) + \frac{D_{\text{КР}}}{t_{\text{КР}}},$$

где $D_1, D_2, D_{\text{ТР}}, D_{\text{КР}}$; $t_1, t_2, t_{\text{ТР}}, t_{\text{КР}}$ - соответственно длительности простоев и периодичности ТО-1, ТО-2, ТР, КР ($D_{\text{ТР}}$ включает в себя простой в ТО-3, а $D_{\text{ТР}}$ и $D_{\text{КР}}$ учитывают также время на транспортирование машин в ремонт и обратно).

Соотношения $(1 - t/t_{i+1})$ учитывают кратность периодичности воздействий и то, что более высокий вид воздействия ($i + 1$) включает в себя работы предыдущего вида (i -го). Удельный простой не включает в себя простои в воздействиях, планируемых по календарю, например сезонное ТО.

Пример. На предприятии эксплуатируется группа экскаваторов со среднесуточной наработкой $t_{\text{сс}}$ - 7,8 мото-ч. Периодичности ТО-1, ТО-2, ТР (включая ТО-3) и КР составляют соответственно

50, 250, 1000 и 6000 мото-ч, а длительности этих воздействий соответственно 0,3; 1; 8 и 19 рабочих дней.

Нормативный простой экскаватора в воздействиях, планируемых по наработке, дн./мото-ч,

$$B_{\text{дм}} = 0,3/50 (1 - 50/250) + 1/250 (1 - 250/1000) + 8/1000 (1 - 1000/6000) + 19/6000 = 0,018$$

или 18 рабочих дней на 1000 мото-ч.

Нормативный коэффициент технического использования

$$K_{\text{т.и}} = 1/(1 + 0,018 \cdot 7,8) = 0,877.$$

Если принять число дней использования машины, равным $D_{\text{раб}} = 223$, то планируемая годовая наработка, мото-ч,

$$t_{\text{пл}} = 223 \cdot 0,877 \cdot 7,8 = 1525.$$

Для автомобилей используются аналогичные соотношения только с учетом отличий в нормировании простоя в ТО и ремонте:

$$K_{\text{т.и}} = \frac{1}{1 + B_{\text{ав}} l_{\text{сс}}}; \quad B_{\text{ав}} = D_{\text{ТО,ТР}} + \frac{D_{\text{КР}}}{l_{\text{КР}}} \text{ (дн./тыс. км)}.$$

Пример. Простой в ТО и текущем ремонте грузового автомобиля средней грузоподъемности $D_{\text{ТО,ТР}} = 0,5$ дн./тыс. км, длительность КР с учетом времени транспортирования $D_{\text{КР}} = 24$ дн., ресурс до КР $l_{\text{КР}} = 300$ тыс. км.

Удельный простой $B_{\text{ав}} = 0,5 + 24/300 = 0,58$ дн./тыс. км.

При среднесуточном пробеге $l_{\text{сс}} = 120$ км нормативный коэффициент технического использования $K_{\text{т.и}} = 1/(1 + 0,58 \cdot 0,12) = 0,935$.

Если длительность планируемой работы $D_{\text{раб}} = 250$ дн., то планируемый годовой пробег $l_{\text{пл}} = 250 \cdot 0,935 \cdot 0,12 = 28,05$ тыс. км.

На ЭП разрабатывают годовой, квартальные и месячные планы ТО и ремонта.

Годовой план ТО и ремонта определяет число плановых ТО и ремонта по каждой машине и, следовательно, по всему парку машин. Для КР в плане устанавливают даты проведения. Годовой план является основанием для расчета потребности в материальных и трудовых ресурсах. Примерная форма годового плана приведена в прил. 1.

Исходными данными для разработки годового плана служат (рис. 6.6): фактические наработки машины на начало планируемого года со времени проведения последнего соответствующего вида ТО и ремонта (или с начала эксплуатации) $t_{\text{ф.и}}$, мото-ч; планируе-

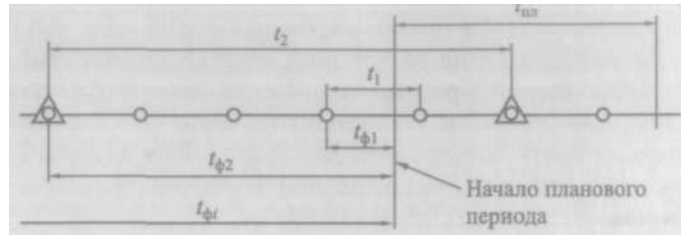


Рис. 6.6. Схема планирования потребности в ТО и ремонте

мая годовая наработка машины $t_{пл}$, мото-ч; периодичности воздействий t_i мото-ч. Откуда потребность в ТО и ремонте машины за планируемый период

$$N_i = \frac{t_{фi} + t_{пл}}{t_i} - N_{\Sigma}, \quad (6.2)$$

где N - число всех видов ТО и ремонта, у которых периодичность больше периодичности рассчитываемого i -го вида воздействия (при расчете КР N_{Σ} принимается равным нулю).

Полученное значение N_i округляется до меньшего целого числа. Из-за необходимости учета N_{Σ} расчет N_i проводится в следующей последовательности: КР, ТР и ТО-3, ТО-2, ТО-1.

Пример. Пусть на начало планируемого года $t_{фкр} = 1400$ мото-ч; $t_{фтр} = 430$ мото-ч; $t_{фто,2} = 140$ мото-ч; $t_{фто,1} = 20$ мото-ч. На планируемый год предусматривается наработка $t_{пл} = 1500$ мото-ч. Нормативные периодичности воздействий $t_{кр} = 6000$ мото-ч, $t_{тр} = 1000$ мото-ч, $t_2 = 250$ мото-ч и $t_1 = 50$ мото-ч.

По (6.2) находим:

$$N_{кр} = (1400 + 1500)/6000 - 0 = 0,48. \text{ Принимаем } N_{кр} = 0.$$

$$N_{тр} = N_3 = (430 + 1500)/1000 - 0 = 1,93. \text{ Принимаем } N_{тр} = N_3 = 1.$$

$$N_2 = (140 + 1500)/250 - 1 = 5,56. \text{ Принимаем } N_2 = 5.$$

$$N_1 = (20 + 1500)/50 - 6 = 24,4. \text{ Принимаем } N_1 = 24.$$

В ряде случаев, например при технологическом проектировании, определяют среднее значение N_i (для средней ДМ), т.е.

$$N_i = \frac{t_{пл}}{t_i} \left(1 - \frac{t_i}{t_{i+1}} \right),$$

где t_i, t_{i+1} - периодичности воздействий i -го и следующего $(i+1)$ -го (более высокого порядка) видов.

Получаемое значение в этом случае свидетельствует о средневзвешенном характере N_i т.е. о выполнении воздействия в следующий планируемый период.

Квартальный план применяется для сбалансирования интенсивности использования ДМ и производственных возможностей предприятия. Его основой является годовой план. Квартальный план содержит уточненные скорректированные значения наработки машин по месячным планам и устанавливает виды ТО и ремонта в каждом месяце (без указания конкретных дат). Квартальный план разрабатывается примерно за две недели до начала квартала и используется для подготовки производства.

В *месячном план-графике* устанавливаются даты остановки каждой ДМ на ТО и ремонт и продолжительность простоя в днях, что необходимо для подготовки производства и равномерной загрузки базы. Месячный план разрабатывается за 7 ... 10 дней до начала месяца. Его корректировка осуществляется за счет перераспределения моментов остановки ДМ для ТО и ремонта. Так, если по результатам расчета окажется, что в течение месяца посты (или передвижные мастерские) загружены неравномерно, то корректировка допустима в пределах $\pm 10\%$ от нормативной периодичности воздействия, например для ТО-1 это $\pm 1 \dots 2$ дня.

Из месячного плана делаются выписки для каждой передвижной мастерской (ПМ) и зон ТО и ремонта, причем для последних возможно графическое календарное планирование загрузки зоны (отделений) по постам, конкретным рабочим и рабочим местам. Пример месячного плана-графика приведен в прил. 2. Составляется месячный план двумя методами: по фактической наработке и календарному времени.

Планирование по фактической наработке машины применяется на ЭП, где ведется ежедневный ее учет. День месяца D_i , в который начинается проведение i -го ТО или ремонта конкретной машины, определяется по формуле

$$D_i = \frac{D_m (t_i - t_{\phi i})}{t_{пл.м}} + 1$$

где D_m - число рабочих дней в планируемом месяце; $t_{пл.м}$ - планируемая наработка в расчетном месяце, мото-ч.

Если $D_i > D_m$, то соответствующий вид ТО или ремонта в этом месяце не проводится. Для определения даты начала работ к D_i добавляется число выходных дней, приходящихся на расчетный период. Результаты расчета округляются до целых меньших чисел. Данный метод планирования требует постоянного анализа наработки машин парка и соответствующей корректировки план-графика.

При планировании по календарному времени сначала определяется периодичность необходимых воздействий в днях работы машины, т.е. через сколько дней нужно остановить ДМ на очередное ТО: $D_p = t_i / t_{cc}$. Здесь среднесуточная наработка t_{cc} обыч-

но принимается как средняя по группе однотипных машин или по данным прошлого периода. Полученное число дней D_{oi} , отсчитывают от дня выполнения последнего обслуживания и на графике отмечают плановый день постановки машины на очередное ТО. Данный метод значительно упрощает составление план-графика для машин с относительно стабильной суточной наработкой.

ТО-1 планируется обычно с учетом фактической наработки, а решение о направлении машины на обслуживание принимается за 2... 3 дня (смены) до предполагаемой его даты. Планирование ТО-2 обычно ведется по фактической наработке или календарному времени, а решение о направлении на обслуживание принимается за 4...6 дней до предполагаемой его даты. В течение этого времени проводится углубленное диагностирование машины и уточняется объем предстоящих работ.

Для координации работ, контроля сроков их выполнения и снижения числа сложных ситуаций в ЭП на каждые сутки могут составляться сводный диспетчерский график и сменно-суточные задания подразделениям.

Учет и отчетность по ТО и ремонту. Определение необходимой учетно-отчетной документации при планировании и организации ТО и ремонта зависит от организационно-производственной структуры ЭП, организации и оплаты труда рабочих и других факторов.

Основным эксплуатационным документом является формуляр, или бортовой журнал, который содержит сведения о техническом состоянии машины, ее комплектности, произведенной работе, по ТО и ремонту и т. д. Учет наработки и выполненных работ по ТО и ремонту ведется обычно в форме, определяемой формуляром. Механики эксплуатационных участков могут вести отдельные журналы учета наработки по каждой машине.

Учет выполнения ТО и ремонта ведется бригадами ПМ и стационарной мастерской в соответствующих журналах, которые в конце месяца сдаются в отдел главного механика или производственно-технический отдел ЭП, а записи, содержащиеся в них, переносятся в формуляр (паспорт) машины.

Бригады ТО и ремонта могут получать месячные планы в виде планов-нарядов, которые по истечении месяца вместе с другой документацией по приемке работ и различными справками представляются в соответствующие службы ЭП для проверки.

Работа каждой ПМ планируется ежемесячно на основании сквозных графиков ТО и ремонта. При этом планируют проведение максимального числа воздействий за один выезд (на одном строительном объекте). Учет воздействий, выполненных ПМ, ведется в специальном журнале. Заявки на случайный ремонт фиксируются отдельно. Обычно запись о выполнении планового ТО подтверждается машинистом, бригадиром ПМ и механиком участка.

При централизованной системе управления используется следующая документация:

- лицевая карточка для планирования ТО, учета и анализа выполненных воздействий, а также корректировки плана ТО (с учетом фактической наработки);

- план-отчет ТО, составляемый на основании лицевой карточки, который заполняется бригадиром и возвращается в конце смены;

- листок учета и контрольный талон, использующиеся для регистрации сведений о ТО и ремонте. В них отражаются все выполненные работы, расход запасных частей и трудозатраты;

- оперативный сменный (суточный) план, содержащий информацию по обеспечению подготовки производства (составляется на 1... 3 смены), и другая документация.

В настоящее время все большее распространение получают информационные технологии учета и организации ТО и ремонта, в том числе с использованием штрихового кодирования, бортовых компьютерных систем, ресурсов Интернет.

6.4. Управление качеством ТО и текущего ремонта машин

Факторы, определяющие качество ТО и ремонта

Качество ТО и ремонта можно определить как совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, относящихся к их способности удовлетворять установленные требования. Значительную роль в обеспечении качества играют законодательство и принятые предприятием обязательства, в том числе гарантии.

Качество процессов ТО и ремонта машин зависит от различных факторов, большинство из которых являются случайными: объекты, подлежащие ТО и ремонту; применяемые запасные части и материалы; изменения, возникающие в технологическом процессе; действия персонала и др.

Характеристики процессов ТО и ремонта могут иметь количественное выражение, т. е. когда их можно измерить (объем жидкости, давление в шинах, зазоры, усилия), или качественное, т. е. выражение в квалиметрическом сопоставлении к качеству (например, уровень жидкости, контроль по принципу годно - негодно и др.). В последнем случае важную роль играют органолептические и экспертные методы измерения.

К характеристикам качества ТО и ремонта, выполняемых для сторонних потребителей, можно отнести: время выполнения услуги; характеристики надежности и гарантии; компетентность и вежливость персонала; наличие необходимых запасных частей и материалов; стоимость услуги и др. Мерой качества выполнен-

ного ТО и ремонта обычно является субъективная оценка потребителя.

Качество выполнения ТО и ремонта машин, находящихся на балансе предприятия, имеет несколько другую направленность. При централизованной системе управления (см. подразд. 6.1) оценка качества ТО и ремонта возлагается на отдел технического контроля. Основными количественными характеристиками качества ТО и ремонта являются: число unplanned ремонтов (или отказов) и время простоев машин; данные инспекторского осмотра машины, проводимого обычно в плановом порядке и выборочной регламентированной инспекторской проверки состояния отдельных машин и выполненных работ.

Для текущей оценки качества ТО и ремонта могут использоваться средняя наработка агрегатов и систем на отказ, а также вероятность их безотказной работы после выполнения ТО и ремонта.

При агрегатно-участковом методе оценку качества труда проводят по показателям безотказности агрегатов и систем, закрепленных за бригадой, а в качестве гарантийного периода обычно принимают наработку машины, равную периодичности ТО-2.

Для сложного ремонта может проводиться ступенчатая приемка. На первом этапе качество ремонта проверяют визуально, выполняют испытания на холостом ходу и под нагрузкой, проверяют уровень шума, токсичности и другие параметры, после чего составляют акт предварительной технической приемки. Второй этап предусматривает контрольную эксплуатацию (обычно в течение срока ТО-1), и если в этот период дефекты не обнаруживаются, машина предъявляется к окончательной приемке.

Система управления качеством ТО и ремонта

Контроль качества ТО и ремонта машин может быть выборочным и сплошным. На практике обычно используется выборочный контроль. В процессе ремонта производятся контрольные испытания на стендах двигателей, насосов и других агрегатов и узлов, а также машины в целом.

Для управления процессами ТО и ремонта разрабатывается система качества, представляющая собой совокупность организационной структуры, ответственности, методик, процессов и ресурсов. Для ЭП, оказывающего услуги, центральное место в системе качества занимает потребитель, также в нее входят следующие основные рабочие элементы: объекты управления качеством (машина в целом и ее системы, агрегаты, детали, отдельные операции ТО и ремонта) и объекты оценки качества работы (обычно бригада, реже конкретные исполнители работ). В систему качества включают и элементы маркетинговой деятельности. Для каждой услуги состав-

ляются так называемые спецификации, в которых изложены характеристики, подлежащие оценке потребителем.

Управление качеством осуществляется через стандартизацию всех основных звеньев процесса ТО и ремонта с помощью различных нормативных документов (стандартов государственных, отраслевых, предприятия, технических условий, чертежей, типовых технологических процессов).

Стандарты ЭП можно условно разделить на общие и рабочие. Общие стандарты содержат основные положения системы управления качеством, методы морального и материального стимулирования и др. К рабочим стандартам относятся документы по входному контролю материалов, а также по сбору и обработке информации о качестве продукции, анализу причин дефектов и отказов, контролю правильности эксплуатации машин и др.

Материальное поощрение осуществляют по так называемой шкале премирования (функции поощрения), т. е. в зависимости от качества продукции и качества самого труда. Как показывает опыт, эффективность системы качества значительно повышается, если размер стимулирования превышает 30% общей зарплаты исполнителя. Работы по ТО и ремонту обычно оплачиваются повременно (руб./ч), но для части работников, например станций или центров обслуживания, оплата может производиться по доходу от этих работ.

Технологическая документация

При организации процессов ТО и ремонта широко используются технологические карты, обуславливающие рациональное использование рабочего времени и рабочих мест, соблюдение требований качества, обеспечение синхронности работы постов и т. п.

На ЭП используют обычно технологические карты двух видов: операционно-технологические и постовые. Операционно-технологические карты содержат перечень работ и нормы времени на них, а постовые - перечень работ, выполняемых на данном посту на каждом рабочем месте. Номера операций на постовых картах соответствуют порядковому номеру операции из операционно-технологических карт. Технологические карты (прил. 3, 4) разрабатывают на ЭП или принимают на основе справочных данных.

Последовательность выполнения операций можно представить в виде сетевого графика или схемы сборки, отражающей структуру объекта. На схеме сборки (рис. 6.7) каждый составной элемент (деталь, узел) обозначен прямоугольником, разделенным на три части, в которых указывается наименование элемента, номер, предоставляемый в спецификациях, и число элементов. На технологической схеме наносятся краткие надписи, поясняющие характер вы-

$$T_{опj} = T_{опj}^6 \prod_{i=1}^{i=z} K_i,$$

где $T_{опj}^6$ - оперативная базовая трудоемкость выполнения j -й работы при оптимальных условиях (обычно определяется по типовым картам, приведенным в Общемашиностроительных нормативах времени на слесарные работы по ремонту оборудования); z - число факторов, влияющих на время выполнения работы; K_i - корректирующий коэффициент, отражающий фактические условия работы (позу исполнителя, стесненность рабочей зоны, загрязненность объекта, освещенность рабочей зоны, температуру воздуха и др.) и определяющийся по справочной литературе (например, при выполнении ремонтных работ в полевых условиях он составляет 1,5 при положительной температуре воздуха и 3 ... 5 при отрицательной).

Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте основные принципы централизованной системы управления производством ТО и ремонта парка машин.
2. Какие методы применяются при организации труда производственных рабочих?
3. Опишите основные формы и методы организации производства ТО и ремонта машин.
4. Какие основные преимущества и недостатки имеет агрегатный метод ремонта машин?
5. Какими способами определяют режимы работы машин?
6. Какие виды планов используют для подготовки производства ТО и ремонта парка машин? Опишите способы их разработки.
7. Опишите виды технологических карт, их назначение и последовательность разработки.
8. Какие способы используют при нормировании трудоемкости работ ТО и ремонта машин?

Глава 7

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

7.1. Общие положения

Технология технического обслуживания - это последовательность выполнения работ по обеспечению требуемых показателей состояния дорожно-строительных машин и их составных частей.

Показатели состояния характеризуются тремя значениями - номинальным, допустимым, предельным. Номинальное значение показателя определяет состояние новой или отремонтированной машины (составной части), прошедшей обкатку. Допустимое значение показателя соответствует исправному техническому состоянию машины (составной части), т. е. состоянию, обеспечивающему ее эксплуатационные показатели в заданных пределах. Предельное - это максимально или минимально допустимое значение показателя, при котором дальнейшая эксплуатация машины (составной части) становится неэффективной, опасной либо может привести к отказу или аварии.

Состояние машин, определяемое номинальными значениями показателей, обеспечивается при изготовлении их на заводе, ремонте или техническом обслуживании. В процессе использования состояние машин изменяется под воздействием нагрузки и окружающих факторов. Пока показатели состояния остаются в пределах допустимых значений, продолжается эксплуатация машин, когда же они достигают предельных значений, эксплуатация приостанавливается и проводится техническое обслуживание.

Техническое состояние машин изменяется также при их транспортировании и хранении.

7.2. Техническое обслуживание двигателя

Контрольный осмотр двигателя при техническом обслуживании включает в себя проверку его комплектности и крепления к раме, а также выявление подтекания масла, топлива и охлаждающей жидкости.

Следующим этапом является опробование двигателя пуском. При этом проверяются легкость пуска и нет ли дымления на выпуске, обнаруживаются резкие шумы и стуки. Затем работа двигателя проверяется на всех режимах. Прогретый двигатель должен работать устойчиво, без перебоев, а показания контрольных приборов должны соответствовать требованиям инструкции завода-изготовителя.

ТО кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов

В процессе работы происходит изнашивание деталей кривошипно-шатунного механизма двигателя (поршневых колец, поршней и гильз), что приводит к снижению его мощности, увеличению расхода картерного масла и появлению ненормальных стуков.

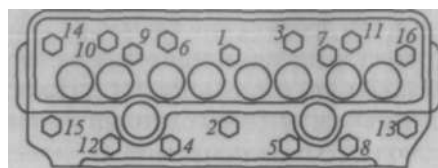
Снижение мощности определяется уменьшением компрессии двигателя в результате нарушения уплотнения головок цилиндров, вызванного слабой или неравномерной затяжкой гаек крепления или повреждением прокладок; пригорания колец в канавках поршня вследствие отложения смолистых веществ и появления нагара; изнашивания, поломки или потери упругости колец, а также из-за изнашивания стенок цилиндров. Повышенный расход масла, перерасход топлива и дымный выпуск отработавших газов обычно происходят при залегании поршневых колец или их изнашивании. Стуки и шумы в двигателе возникают в результате повышенного износа его основных деталей и увеличения зазоров между сопряженными деталями.

Для устранения указанных дефектов при ТО проводят регламентные контрольно-регулирующие работы.

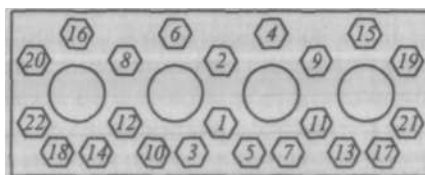
Например, для предотвращения пропуска газов и охлаждающей жидкости через прокладки головок цилиндров проверяют и при необходимости с определенным усилием (моментом затяжки) подтягивают гайки их крепления к блоку ключом с динамометрической рукояткой. Момент и последовательность затяжки устанавливаются заводом-изготовителем, т.е. подтяжка производится в определенной последовательности противоположно расположенных болтов и гаек (рис. 7.1) и не менее чем в три приема. Чугунные головки цилиндров подтягивают на прогретом двигателе, а головки из алюминиевого сплава только в холодном состоянии, так как коэффициент линейного расширения материала шпилек и головки неодинаков и при охлаждении головки плотность соединения и натяг будут уменьшаться.

Проверка крепления поддона картера во избежание его деформации и нарушения герметичности также производится поочередным подтягиванием диаметрально противоположных болтов.

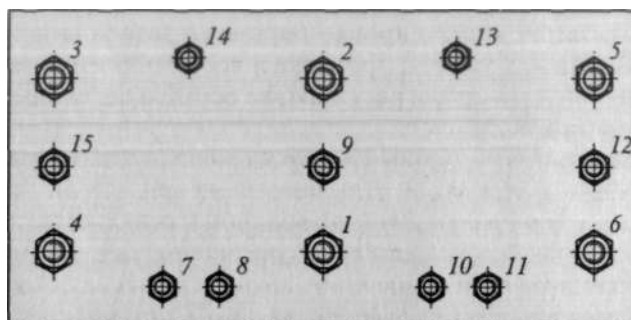
Компрессия является показателем герметичности и характеризует состояние цилиндров, поршней и клапанов. Причинами отно-



a



б



в

Рис. 7.1. Схемы последовательности затяжки гаек крепления головок блока цилиндров:
а - двигателя ЗИЛ-5301 и его модификаций; б - двигателей ЗИЛ-433Г4, ЗИЛ-433420, ЗИЛ-433100; в - двигателя Д-160Б (цифрами указана последовательность затяжки)

нительно низкой компрессии могут быть сильный износ, поломка или закоксовывание компрессионных колец, а относительно высокой - поломка маслосъемного кольца.

Герметичность цилиндров карбюраторных двигателей определяется компрессиометром со шкалой до 1,5 МПа, а дизельных - со шкалой до 10 МПа.

ТО газораспределительного механизма

Для газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания характерны две неисправности: неполное прилегание клапанов к гнездам и неполное их открытие.

Признаками неполного прилегания клапанов к гнездам являются: уменьшение компрессии, периодические хлопки во впускном или выпускном трубопроводах, падение мощности. Причинами неплотного закрытия клапанов могут быть отложения нагара на клапанах и гнездах; образование раковин на рабочих поверхностях (фасках) и коробление головки клапана; поломка клапанных пружин; заедание клапанов в направляющих втулках; отсутствие зазора между стержнем клапана и носком коромысла.

Неполное открытие клапанов, сопровождающееся стуками в двигателе и падением его мощности, возможно в результате образования большого зазора между стержнем клапана и носком коромысла.

Также к неисправностям газораспределительного механизма относятся износ шестерен распределительного вала толкателей и направляющих втулок, увеличение продольного смещения распределительного вала и износ втулок и осей коромысел.

Техническое обслуживание газораспределительного механизма состоит в проверке и регулировке теплового зазора между клапанами и бойками коромысел, проверке и восстановлении герметичности клапанов, проверке и регулировке осевого перемещения распределительного вала.

Зазоры в клапанном механизме проверяют щупами или устройством КИ-9918 ГОСНИТИ. Для чего, предварительно проверив затяжку гаек и шпилек головок цилиндров и стоек клапанных коромысел и при необходимости подтянув их (см. рис. 7.1), поршень первого цилиндра устанавливают в верхнюю мертвую точку (ВМТ) в такте сжатия и щупом проверяют зазоры у впускного и выпускного клапанов. Щуп должен проходить через зазоры с небольшим усилием. Регулировку клапанов других цилиндров проводят в порядке работы цилиндров двигателя.

В тракторных двигателях, кроме того, необходимо проводить регулировку декомпрессионного механизма. Способ регулировки декомпрессионных механизмов зависит от их конструкции. В декомпрессионных механизмах, действующих на коромысла, проверяют и регулируют зазор между штангой декомпрессора и коромыслом при выключенном механизме.

В качестве примера рассмотрим технологию регулировки зазоров газораспределительного и декомпрессионного механизмов двигателя Д-160Б (рис. 7.2). Регулировать зазор в клапанном механизме следует на прогретом двигателе. Для этого предварительно проворачивают коленчатый вал двигателя и устанавливают поршень цилиндра регулируемых клапанов в ВМТ соответственно концу такта сжатия, а рычаг декомпрессора - в рабочее положение. Затем ослабляют контргайку 4 регулировочного винта 5 коромысла б и, отвинчивая или завинчивая винт, устанавливают между коромыслом и стержнями впускного и выпускного клапанов

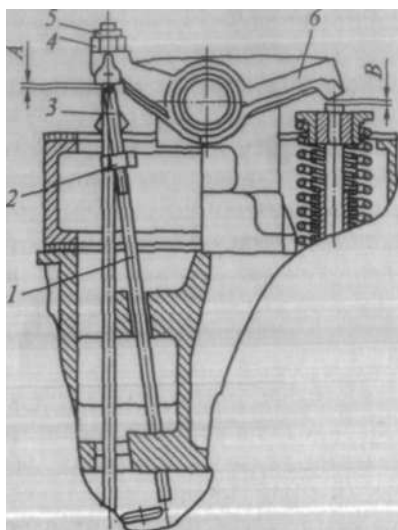


Рис. 7.2. Регулировка зазоров в клапанном механизме:
 1- штанга декомпрессора; 2, 4 - контргайка; 3 - наконечник штанги декомпрессора;
 5 - регулировочный винт; 6 - коромысло

зазор $B = 0,3$ мм. Проверив зазор щупом, контргайку 4 затягивают, после чего проверяют зазор еще раз.

Далее ослабляют контргайку 2 регулировочного винта наконечника 3 штанги 1 декомпрессора и, отвинчивая или завинчивая этот наконечник, устанавливают между штангой декомпрессора и коромыслом 6 впускного клапана зазор $A = 0,45 \dots 1$ мм. Затянув затем контргайку 2, еще раз проверяют зазор.

На многих двигателях производят регулировку осевого перемещения распределительного вала регулировочным винтом, для чего, отпустив контргайку, винт сначала закручивают до упора, а затем отпускают на $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{8}$ оборота.

При техническом обслуживании также прослушивают работу клапанного механизма и при необходимости регулируют зазоры между клапанами и коромыслами.

ТО системы охлаждения

В процессе эксплуатации машины может возникнуть перегрев или переохлаждение двигателя. При перегреве уменьшается наполнение цилиндров и повышается их износ, возникает детонация и калильное зажигание, образуется нагар, повышается угар масла. Переохлаждение приводит к снижению экономичности двигателя, осмолению системы вентиляции, повышению жесткости работы и

износа цилиндропоршневой группы вследствие смывания и разжижения смазки в картере топливом или повышению вязкости смазочных материалов под влиянием низких температур (особенно в период пуска).

Температура охлаждающей жидкости в открытых системах охлаждения должна быть 80...95°C, а в закрытых 100... 105°C. Поэтому основная задача технического обслуживания системы охлаждения - обеспечить поддержание наивыгоднейшего теплового режима двигателя.

Перегрев двигателя происходит (при исправных системах питания, зажигания и смазки) в результате недостатка охлаждающей жидкости в системе охлаждения, пробуксовки ремня вентилятора при слабом его натяжении, а также в результате замасливания, загрязнения или отложения накипи в системе охлаждения, при нарушении работы термостата и износе крыльчатки водяного насоса.

Переохлаждение двигателя возможно при неисправном термостате или постоянно открытых жалюзи.

При низких температурах воздуха жалюзи прикрывают и надевают утеплительный чехол.

Герметичность системы охлаждения проверяют внешним осмотром и опрессовкой. Неплотности в соединениях патрубков со шлангами устраняют затягиванием хомутов. О течи сальников водяного насоса свидетельствует подтекание воды через контрольное отверстие в нижней части корпуса насоса.

Попадание в картер двигателя воды происходит при износе уплотнителей водяного насоса, т. е. необходимо их заменить.

Натяжение ремня вентилятора проверяют с помощью специального приспособления. Причем необходимо учитывать, что при слабом натяжении ремни будут бить о шкивы, а значит, быстро изнашиваться. Кроме того, буксование, снижая частоту оборотов вентилятора, вызывает перегрев двигателя. Слишком сильное натяжение вызывает высокие напряжения в подшипниках и ремнях.

В двигателе Д-160Б (рис. 7.3, *а*) натяжение ремней регулируют натяжным роликом 2 и винтом 9, ввернутым в ось головки одного из двуплечих рычагов. Ремень генератора натягивают, поворачивая генератор 5, отпустив предварительно болт крепления планки 7. В двигателе ЗИЛ-645 (рис. 7.3, *б*) регулирование натяжения ремней производится перемещением натяжного ролика 2, шкива генератора 13 и шкива насоса гидроусилителя 75. От шкива вентилятора 14 приводится в действие шкив компрессора 72.

Эффективность действия радиатора лучше всего оценивать по перепаду температур в верхнем и нижнем бачках, который должен составлять 8 ... 12 °С. Также определяется засорение трубок радиатора и образование накипи.

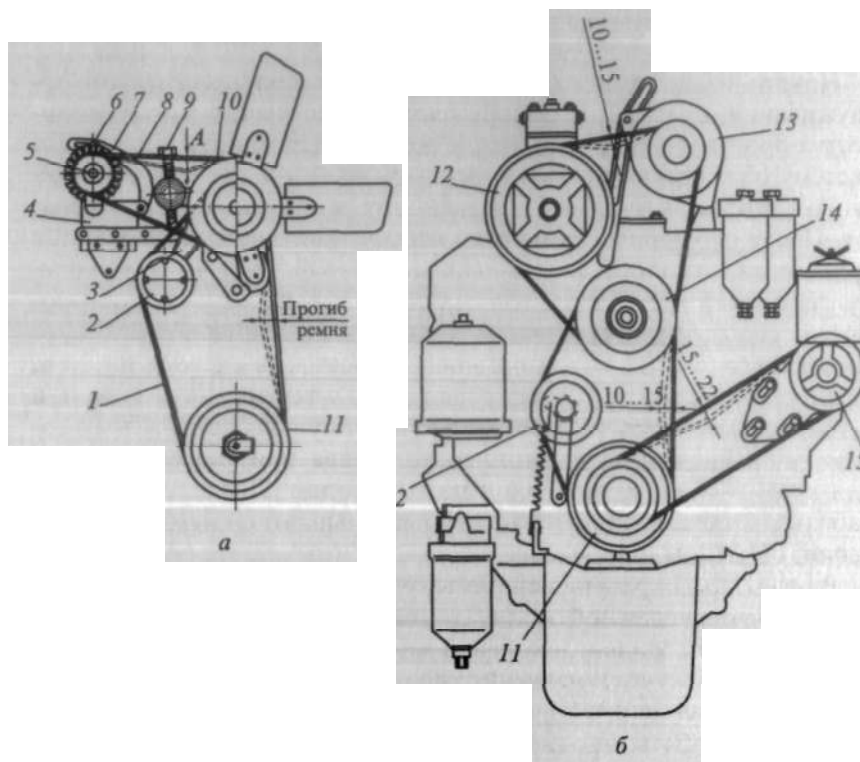


Рис. 7.3. Регулировка натяжения ремней вентилятора и генератора двигателей Д-160Б(а)иЗИЛ-645(б):

1 - ремень вентилятора; 2 - натяжной ролик; 3 - кронштейн ролика; 4 - кронштейн генератора; 5 - генератор; 6 - болт крепления; 7 - планка; 8 - ремень генератора; 9 - регулировочный винт; 10- шкив вентилятора; 11 - шкив коленчатого вала; 12 - шкив компрессора; 13 - шкив генератора; 14 - шкив вентилятора и жидкостного насоса; 15 - шкив насоса гидроусилителя

В процессе эксплуатации машины на стенках полости охлаждения откладывается накипь, что ухудшает теплообмен и ведет к перегреву двигателя, а также потере мощности, увеличению расхода топлива, возникновению детонации, выгоранию масла и интенсивному изнашиванию цилиндропоршневой группы. Накипь образуется вследствие отложения на поверхности нагретого масла солей кальция, магния и других соединений. Поэтому жесткую воду, применяемую для охлаждения двигателя, необходимо смягчать (удалять соли кальция и магния).

Существует несколько способов смягчения воды: кипячение в течение 30... 40 мин, добавление технического трилона и химический способ с использованием специальных очистных установок. Не рекомендуется заливать в систему охлаждения воду, содержащую

хлор или сернокислые соли, так как они вызывают разрушение латунных трубок радиатора.

Накипь из системы охлаждения удаляют при техническом обслуживании, а также при обнаружении в воде значительного количества продуктов коррозии (окиси железа и алюминия). Для чего в систему охлаждения заливают раствор: на 1 л воды 20 г технического трилона. В течение 4 ... 5 дней этот раствор ежедневно меняют. После окончания промывки систему заливают раствором: 2 г трилона на 1 л воды. Для удаления накипи в двигателях с чугунными головками цилиндров используют раствор: 1 кг кальцинированной соды и 0,8 л керосина на 10 л воды. Пустив двигатель, прогревают его 20...28 мин и оставляют раствор в системе на 10 ч, после чего еще раз прогревают двигатель в течение 20... 25 мин, а затем сливают раствор и промывают систему. Для двигателей с головками и блоком из алюминиевого сплава применяют хромник или хромовый ангидрит (200 г на 10 л воды). После 15...20 мин работы двигателя сливают раствор и промывают систему в направлении, обратном циркуляции.

В целях предохранения системы охлаждения от замораживания и обеспечения надежной эксплуатации применяют антифризы (водные растворы этиленгликолевой жидкости) ТОСОЛ-А40М и ТОСОЛ-А65М. В случае понижения уровня антифриза в системе вследствие испарения можно доливать в нее дистиллированную воду (система должна быть заполнена на 92... 95 % емкости). При сильном помутнении антифриз заменяют.

При техническом обслуживании системы охлаждения проверяют уровень охлаждающей жидкости, нет ли подтекания, а также состояние и натяжение приводных ремней, а при необходимости производят регулировку, смазывание подшипников вентилятора и натяжного ролика.

Промывку системы охлаждения производят при сезонном обслуживании.

ТО смазочной системы

Основными показателями состояния смазочной системы двигателя являются давление масла в магистрали и его температура (при исправных манометре и термометре). Зависят эти показатели от степени изношенности кривошипно-шатунного механизма, состояния системы охлаждения, режимов работы двигателя, качества и сорта применяемого масла.

Качество картерного масла ухудшается по мере работы двигателя в результате попадания в него механических примесей (допустимо наличие не более 2 % примесей) и срабатывания присадок.

Основными причинами снижения давления масла являются большой износ сопряжений кривошипно-шатунного механизма, разжижение масла топливом, износ шестерен масляного насоса, заедание редукционного клапана в открытом положении.

Повышенный расход масла в смазочной системе определяется износом уплотнителей, поршневых колец, а также засорением системы вентиляции. Основными операциями технического обслуживания смазочной системы являются: проверка качества и уровня масла в картере, замена фильтрующих элементов и промывка фильтров, а также проверка работоспособности центрифуги, замена картерного масла и промывка всей системы.

Работу центробежного фильтра проверяют на прогревом двигателя, т.е. после его остановки ротор должен вращаться в течение 2...3 мин. При неудовлетворительной работе фильтра его разбирают, очищают и промывают.

Масло, как правило, меняют при ТО-2, но периодичность может изменяться в зависимости от условий эксплуатации. При замене масла в двигателях КамАЗ-740-10 и ЗИЛ-645 меняют и фильтрующие элементы, а в двигателе Д-160Б промывают набивки сапуна и, смочив дизельным маслом, промывают фильтр центробежной очистки.

Смена масла производится при нагретом двигателе, т.е. когда оно обладает меньшей вязкостью и большей текучестью. Если при сливе обнаруживается загрязнение системы смазки, необходимо промыть ее. Для чего в поддон картера заливают промывочные жидкости (например, маловязкие масла или смеси масел с дизельным топливом), запускают двигатель и при малой частоте вращения коленчатого вала дают ему поработать 4... 5 мин, затем промывочную жидкость сливают и заливают свежее масло.

ТО системы питания карбюраторного двигателя

Возникающие в системе питания карбюраторного двигателя при эксплуатации неисправности нарушают его работу, снижают мощность и повышают расход топлива.

Основные признаки неисправностей: двигатель не запускается, неустойчиво работает при минимальной частоте вращения на холостом ходу, не развивает полной мощности, повышенный расход топлива.

По характеру проявления неисправности системы питания можно разделить на четыре группы:

- прекращение или недостаточность подачи топлива в карбюратор;
- переобеднение горючей смеси;
- переобогащение горючей смеси;
- подтекание топлива и подсос воздуха в систему.

Прекращение или недостаточная подача топлива в карбюратор возможны при засорении топливопроводов и фильтров, повреждении или потере упругости диафрагмы, неплотном прилегании клапанов топливного насоса, засорении топливных жиклеров, заедании или поломке воздушного клапана в пробке топливного бака, замерзании воды в баке, отстойниках и топливопроводах, низком уровне топлива в поплавковой камере карбюратора. Износ и загрязнение впускного и выпускного клапанов насоса чаще всего вызывают уменьшение его производительности. При поломке пружин клапанов насос полностью не работает.

Засорение топливных фильтров частично или полностью нарушает подачу топлива к карбюратору. Это же происходит при замерзании воды в баке, топливопроводах и отстойных фильтрах.

Образование переобедненной горючей смеси вызывает вспышки (хлопки) в карбюраторе вследствие ее медленного горения, при этом снижается мощность, приемистость, двигатель перегревается, расход топлива возрастает.

Образование переобедненной смеси может быть вызвано уменьшением подачи топлива в карбюратор, низким уровнем топлива в поплавковой камере, засорением жиклеров главного и холостого хода, подсосом воздуха в местах соединения трубопроводов.

Образование переобогащенной горючей смеси вызывает повышенное дымление, двигатель перегревается, на деталях цилиндропоршневой группы и свечах образуются значительные отложения нагара, мощность падает, увеличивается расход топлива, разжижается масло в картере.

Образование переобогащенной горючей смеси может быть вызвано повышением уровня топлива в поплавковой камере, разработкой жиклеров, износом или негерметичностью клапана экономайзера, неправильной регулировкой винта качества смеси в карбюраторе, засорением воздушных жиклеров.

Подтекание топлива и подсос воздуха в систему питания обуславливают переобеднение горючей смеси, приготавливаемой карбюратором. Основными причинами подтекания топлива являются негерметичность соединений трубопроводов и образование в них трещин.

При техническом обслуживании системы топливоподдачи проверяют герметичность топливного бака, топливопроводов, топливоподкачивающего насоса, карбюратора, игольчатого клапана поплавковой камеры и клапана экономайзера. Регулировку карбюратора на малую частоту вращения коленчатого вала в режиме холостого хода с целью обеспечения минимального расхода топлива при переходе двигателя с холостого хода на работу под нагрузкой производят следующим образом.

На предварительно прогретом двигателе (до температуры охлаждающей жидкости 75... 95 °С), перед его пуском и началом ре-

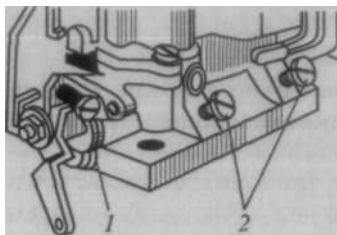


Рис. 7.4. Регулировка системы холостого хода:
1 - упорный винт дросселя; 2 - винты качества

гулировки (рис. 7.4) заворачивают до упора винты 2 качества горючей смеси, а затем отворачивают каждый на 2,5 или 3 оборота (в зависимости от конструкции карбюратора). После этого двигатель пускают и вращением упорного винта 1 дросселя добиваются наименьшей устойчивости частоты вращения коленчатого вала. Затем постепенно заворачивают один из винтов 2, пока двигатель не начнет работать с перебоями, после чего отворачивают его на $\frac{1}{2}$ оборота. То

же проделывают со вторым регулировочным винтом 2. Далее уменьшают частоту вращения коленчатого вала упорным винтом 1. Эти операции повторяют до тех пор, пока поворот какого-либо винта 2 не приведет к увеличению частоты вращения коленчатого вала.

Для проверки регулировки карбюратора нужно резко открыть и закрыть дроссель. При этом двигатель не должен остановиться. По окончании проверки измеряют содержание окиси углерода (CO) и углеводородов (CH) в отработавших газах.

При профилактической проверке и регулировке двигателей автомобилей концентрация вредных веществ в отработавших газах должна быть в пределах значений, установленных предприятием-изготовителем и регламентируемых ГОСТ 17.2.2.03-87 (табл. 7.1).

Уровень топлива в поплавковой камере может изменяться из-за негерметичности поплавка, а также вследствие неправильной установки, заедания или негерметичности игольчатого клапана. Проверяют его следующим образом. В карбюраторах, имеющих контрольную пробку, при работе двигателя на холостом ходу отворачивают ее и через контрольное отверстие наблюдают за уровнем топлива. При нормальном уровне топливо находится у нижнего края этого отверстия, но не вытекает из него. Изменение уровня топлива

Таблица 7.1

Допустимое содержание вредных веществ в отработавших газах

Частота вращения коленчатого вала	Объемная доля окиси углерода, %	Объемная доля углеводородов, млн ⁻¹ или ppm, для двигателей с числом цилиндров	
		4 и менее	более 4
$n_{x \min}$	1,5	1200	3000
$n_{нов}$	2,0	600	1000

достигается изменением числа прокладок под корпусом игольчатого клапана. Уровень топлива в поплавковой камере некоторых карбюраторов контролируется через смотровое окно, а его регулировка производится подгибанием язычка на рычажке поплавка.

Проверку снятого карбюратора можно проводить на специальной установке, а также можно не снимать его с двигателя, используя принцип сообщающихся сосудов. Для чего при неработающем двигателе отворачивают пробку под одним из жиклеров и вместо нее вворачивают штуцер с резиновым шлангом и стеклянной трубкой, установив которую вертикально, измеряют расстояние от плоскости разъема поплавковой камеры карбюратора до уровня топлива в самой трубке.

Пропускная способность жиклеров проверяется под напором воды (1 м в минуту при температуре 20 °С) с использованием приборов с абсолютным и относительным измерениями. Жиклеры, не соответствующие техническим условиям, заменяют новыми.

В топливном насосе проверяют максимальное давление, скорость падения давления после прекращения его работы, производительность за 10 ходов привода и число ходов, необходимых для подъема топлива на высоту 400 мм, а также герметичность клапанов.

При ТО-1 сливают отстой из топливных баков (около 3 л) и корпусов фильтров (1,15 л) через отверстия сливных пробок. При ТО-2 снимают фильтры очистки топлива и сетку топливного бака, разбирают, тщательно промывают внутренние поверхности корпусов и сетку чистым бензином или дизельным топливом и заменяют фильтрующие элементы новыми.

ТО системы питания дизельных двигателей

Признаками неудовлетворительного технического состояния топливной аппаратуры являются затрудненный пуск двигателя, его неустойчивая жесткая со стуками работа, дымность отработавших газов, неизменность частоты вращения коленчатого вала, снижение мощности и повышенный расход топлива.

Неисправности в системе питания определяются отказами и повреждениями приборов и топливопроводов магистралей низкого и высокого давления.

К основным неисправностям магистрали низкого давления относятся нарушение герметичности или засорение топливопроводов и фильтров, а также нарушение работы насоса низкого давления, приводящее к недостаточной подаче топлива к насосу высокого давления. Так как в магистрали между топливным баком и подкачивающим насосом при работе двигателя возникает разрежение, то даже небольшая неплотность какого-либо соединения приводит к подсосыванию в топливопровод воздуха, вызывая не-

устойчивость работы двигателя, а при увеличении нагрузки резкое снижение оборотов.

Для определения наличия воздуха в топливоподводящей системе необходимо запустить двигатель и при минимальных оборотах холостого хода отвернуть пробку на фильтре тонкой очистки. (В двигателе Д-160Б необходимо также открыть продувочные вентили и вентили на секциях топливных насосов высокого давления - ТНВД.) После этого проворачивают коленчатый вал дизеля пусковым двигателем до тех пор, пока топливо не начнет выходить из отверстий продувочных вентилях сплошной непрерывной струей без воздушных пузырьков, свидетельствующих о наличии воздуха в системе.

При загрязнении топливопроводов и фильтров магистрали низкого давления снижается давление топлива на входе в насос высокого давления. Если оно ниже допустимого предела (при герметичных соединениях), необходимо промыть фильтрующие элементы и проверить работу подкачивающего насоса низкого давления.

Неисправности насоса низкого давления вызывают падение его производительности и затрудняют пуск и работу двигателя. О нарушении работы подкачивающего насоса судят по интенсивности вытекания топлива при кратковременном ослаблении крепления трубки, подводящей топливо к фильтру тонкой очистки. Неинтенсивное вытекание топлива указывает на низкое давление, развиваемое насосом. В этом случае проверяют: состояние клапанов (впускного и нагнетательного) и клапанных гнезд подкачивающего насоса; надежность уплотнения прокладки насоса ручной подкачки топлива; износ стержня толкателя и отверстия в корпусе подкачивающего насоса; состояние пружины поршня.

Неисправность насоса ручной подкачки можно определить, установив на его место пробку клапана: если подкачивающий насос при этом будет работать лучше, значит насос ручной подкачки неисправен.

Неисправность насоса высокого давления и форсунок затрудняет пуск двигателя, вызывает перебои и неравномерность в работе цилиндров, потерю мощности двигателя, также при этом не регулируется частота вращения коленчатого вала.

Пуск двигателя затрудняется в результате износа плунжеров, гильз и нагнетательных секций насоса, поломки пружин плунжеров и нагнетательных клапанов, а также при понижении давления впрыска форсунки вследствие потери упругости пружин штоков, разработки сопловых отверстий форсунок и нарушения регулировки насоса.

Перебои и неравномерность в работе цилиндров двигателя связаны с неравномерностью подачи топлива нагнетательными сек-

циями насоса, неправильной регулировкой форсунок, зависанием нагнетательных клапанов, ослаблением соединений трубопроводов высокого давления и неисправностью всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала.

Потеря мощности двигателя происходит в результате недостаточной подачи топлива, неправильной регулировки насоса высокого давления и регулятора частоты вращения коленчатого вала.

Дымность отработавших газов повышается при излишней подаче топлива секциями насоса высокого давления, нарушении угла опережения впрыска, снижении давления открытия форсунок, заедании иглы и увеличении отверстий распылителя форсунок. Голубоватый оттенок отработавших газов свидетельствует о нарушении процесса распыливания топлива.

Исправность форсунки проверяют, ослабив гайку топливопровода и на малой частоте вращения коленчатого вала наблюдая за работой двигателя. Если частота вращения коленчатого вала при этом не меняется, а дымность уменьшается, то форсунка неисправна. Проверять давление начала впрыска топлива можно максиметром или эталонной форсункой.

Регулировку ТНВД рассмотрим на примере двигателя Д-160Б, для чего приведем порядок проверки угла опережения подачи топлива без снятия топливного насоса. Отсоединив секцию первого цилиндра от трубки высокого давления, навернуть на нее моментоскоп. Снять крышку кожуха муфты сцепления для обеспечения возможности наблюдения за делениями на наружной поверхности маховика и указателем на кожухе муфты сцепления. С помощью рукоятки ручного пуска двигателя медленно прокручивать коленчатый вал дизеля до полного удаления пузырьков воздуха из трубки моментоскопа.

В момент начала движения топлива (мениска) в стеклянной трубке метка «ВМТ-4Ц» на ободе маховика не должна доходить до острия указателя на угол $(23 \pm 1)^\circ$. Затем, поворачивая маховик на 180° , проверяют момент начала подачи топлива остальными секциями (в порядке работы цилиндров 1 - 3 - 4 - 2). Незначительно подрегулировать угол опережения подачи топлива (до 4°) можно хвостовиком толкателя, поворот которого на $1/6$ оборота (одну грань) примерно соответствует изменению угла на $1 \dots 1,2^\circ$ поворота коленчатого вала двигателя.

Равномерность подачи ТНВД регулируют при уменьшении его производительности по сравнению с номинальной более 5 % и увеличении более 7 %.

Неравномерность подачи топлива, %,

$$H = 200 \frac{g_{\max} - g_{\min}}{g_{\max} + g_{\min}},$$

Таблица 7.2

Нормы дымности отработавших газов автомобилей

Режим измерения дымности	Предельно допустимое значение дымности, м ³ (%)
При свободном ускорении дизелей без турбонаддува	1,18(40)
То же, с турбонаддувом	1,61 (50)
При максимальной частоте вращения холостого хода	0,38(15)

где $g_{\max} > g_{\min}$ - соответственно максимальная и минимальная производительность элементов топливного насоса, см³/мин.

Если неравномерность подачи превышает 12%, ТНВД регулируют на стенде, если же она не более 12%, а производительность элементов ТНВД выходит за пределы допустимых значений, подачу регулируют непосредственно на двигателе. Равномерность подачи топлива достигается поворотом плунжера, связанного с поворотной втулкой, относительно зубчатого венца (при ослабленном стяжном винте). В зависимости от конструкции ТНВД подача регулируется винтом пусковой подачи или регулировочной муфтой.

Техническое обслуживание системы питания дизельных двигателей включает в себя проверочные и контрольно-регулирующие работы и устранение неисправностей по заявкам машинистов (водителей).

Техническое обслуживание топливного бака и фильтров грубой очистки топлива заключается в периодическом сливе отстоя топлива, очистке и промывке корпусов и фильтрующих элементов.

Необходимо также проверять крепление и герметичность всех элементов системы питания, заменять сменные фильтрующие элементы, проверять пуск и работу двигателя, работу ТНВД, регулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала в режиме холостого хода и проверять работу регулятора частоты вращения.

Дымность отработавших газов должна контролироваться у всех самоходных машин и стационарных агрегатов. Основными факторами, обуславливающими повышение уровня дымности сверх допустимых значений (табл. 7.2), являются ухудшение технического состояния дизеля и нарушение регулировочных показателей его систем и механизмов, особенно топливной аппаратуры.

ТО муфты сцепления

Основными признаками неисправностей сцепления являются: неполное его выключение (сцепление ведет), неполное включение

(пробуксовывание), резкое включение и неполное возвращение педали в исходное положение.

Неполное выключение сцепления может быть следствием недостаточного хода нажимного диска, износа шлицев первичного вала коробки передач, деформации ведомого диска, перекоса рычагов, износа уплотнительных манжет поршней главного и рабочего цилиндров.

Неполное включение сцепления возможно из-за отсутствия свободного хода педали при ослаблении или поломке оттяжных пружин, замасливания, износе или короблении фрикционных накладок ведомых дисков.

Резкое включение сцепления происходит в результате заедания муфты выключения на валу коробки передач, поломки фрикционных накладок или демпферных пружин, а также при неправильной регулировке зазоров между рычажками выключения сцепления и подшипником муфты выключения.

Неполное возвращение педали в исходное положение происходит в результате заедания вала педали во втулках, а также поломки или ослабления оттяжных пружин привода.

Износ и разрушение подшипника являются следствием неправильной эксплуатации автомобиля (удерживание сцепления длительное время выключенным) и обнаруживаются по появлению шипящего звука высокого тона при частичном выключении сцепления.

При техническом обслуживании муфты сцепления проверяют свободный ход педали при помощи специальной линейки. При механическом выключении сцепления регулируют изменение длины тяги включением сцепления (вращением гайки или вилки тяги).

В автомобилях с гидравлическим приводом сцепления свободный ход *A* педали (рис. 7.5) складывается из свободного хода толкателя поршня главного цилиндра и свободного хода муфты подшипника выключения сцепления. Свободный ход толкателя *4* поршня главного цилиндра (1 ... 2 мм) проверяется по перемещению педали сцепления. Ход середины площадки педали должен составлять 5 ... 10 мм до того момента, когда толкатель коснется поршня главного цилиндра. Регулировку свободного хода выполняют при крайнем верхнем положении педали сцепления поворотом эксцентрикового пальца *3*, соединяющего верхнюю проушину толкателя с ее рычагом. После регулировки необходимо затянуть и зашплинтовать гайку пальца. Свободный ход муфты подшипника выключения сцепления ($3,5 \pm 0,5$ мм) проверяется по перемещению рычага *8* вилки *9* выключения сцепления от регулировочной сферической гайки *10* толкателя *7* поршня исполнительного цилиндра при снятой оттяжной пружине *6* рычага. Перемещение рычага, замеренное на радиусе 92 мм, должно быть 4,5... 6,0 мм. Регулировка перемещения рычага осуществляется сферической гайкой *10*, правильное положение которой фиксируется контргайкой. Полный ход *B*

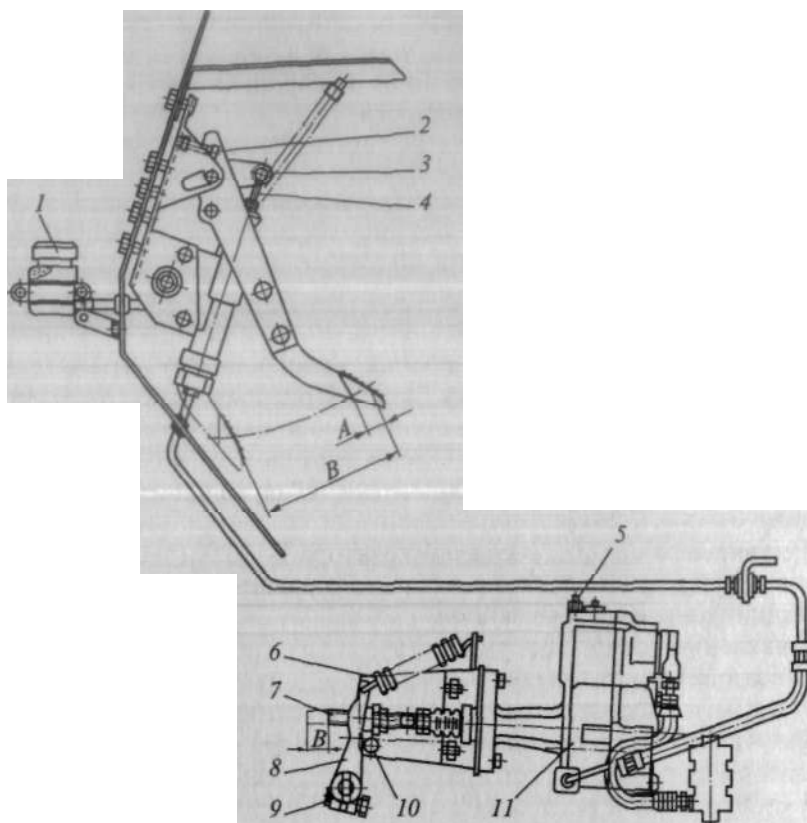


Рис. 7.5. Регулировка свободного хода педали сцепления:
 1 - бачок; 2 - упор; 3 - эксцентриковый палец; 4 - толкатель; 5 - перепускной клапан;
 6 - пружина; 7 - толкатель; 8 - рычаг; 9 - вилка; 10 - сферическая гайка; 11 - пневмо-
 гидроусилитель

педали сцепления (до упора в нижний неподвижный ограничитель) 180... 185 мм. Регулировку его производят подвижным упором 2, расположенным в верхней части педали.

В случае попадания воздуха и образования воздушных пробок в результате нарушения герметичности гидравлический привод необходимо прокачать. Для этого следует:

отвернуть пробку бачка главного цилиндра, вынуть отражатель пробки и заполнить систему рабочей жидкостью до уровня не ниже 20 мм от верхнего края бачка;

снять с перепускного клапана, расположенного в верхней части пневмогидроусилителя, резиновый колпачок и надеть шланг для перекачивания гидропривода на головку клапана. Свободный конец шланга опустить в поллитровую емкость, заполненную на $\frac{1}{4} \dots \frac{1}{3}$ рабочей жидкостью;

отвернув на $\frac{1}{2} \dots 1$ оборот перепускной клапан, последовательно нажимать педаль сцепления до упора ее в нижний ограничитель хода с интервалами $1 \dots 2$ с до полного прекращения выделения пузырьков воздуха из рабочей жидкости.

Во время прокачки системы следует следить за тем, чтобы уровень рабочей жидкости в бачке главного цилиндра не опускался ниже 35 мм от края (при необходимости ее доливают).

После окончания прокачки привода при нажатой до упора педали сцепления заворачивают перепускной клапан, снимают с головки клапана шланг и надевают резиновый колпачок. Затем доливают рабочую жидкость в бачок главного цилиндра до уровня не ниже 20 мм от верхнего края бачка, устанавливают отражатель пробки и заворачивают пробку бачка. При правильно отрегулированном приводе сцепления и полностью прокаченной гидравлической системе ход толкателя поршня исполнительного цилиндра должен составлять $27 \dots 28$ мм, а давление воздуха в пневмосистеме должно быть 0,55 МПа.

Регулирование муфты сцепления трактора Т-170.01 (рис. 7.6) включает в себя и регулирование приводов ее управления. В процессе эксплуатации из-за износа фрикционных накладок происходит уменьшение зазора в муфте и свободного хода штока сервомеханизма.

Регулирование производят при зазоре между фланцем 1 и отжимной муфтой 6, равном 2^{+1} мм (что соответствует $6^{+1,5}$ мм свободного хода штока сервомеханизма). Для чего устанавливают рычаги переключения коробки передач в нейтральное положение, открывают люк кожуха муфты сцепления и расконтривают регулировочные гайки 4 всех трех рычагов. Затем вращением этих гаек устанавливают с помощью шаблона зазор (10 ± 1) мм между фланцем 1 и отжимной муфтой 6 и зазор $0 \dots 0,2$ мм между рычагами 2 и фланцем отжимной муфты 6.

После регулирования зазоров в муфте сцепления необходимо убедиться в наличии зазора $0,5 \dots 1$ мм между штоком сервомеханизма и нажимным рычагом и замерить

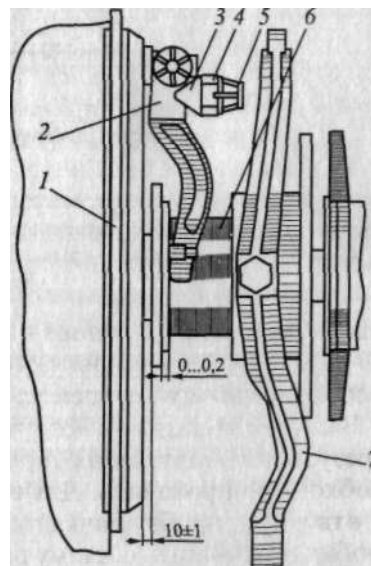


Рис. 7.6. Регулирование муфты сцепления:

1 - фланец; 2 - рычаг; 3 - призма; 4 - регулировочная гайка; 5 - болт; 6 - отжимная муфта; 7 - рычаг выключения муфты сцепления

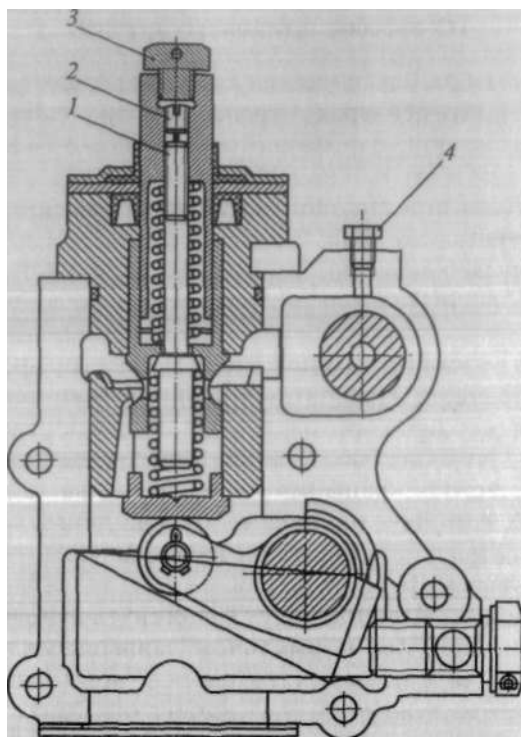


Рис. 7.7. Регулирование давления в сервомеханизме муфты сцепления:
 1 - регулировочный стержень; 2 - стопорный винт; 3,4- пробка

свободный ход штока, который должен составлять 14^{+1} мм. При необходимости свободный ход регулируется вращением шаровой гайки.

После регулирования сервомеханизма рекомендуется проверить давление рабочей жидкости в рабочей полости (рис. 7.7). Для этого необходимо остановить двигатель, поставить на защелку рычаг механизма управления поворотом, снять левую переднюю панель пола в кабине и, вывернув пробку 4, вместо нее подсоединить манометр. Пустить двигатель и, нажимая педаль муфты сцепления, проверить давление рабочей жидкости в конце хода штока сервомеханизма. Оно должно составлять 5... 6 МПа при температуре масла 30...60°C.

При необходимости регулирования давления надо снять наружный нажимной рычаг с роликом, расконтрить и снять пробку 3, вывернуть стопорный винт 2 и вынуть его. Вращая стержень 1 при помощи отвертки (удерживая шток от проворачивания ключом), отрегулировать давление. По окончании регулировки законтрить стержень 1 стопорным винтом.

ТО коробок переменных передач

Применение гидромеханических коробок передач на строительных машинах (автогрейдерх, скреперах и др.) требует соблюдения следующих условий (проверяются при холостом вращении коленчатого вала):

давление масла в подпорной магистрали гидротрансформатора в пределах 0,25... 0,3 МПа;

давление масла в напорной магистрали гидросистемы (фрикционных) - 0,85 ... 1,05 МПа (контроль по манометру на щитке приборов в кабине);

температура масла на выходе из трансформатора не более 95 °С.

Необходимо также проверить «ведение» фрикционных муфт на нейтрали. Для чего при горизонтальном положении машины в коробке передач устанавливают рычаг в нейтральное положение и увеличивают частоту вращения коленчатого вала двигателя до максимальной, при этом машина не должна двигаться (движение машины на нейтрали указывает на неисправность гидросистемы или фрикционных муфт).

Во время работы машины могут возникнуть неисправности коробки передач. Если при нормальном давлении ее корпус переполняется маслом и повышается нагрев, возможно засорился фильтр поддона или неисправен откачивающий насос.

Причинами отсутствия давления масла в главной магистрали могут быть низкий уровень масла, неисправность регулятора давления, питающего насоса, а также подсос воздуха в систему.

Самовыключение рычага переключения диапазонов коробки передач может произойти из-за ослабления пружины его фиксатора, износа шлицев каретки или ступиц шестерен выходного вала. Если при нормальном давлении не включается передача, значит неисправна золотниковая коробка управления или фрикционная муфта соответствующей передачи.

Движение машины при нейтральном положении рычага управления свидетельствует о неисправности привода золотников коробки передач или одной из фрикционных муфт.

Падение давления при выключении одной из передач происходит из-за нарушения плотности соединений и износа уплотнительных колец первичного вала.

Регулирование механизма управления поворотом

В процессе эксплуатации бульдозера (трактора) возможны пробуксовка муфт механизма управления поворотом вследствие замасливания или износа фрикционных дисков и тормозных лент, нарушение регулировки свободного хода рычага управления механиз-

мом, а следовательно, регулировки привода к сервомеханизму тормозов, а также увеличение зазора между лентой и тормозным барабаном. В результате этих неисправностей бульдозер медленно выходит из поворота, не развивается полное тяговое усилие, не включаются бортовые фрикционы и тормоза, перегреваются тормозные ленты или тормозные барабаны.

При техническом обслуживании производят регулировку механизма управления поворотом и тормозов. Нормальный свободный ход конца рычага управления поворотом составляет 65...80 мм вправо и влево от вертикального положения, что соответствует 11... 13 мм хода тяги сервомеханизма.

Для регулировки свободного хода рычага управления поворотом необходимо снять крышки люков корпусов бортовых фрикционов, отсоединить тяги сервомеханизма и вращением шаровых гаек поджать рычагами поршни сервомеханизма к механизму управления поворотом так, чтобы ход рычага управления был равен 20... 30 мм в каждую сторону, что соответствует 3 ... 5 мм хода тяги сервомеханизма. Затем, ослабляя шаровые гайки, установить нормальный свободный ход рычага механизма управления поворотом.

Тормоза регулируют по мере износа фрикционных накладок тормозных лент. Для чего снимают задний щиток и отворачивают болты крепления крышек верхних люков корпуса бортовых фрикционов. Ослабив регулировочные болты, ввернутые в днище корпуса, затягивают ленту тормоза регулировочной гайкой до отказа, а затем ослабляют поворотом на 6... 7 граней. Далее вворачивают регулировочные болты в днище корпуса до отказа, а затем ослабляют их на $\frac{2}{3}$... $1\frac{1}{2}$ оборота и законтривают гайками. Крышки верхних люков устанавливают на место и закрепляют болтами.

ТО ходовой части землеройных машин на пневмоходу

Техническое обслуживание пневмоколесной ходовой части состоит из наружной очистки, контроля состояния элементов, регулировочных операций, крепежных работ и смазывания. Регулировка пневмоколесного хода сводится к поддержанию требуемого давления в пневмошинах, проверке зазоров в подшипниках колес, а также проверке и установке их развала и схождения.

В переднем мосту регулируются конические подшипники ступиц колес, схождение колес и развал колес.

Последовательность регулирования конических подшипников рассмотрим на примере автогрейдера ДЗ-122. Подняв передний мост на отвале бульдозера или домкрате так, чтобы колесо можно было повернуть усилием руки, покачиванием колеса вдоль оси определя-

ют зазор в подшипниках, который должен составлять 0,1... 0,2 мм. При большем зазоре, когда ощущается значительный осевой разбег, производят регулировку, для чего, сняв крышку ступицы, отгибают стопорную и замковую шайбы. Затем заворачивают регулировочную гайку до положения, при котором колесо вращается с легким торможением. При этом колесо необходимо поворачивать, чтобы правильно разместились ролики в подшипниках. Затем, отвернув регулировочную гайку на $\frac{1}{6}$ оборота, фиксируют ее положение контргайкой, ставят крышку и опускают мост.

При проверке схождения управляемых колес (рис. 7.8) автогрейдер размещается на ровной поверхности, колеса устанавливаются в положение, соответствующее прямолинейному движению, а линейка КИ-650 ГОСНИТИ закрепляется между внутренними поверхностями шин передних колес машины на уровне оси их вращения. Перемещая шкалу линейки относительно стрелки указателя до нулевого деления и перекатывая машину вперед так, чтобы линейка оказалась позади передней оси на прежней высоте от опоры колес, регистрируют новое положение шкалы линейки и определяют схождение колес ($C - A = 5... 8$ мм).

В случае необходимости схождение регулируют в следующем порядке: колеса устанавливают вертикально в положение, соответствующее движению по прямой; отпускают контргайки наконечников 2; регулируют требуемое схождение колес вращением тяги 1;

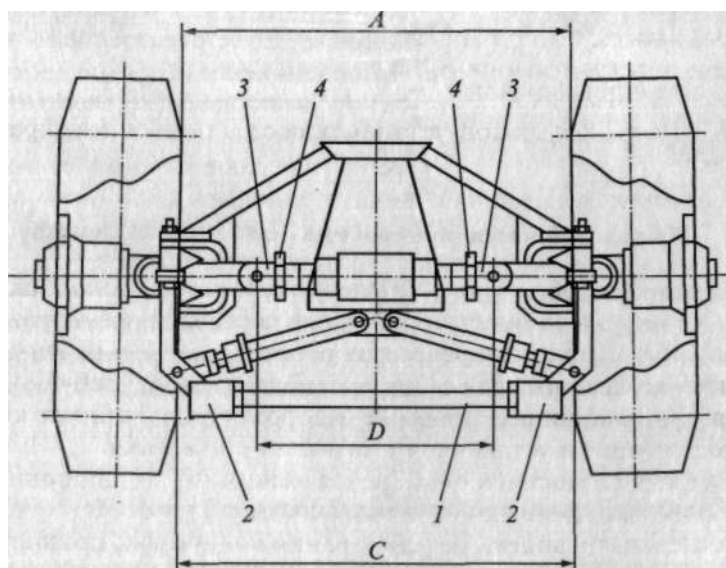


Рис. 7.8. Регулировка схождения и развала колес автогрейдера:
1 - тяга; 2 - наконечник; 3 - вилка; 4 - контргайка

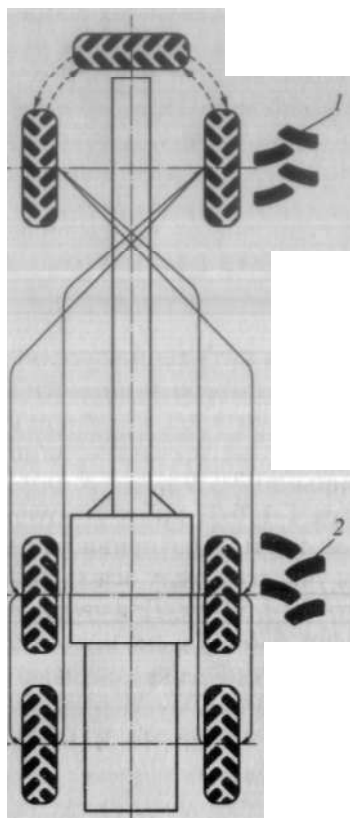


Рис. 7.9. Схема перестановки шин
1 - след на грунте ведомого колеса
2 - след на грунте ведущего колеса

Для измерения давления в шинах применяют манометры поршневого типа, а в стационарных условиях - наконечники с манометром, устанавливаемые на воздухоподаточном шланге.

Передние и задние шины СДМ (автогрейдеров, погрузчиков, скреперов) изнашиваются неравномерно, поэтому при их смене необходимо обращать внимание на расположение рисунка протектора ведущих и ведомых колес. Для примера на рис. 7.9 показана схема перестановки шин автогрейдера ДЗ-122.

ТО ходовой части землеройных машин на гусеничном ходу

Основными операциями технического обслуживания ходовой части машин на гусеничном ходу являются очистка, смазывание, контрольно-регулирующие и крепежные работы.

после проверки правильности регулирования схождения колес законтривают контргайки наконечников.

Развал колес определяется размером D между отверстиями вилок 3, который должен быть равен (814 ± 3) мм. Для регулирования развала необходимо расшплинтовать и вынуть пальцы вилок 3, отпустить их контргайки 4 и изменить размер D наворачиванием вилок 3.

Проверка пневматических шин самоходных дорожных машин (СДМ) и уход за ними должны быть обязательными и выполняться при всех видах технического обслуживания.

Разрушение покрышек и камер может происходить вследствие неоптимального давления в них. Пониженное давление вызывает повышенную деформацию шины, увеличение внутреннего трения, нагрева и перенапряжения материала покрышки, в результате чего нити корда отслаиваются от резины, т.е. происходит ее расслоение, а затем и полный износ. Повышенное давление увеличивает жесткость шины и удельное давление, что также приводит к неравномерному ее износу.

По мере изнашивания гусеничных цепей землеройных машин увеличивается их шаг и возникающие в результате большие нагрузки на звенья гусениц и зубья ведущих колес влекут за собой усиленное изнашивание проушин и пальцев, особенно при работе на песчаных грунтах. При чрезмерном износе гусеничных звеньев из-за несоответствия их шага шагу зубьев ведущих колес гусеницы соскакивают при поворотах машины.

Степень изношенности и шаг звеньев гусеничных цепей определяются по суммарной длине нескольких звеньев в натянутом состоянии специальным шаблоном.

Одним из основных показателей работоспособности ходовой системы машин на гусеничном ходу является натяжение гусеничных цепей, которое существенно влияет на потери мощности и интенсивность изнашивания гусеничных движителей. Неправильное натяжение гусениц увеличивает затраты эффективной мощности двигателя на передвижение машины до 7... 9%.

Натяжение гусеничной ленты трактора Т-170.01 контролируется путем замера провисания гусеничной цепи. При правильном натяжении ее провисание, замеренное на участке между осями поддерживающих катков, должно составлять 30... 50 мм. Для увеличения натяжения гусеничной цепи добавляют рабочую смазку в гидравлический механизм натяжения с помощью рычажно-плунжерного шприца, а для его ослабления - излишнюю рабочую смазку удаляют через специальное отверстие, закрываемое пробкой, вывернув ее на 3 ... 4 оборота

ТО систем управления СДМ на пневмоходу

При техническом обслуживании систем управления СДМ на пневмоходу проверяют и регулируют зазоры в шарнирах рулевых тяг, подшипниках червяка и в зацеплении червяка. Проверка производится по свободному ходу рулевого колеса динамометром-люфтомером. Например, для проверки свободного хода рулевого колеса автогрейдера ДЗ-122 (рис. 7.10) устанавливают шкалу люфтомера на опору рулевого вала, а стрелку на рулевое колесо. Затем пускают двигатель и устанавливают колеса прямолинейно. Повернув рулевое колесо влево до полного выбора люфта и начала поворота колес, устанавливают стрелку люфтомера на нулевую отметку и поворачивают рулевое колесо в противоположную сторону до начала поворота колес. Предельное значение свободного хода должно составлять 25°. Увеличенный люфт рулевого колеса возможен в результате износа подшипников рулевой трапеции, нарушения регулировки зацепления пальцев с червяком или ослабления крепления рулевого колеса.

При исправном состоянии рулевого механизма усилие на ободу рулевого колеса при наличии гидроусилителя должно составлять

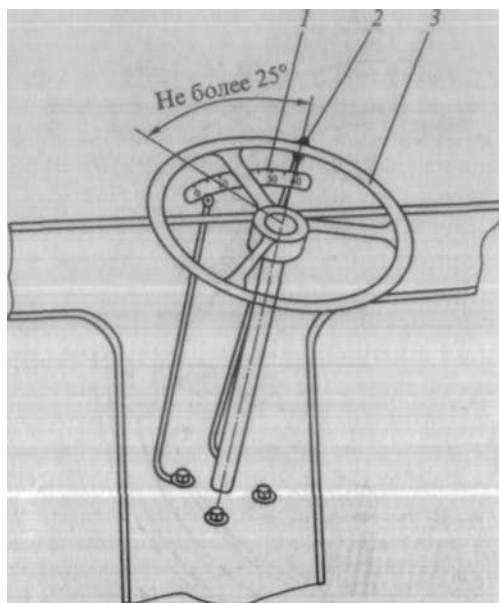


Рис. 7.10. Проверка свободного хода рулевого колеса:
1 - шкала; 2 - стрелка; 3 - рулевое колесо

20... 30 Н. Большое требуемое усилие для поворота рулевого колеса может быть вызвано неправильной регулировкой предохранительного клапана, а также зацепления пальцев с червяком и отсутствием смазки в подшипниках опор рулевого механизма.

ТО тормозных систем

В гидравлическом приводе возможны следующие неисправности: негерметичность соединений, снижение уровня тормозной жидкости в главном тормозном цилиндре, попадание воздуха в систему. Признаками этих неисправностей являются увеличение свободного хода педали тормоза и несрабатывание тормозов с первого раза.

Эффективность тормозов зависит от зазора между колодками и тормозным барабаном, обеспечивающего свободное вращение ступицы колеса. В процессе эксплуатации происходит износ колодок и оптимальный зазор (0,2... 0,5 мм) увеличивается. Для восстановления требуемого зазора применяют частичное и полное регулирование тормозов. Частичное регулирование производят при значительном увеличении хода тормозной педали (для автогрейдера более $\frac{3}{4}$), проверив предварительно качество затяжки подшипников ступиц колес, и при вывешенных задних колесах. На рис. 7.11

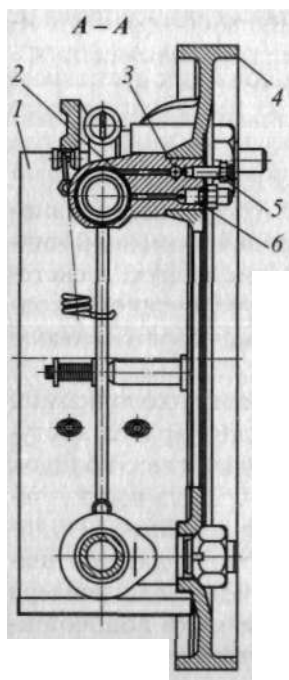
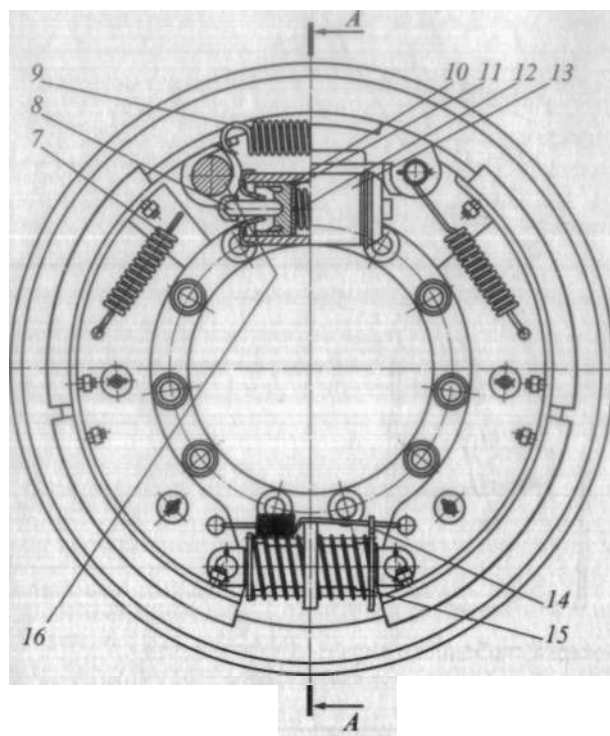


Рис. 7.11. Тормоз колесный:
 I - тормозная колодка; 2 - канал для удаления воздуха; 3 - шариковый клапан; 4 - диск; 5, 6 - штуцер; 7, 9 - пружина; 8 - шток; 10 - поршень; II - манжета; 12 - пружина; 13 - рабочий цилиндр; 14 - регулировочная звездочка; 15 - нижнее регулировочное устройство; 16 - эксцентрик

показан колесный тормоз, для регулирования которого ослабляют гайку эксцентрика 16 и, вращая его, подводят колодку к тормозному барабану до начала торможения колеса, а затем отпускают эксцентрик до начала свободного вращения колеса. Аналогично регулируют заднюю колодку.

Полное регулирование производят при замене фрикционных накладок, значительном их износе или при нарушении регулировки. Для чего сначала регулируют зазор между верхней частью колодок и барабаном так же, как при частичном регулировании, а затем подводят колодки до прихватаывания колеса вращением звездочки 14 нижнего регулировочного устройства. После чего вращают звездочку в обратном направлении до тех пор, пока колесо не начнет свободно качаться. После регулирования проверяют действие тормозов.

ТО гидросистем

В процессе эксплуатации гидрофицированных строительных машин неисправности выявляют в следующем порядке:

- проверяют уровень жидкости в баке и при необходимости доливают;

- запускают двигатель и прогревают масло до рабочей температуры;

- проверяют рабочие параметры машины;

- устанавливают, какие агрегаты или элементы гидросистемы необходимо отрегулировать или заменить.

Для выявления отказа гидросистему подключают к исправному насосу, если при этом работоспособность ее не восстанавливается, значит неисправны другие гидроагрегаты, если же гидросистема начинает нормально работать, на специальном стенде проверяют насос. При падении объемного КПД насоса до 0,6...0,7 его рекомендуется заменить. При этом необходимо учитывать, что нормальная работа насоса возможна только при использовании рабочей жидкости требуемого типа с номинальной очисткой (63 мкм).

Если гидромотор не развивает достаточного крутящего момента, проверяют наличие утечки жидкости в дренаже. Наиболее частой неисправностью насоса является течь масла через манжетное уплотнение, которая не должна превышать 0,5 см³/ч, в противном случае манжету заменяют.

Характерной неисправностью гидроцилиндров является нарушение герметичности, сопровождающееся повышенным перетеканием масла внутри их и его наружными утечками по штоку. Также отказ гидроцилиндра может быть вызван самопроизвольным откручиванием гайки крепления поршня, поэтому при замене манжетного уплотнения необходимо проверить надежность ее затяж-

ки и стопорения. Износ уплотнений и деталей гидроцилиндров повышается, если они смонтированы с перекосом.

Техническое обслуживание гидроцилиндров включает в себя проверку крепления и исправности устройств, предохраняющих шток от загрязнений, а также замену уплотнений и смазки шарнирных соединений.

К гидросистемам землеройных и строительных машин предъявляются следующие требования: ход их поршней и плунжеров должен быть плавным, утечки рабочей жидкости через неподвижные уплотнения не должно быть, на перемещающихся поверхностях допустимо появление масляной пленки, но не капель.

В процессе эксплуатации недопустимы боковые нагрузки на штоки гидроцилиндров.

Причиной повышенных утечек масла часто является износ уплотнений, которые следует заменить.

Медленный подъем рабочего оборудования может быть следствием подсоса воздуха в гидросистему, повышенной утечки масла в насосе, выхода из строя уплотнения поршня гидроцилиндра, зависания перепускного клапана распределителя или неправильной регулировки предохранительного клапана.

Шум во время работы гидросистемы возникает из-за неправильной регулировки предохранительного клапана распределителя, перегрузки гидросистемы, загрязнения фильтра или попадания воздуха в систему.

Самовыключение золотника происходит при засорении дренажной трубки, присоединенной к верхней крышке распределителя.

К неисправностям фильтра относят загрязнение фильтроэлементов, а также износ и неправильную регулировку перепускного клапана. Фильтроэлементы при техническом обслуживании промывают, а изношенные детали перепускного клапана заменяют новыми.

Техническое состояние гидроагрегатов автогрейдера определяется по показаниям манометра, который ввертывается в штуцер насоса на напорной магистрали. Для контроля работы гидрозапорных устройств поочередно вывешивают передний мост автогрейдера на отвале бульдозера. Усадка штоков гидроцилиндров при вывешивании переднего моста в течение 30 мин недопустима.

Техническое обслуживание гидрораспределителей и золотников сводится к их протирке, очистке и проверке крепежа. Кроме того, регулируют предохранительный клапан и клапаны автоматики, прочищают их и заменяют быстроизнашивающиеся детали.

ТО электрооборудования. Аккумуляторная батарея

На землеройных машинах устанавливаются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, при техническом обслуживании которых производят следующие действия:

не реже одного раза в две недели очищают от пыли и грязи батарею и окислившиеся выводы и наконечники проводов. При этом электролит, попавший на поверхность батареи, вытирают чистой ветошью, смоченной нашатырным спиртом или 10%-ным раствором кальцинированной соды;

проверяют плотность крепления батареи в гнезде, а наконечники проводов смазывают техническим вазелином;

проверяют и при необходимости прочищают вентиляционные отверстия в пробках;

проверяют уровень электролита во всех аккумуляторах и при необходимости доливают дистиллированную воду до уровня, превышающего на 10... 15 мм защитную решетку пластин (электролит доливают только в случае его утечки или расплескивания).

При втором техническом обслуживании проверяют плотность электролита с помощью ареометра, внося соответствующую поправку на температуру (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Поправки к плотности электролита на температуру

Температура электролита, °С	+45	+30	+ 15	0	-15	-30
Поправка к плотности, показанной ареометром, г/см ³	+0,02	+0,01	0	-0,01	-0,02	-0,05

Плотность электролита должна также соответствовать нормам, установленным для данного климатического района с учетом времени года (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Нормы плотности электролита для различных климатических районов

Климатический район	Время года	Плотность электролита, г/см ³ , при +15 °С и зарядке батареи			
		полной	25%	50%	75%
Крайний Север с температурой ниже -40 °С	Зима	1,31	1,27	1,23	1,19
	Лето	1,27	1,23	1,19	1,15
Центральный с температурой зимой до -35 °С	Зима	1,29	1,25	1,21	1,17
	Лето	1,27	1,23	1,19	1,15
Южный	Зима	1,27	1,21	1,17	1,13
	Лето	1,25	1,21	1,17	1,13

Если при проверке окажется, что плотность электролита выше приведенных в табл. 7.4 норм для полностью заряженной батареи, из аккумуляторов отбирают ареометром часть электролита и доливают дистиллированную воду. Затем дают зарядный ток и через 30 мин снова проверяют плотность электролита. Разность плотности электролита в отдельных аккумуляторах одной батареи не должна превышать $\pm 0,02$ г/см³. По падению плотности электролита с помощью нагрузочной вилки можно определить степень разрядности батареи. Для практических расчетов можно принять, что уменьшению плотности электролита на 0,01 г/см³ соответствует разряд батареи на 6 %. Заряд аккумуляторной батареи производится током, равным $\frac{1}{10} \dots \frac{1}{13}$ от номинальной емкости батареи.

Подзарядку батарей проводят до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение во всех аккумуляторах, а напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 ч.

Контрольные вопросы и задания

1. Какова последовательность затяжки гаек крепления головок цилиндров?
2. Как проверяют и регулируют тепловые зазоры клапанов?
3. Как проверяют и регулируют натяжение ремней вентилятора?
4. Как удалить накипь из системы охлаждения?
5. Как проверяют центробежный маслоочиститель?
6. Назовите неисправности системы питания карбюраторного двигателя.
7. Как регулируют уровень топлива в поплавковой камере?
8. Каков порядок регулировки карбюратора на минимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу?
9. Назовите неисправности системы питания дизельного двигателя.
10. Какие регулировки производят в ТНВД?
11. Как регулируются автомобильные и тракторные муфты сцепления?
12. Каковы основные неисправности гидромеханической коробки передач?
13. Как производится регулировка схождения и развала колес автогрейдера?
14. Как регулируется гусеничная цепь трактора?
15. Как проверяется люфт рулевого колеса строительных машин?
16. Как производится частичное и полное регулирование тормозных систем?
17. Какие работы выполняются при техническом обслуживании аккумуляторных батарей?

Глава 8

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА МАШИН

8.1. Общая характеристика, объем и характер работ текущего ремонта

Текущий ремонт (ТР) машин заключается в устранении отказов, обнаруженных в процессе эксплуатации или ТО, с использованием частичной или полной разборки агрегатов и узлов ДМ, посредством замены или восстановления поврежденных деталей и последующей проверки работоспособности отремонтированной машины или агрегата.

ТР автомобилей и ДМ выполняют по потребности и в плановом порядке (см. подразд. 2.3). Удельная трудоемкость ТР автомобилей грузоподъемностью 4... 12 т в условиях первой категории эксплуатации составляет 4... 7 чел.-ч на 1000 км пробега. Удельная трудоемкость ТР большинства ДМ составляет 0,24... 0,56 чел.-ч/мото-ч, из которых 60 % приходится на плановый ремонт, а 40 % на случайный.

На объем, стоимость и характер работ ТР влияют условия эксплуатации машин, их наработка с начала эксплуатации, квалификация персонала, оснащенность производственной базы ЭП, качество работ ТО и ремонта и другие факторы.

Трудоемкость ТР машин с наработкой, близкой к капитальному ремонту (грузовых автомобилей с пробегом с начала эксплуатации 250... 300 тыс. км или ДМ с наработкой 5 ... 6 тыс. мото-ч), более чем в три раза превышает трудоемкость ТР машин с наработкой, составляющей 15... 25 % от наработки до капитального ремонта (т. е. 50... 70 тыс. км или 1... 1,5 тыс. мото-ч).

Как показывают исследования, число ТР уменьшается почти в два раза при использовании более квалифицированных операторов машин. Потребность в ТР может быть снижена более чем в два раза за счет улучшения качества ТО. Высокая техническая оснащенность производственной базы ЭП позволяет в 1,3... 1,4 раза сократить трудоемкость ТР.

Работы ТР по характеру и месту производства подразделяются на постовые (выполняемые непосредственно на машине) и цеховые (выполняемые вне машины в отделениях и на участках произ-

водственной базы). К постовым обычно относят разборочно-сборочные, регулировочные и крепежные работы, которые составляют от 38 до 46% общего объема работ ТР. С учетом того, что на постах могут выполняться также работы по устранению неисправностей агрегатов и механизмов (рабочего оборудования, двигателей, кабин и т. п.), доля постовых работ может достигать 50... 60 % от общего объема работ.

Плановый ТР ДМ предусматривает углубленный контроль технического состояния агрегатов и узлов с их частичной разборкой, заменой изношенных деталей и последующей сборкой. Такие работы иногда называют *переборкой*.

ТР в зависимости от наличия регламентных работ выполняют по наработке или по техническому состоянию. В последнем случае в перечень обязательных включают только работы по диагностированию и некоторые вспомогательные. Основные работы ТР полностью определяются по результатам оценки технического состояния машины. Выполнение лишних разборочно-сборочных работ может ухудшить техническое состояние машины вследствие нарушения положения приработанных поверхностей, дефектов, вносимых исполнителями и т. п.

Схема технологического процесса ремонта машины приведена на рис. 8.1. Частичная разборка на составные части для каждого объекта обычно регламентирована и проводится до уровня, позволяющего выполнить обязательные работы, предусмотренные нормативной документацией. Обязательные работы и доработку конструкции выполняют по действующей документации. Дефектовку и комплектацию деталей проводят обычно при сложном ремонте.

При сборке по возможности устанавливают детали на прежние места. Поэтому при разборке узла детали помечают и укладывают соответствующим образом, например в специальную ячеистую тару.

На некоторых объектах выполняются технологические испытания с целью выявления дефектов и обеспечения приработки замененных деталей. Качество выполненных ремонтных работ контролируют в соответствии с ТУ на ремонт. Заключительные работы предусматривают оформление необходимой документации (в том числе протоколов испытаний), работы по консервации, упаковке объекта.

Разборочно-сборочные работы являются начальной и конечной операциями ТР. Выполняют их на постах ТР, где снимают с машин неисправные и устанавливают новые или восстановленные агрегаты, узлы и детали. Здесь же могут выполняться работы по частичной разборке и устранению неисправностей агрегатов, не снимаемых с машины. На постах ТР применяют различные подъемные устройства, смотровые каналы, передвижные стенды, тележки, комплекты универсальных и специальных инструментов и др.

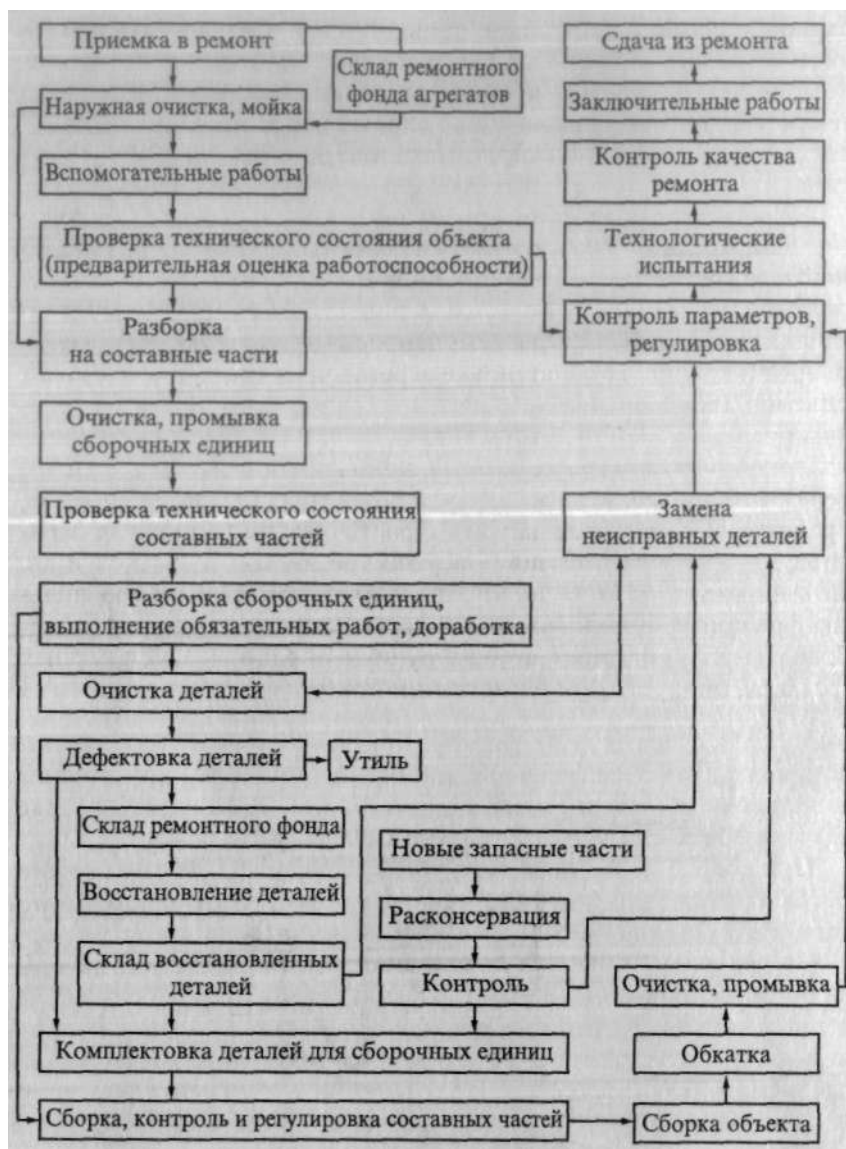


Рис. 8.1. Схема технологического процесса ремонта машин

Легкосъемные узлы и агрегаты, как правило, ремонтируют в отделениях производственной базы, где качество ремонта обычно выше, чем в зоне ТР. В производственных отделениях выполняют также работы, которые по своему характеру не могут быть выполнены на постах ТР и ТО, например восстановление изношенных и поврежденных деталей механической, термической обработкой,

сваркой, пайкой, склеиванием, правкой и т. п. Отделения в зависимости от вида выполняемых работ подразделяются на агрегатное, слесарно-механическое, сварочное, кузнечно-рессорное, электротехническое и др. Наибольшая доля цеховых работ приходится на агрегатное (20... 30%) и слесарно-механическое (до 10...20%) отделения.

В агрегатном отделении производятся разборочно-сборочные (рис. 8.2), моечные, диагностические работы, а также регулировка двигателя, редукторов, гидроцилиндров и других агрегатов и узлов, снятых с машин. Работы выполняются на стендах, обеспечивающих свободный доступ к ремонтируемому агрегату, а также его поворот и наклон. При установке агрегатов на стенды используют подъемно-транспортные устройства - краны, тали, тельферы, сбалансированные манипуляторы и др.

Слесарно-механические работы включают в себя изготовление крепежных деталей, втулок для восстановления гнезд подшипников, обработку деталей после наплавки, растачивание тормозных барабанов, шлифование рабочих поверхностей дисков сцепления и др. Для выполнения работ используют токарно-винторезные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные и другие универсальные металлообрабатывающие станки, а также ручную обработку на слесарных верстаках, оборудованных тисками и поперечными плитами.

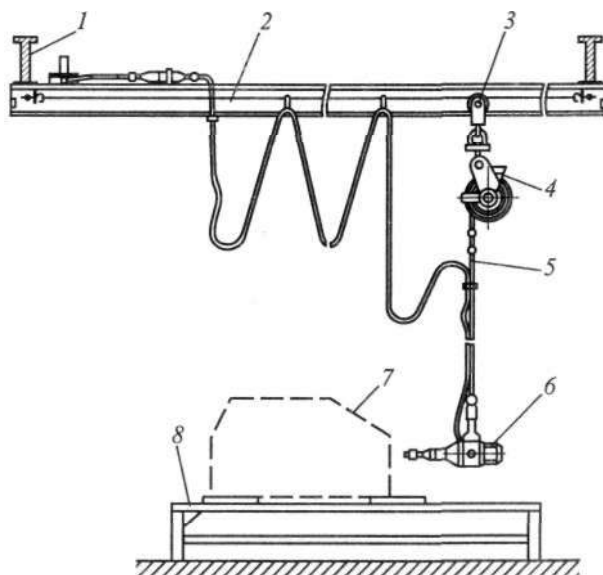


Рис. 8.2. Пост для разборки и сборки агрегатов:

- 1 - балка перекрытия; 2 - балка; 3 - двухроликовая тележка; 4 - подвеска; 5 - трос; 6- гайковерт; 7- ремонтируемый агрегат; 8- подставка

Геометрическую форму и точность деталей восстанавливают механической обработкой, снимая минимальный слой металла с изношенных поверхностей (удаляя следы износа). Размеры, до которых производится обработка поверхностей, называют *ремонтными* и устанавливают их исходя из условий прочности, долговечности и конструктивных особенностей сопрягаемых деталей. Для некоторых деталей эти размеры регламентированы, что ускоряет ремонт, позволяя использовать запасные части.

8.2. Очистка и промывка деталей и узлов

Очистка агрегатов и деталей во многом определяет качество ТР машины. Неполное удаление грязи перед сборкой агрегатов и узлов снижает их межремонтные ресурсы на 20... 30%. При очистке и промывке удаляют смазочные и отслоившиеся окрасочные материалы, продукты износа и коррозии, металлическую стружку, нагар, накипь, абразивы, смолистые отложения.

Очистку поверхностей деталей выполняют механическим или пневмодинамическим способами. Очистка может быть сухой (ветошью, щетками, сжатым воздухом) и влажной. При промывке загрязнения растворяются, размягчаются и смываются, т. е. происходят химические и физико-химические процессы, разлагающие загрязнения или ослабляющие сцепление их с поверхностью.

Различают промывку окунанием, струйную движущейся жидкостью и ультразвуковую.

Промывку окунанием производят в ваннах открытого типа с целью разрыхления нагара и удаления оксидных пленок с поверхности деталей.

Струйная промывка обычно выполняется в специальных промывочных установках (рис. 8.3) моющим раствором, выпускаемым из форсунок, установленных на движущихся коллекторах. Для промывки внутренних полостей деталей форсунки устанавливают на гибких шлангах, обеспечивающих ручное манипулирование ими. За процессом промывки наблюдают через смотровые окна.

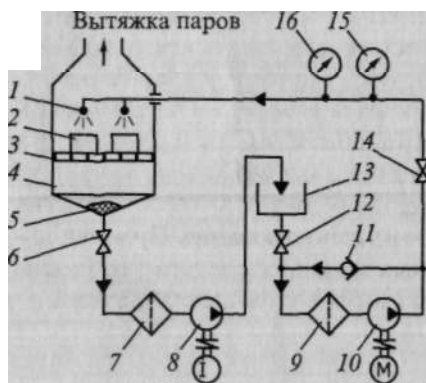


Рис. 8.3. Схема струйной моечной установки:

1- форсунка; 2- промываемая деталь; 3- решетка; 4- ванна закрытого типа; 5- сетка; 6, 12- запорный кран; 7, 9- фильтр; 8- откачивающая насосная станция; 10- нагнетающая насосная станция; 11- редукционный клапан; 13- бак; 14- кран регулировочный; 15- манометр; 16- термометр

Ультразвуковая промывка обычно применяется для мелких деталей и деталей, требующих высокой степени очистки. В этом случае промывка детали, погруженной в моющую жидкость, производится в результате кавитации, возникающей под действием ультразвуковых волн частотой свыше 15 кГц, создаваемых вибратором (рис. 8.4).

Для удаления продуктов коррозии, старой краски, подготовки металлической

поверхности к окраске наиболее эффективны пескоструйные аппараты, построенные по принципу газо- или гидроабразивной очистки.

При выборе метода очистки учитывают габаритные размеры и массу детали, требуемую чистоту промывки, производительность и другие факторы. При выборе промывочной жидкости и ее концентрации необходимо учитывать вид загрязнений и химическую активность жидкости к материалу детали.

Для промывки большинства агрегатов и деталей машин рекомендуются водные растворы синтетических моющих средств (СМС), например препараты лабомид, МЛ, МС и другие, которые нетоксичны, негорючи и хорошо растворяются в воде. Растворы обычно используются в концентрации 10...30 г СМС на 1 л воды при температуре 80... 90 °С при давлении 0,4... 0,5 МПа.

В целях охраны окружающей среды предусматривается очистка отработанных растворов и повторное их использование. При использовании токсичных и пожароопасных моющих средств необходимо руководствоваться рекомендациями заводов-изготовителей.

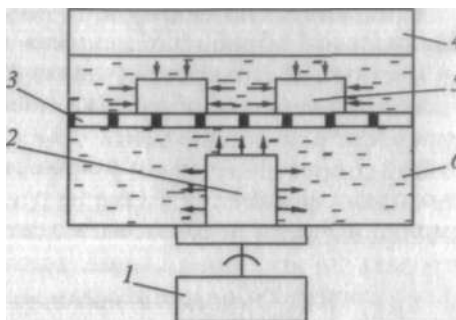


Рис. 8.4. Схема ультразвуковой моечной установки:

1 - ультразвуковой генератор; 2 - вибратор; 3 - решетка; 4 - крышка; 5 - промываемая деталь; 6 - ванна

8.3. Резьбовые и прессовые соединения

Износ резьбовых соединений проявляется следующим образом: изменяется профиль и шаг резьбы; в результате действия осевых рабочих нагрузок и усилий затяжки удлиняется стержень болта; деформируются грани головок болтов и гаек. Изношенные или поврежденные болты и винты не ремонтируют, а заменяют новыми. Шпильки и шайбы с отгибными усиками являются одноразовыми деталями и повторно не применяются.

Изношенную или сорванную резьбу в отверстиях обычно восстанавливают нарезанием новой резьбы большего диаметра, а также установкой спиральной вставки или переходной втулки с наружной и внутренней резьбой, причем втулку стопорят штифтом или крепят с помощью клея.

При сборке агрегатов и узлов важно создать определенное усилие сжатия фланцев (стыков) соединяемых деталей, определяемое усилием затяжки резьбового соединения, которое можно контролировать по крутящему моменту, углу поворота гайки, абсолютному удлинению болта или шпильки и другими методами. Для ответственных резьбовых соединений в технической документации обычно указывают требуемый крутящий момент затяжки.

В целях обеспечения требуемого усилия затяжки применяются ключи предельного момента и динамометрическая рукоятка (рис. 8.5, *а*), последняя имеет механизм определения крутящего момента - упругий элемент и указатель. При использовании предельного ключа не требуется отсчитывать крутящий момент в процессе завинчивания,

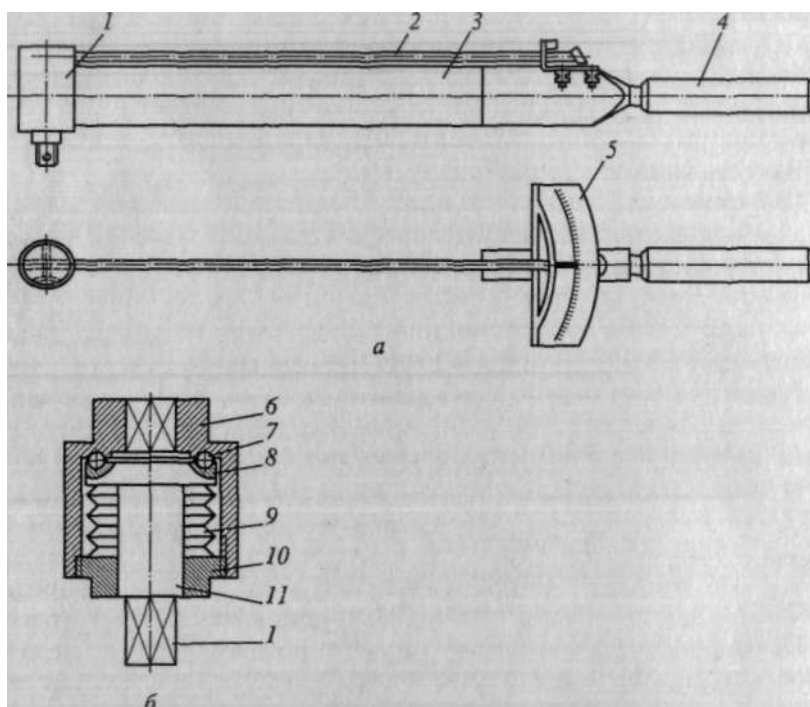


Рис. 8.5. Динамометрическая рукоятка (*а*) и предельный механизм (*б*):
1 - унифицированный наконечник с фиксатором; 2 - указательная стрелка; 3 - пружинный стержень; 4 - рукоятка; 5 - шкала отсчета; 6- корпус; 7- шарик; 8- фланец;
9- тарельчатая пружина; 10- гайка; 11 - ось

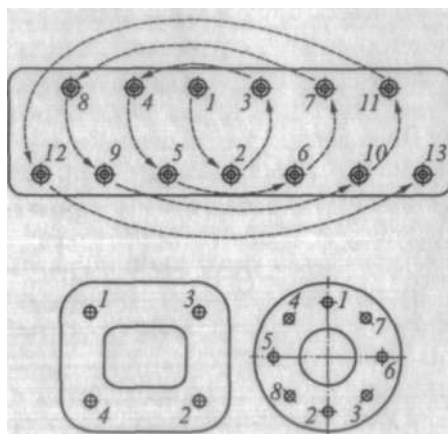


Рис. 8.6. Схемы последовательности затяжки гаек групповых резьбовых соединений (цифрами указана последовательность затяжки)

так как при достижении им заданного значения передача усилия прекращается специальным предельным механизмом (рис. 8.5, б).

При сборке многоболтовых соединений необходимо обеспечивать не только заданное усилие затяжки, но и ее равномерность для избежания перекосов и коробления фланцев деталей. Поэтому затяжку выполняют в определенной последовательности, которая определяется конструкцией собираемых деталей (рис. 8.6). Обычно круглые фланцы крепят крест-накрест, а прямоугольные от середины к краям, т. е. сначала завинчивают средние гайки, затем пару соседних справа и пару соседних слева и т. д. Завинчивание производится в три (реже в два) этапа: сначала все гайки завинчиваются до соприкосновения с поверхностью сопрягаемых деталей или с приложением $\frac{1}{3}$ допустимого усилия, затем с приложением $\frac{2}{3}$ усилия и, наконец, с полным усилием затяжки. Последовательность затяжки должна соблюдаться на всех трех этапах.

Для предотвращения самоотвинчивания крепежных деталей применяют контровочные гайки, пружинные шайбы, шплинты, самоконтрящиеся гайки, пластинчатые замки, контровочную проволоку и др. Дополнительные силы трения самоконтрящейся гайки создаются благодаря упругости ее верхней части (имеющей форму эллипса, разрезы, вставки и др.).

Для механизации разборки - сборки резьбовых соединений применяют различные ключи, гайковерты, шпильковерты, другие инструменты и оборудование. Для создания больших крутящих моментов используют механические силовые ключи (рис. 8.7).

Соединения с гарантированным натягом условно подразделяют на поперечно- и продольно-прессовые. Продольно-прессовые

пониженное давление масла, отдельные отказы и повреждения деталей и механизмов.

Характерные виды ТР, требующие вскрытия внутренних полостей двигателя, - это замена деталей газораспределительного механизма, цилиндропоршневой группы, а также коренных и шатунных подшипников. Возможна также замена прокладок выпускных коллекторов и прокладки головки блока. Допустима одноразовая замена гильз и поршней не более 25 % цилиндров (или двух цилиндров шестицилиндрового дизеля) при остаточном ресурсе дизеля не менее 1000 мото-ч (при меньшем остаточном ресурсе дизель, как правило, направляют в КР). К ТР двигателя относят также работы по восстановлению работоспособности водяного насоса, гидромфты привода вентилятора, турбокомпрессора и топливной аппаратуры.

Многие ремонтные работы проводят с частичной разборкой двигателя, без снятия его с машины. Сложный ремонт двигателя целесообразно производить в специализированных отделениях на разборочно-сборочном стенде.

Обкатка и испытание двигателя после ремонта выполняются на обкаточно-тормозном стенде, характеристики которого должны соответствовать номинальной частоте вращения и максимальному крутящему моменту коленчатого вала. Обкатка, которая должна выполняться в соответствии с нормативной документацией, включает в себя три стадии: холодную обкатку, обкатку на холостом ходу и обкатку под нагрузкой. При контрольных испытаниях двигателя определяют частоту вращения коленчатого вала, мощность, расход топлива и токсичность.

Ремонт головки цилиндров

Головку цилиндров снимают с двигателя для восстановления плотности прилегания клапанов к седлам, устранения заедания их в направляющих втулках, а также для замены пружин клапана или прокладки головки цилиндров и некоторых других деталей, например уплотнительных колец гильз цилиндров.

При снятии головки цилиндров необходимо соблюдать установленную последовательность отвертывания гаек крепления. Индивидуальные головки цилиндров двигателей нумеруют.

Очистив от нагара и накипи, замеряют коробление головки цилиндров на поверочной плите и утопание тарелок клапанов. Максимально допустимое коробление составляет 0,12... 0,20 мм (номинальное 0,05... 0,10 мм) в зависимости от марки двигателя.

Клапанный механизм разбирают с помощью специального приспособления, при этом снятые клапаны маркируют, так как недопустима раскомпоновка сопряжения клапан - седло клапана.

При замене направляющих втулок или наличии задиров и раковин на поверхности клапанных гнезд их обрабатывают с помощью

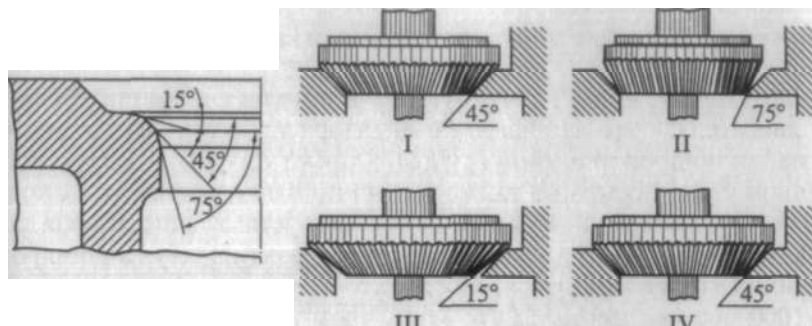


Рис. 8.19. Последовательность (I... IV) фрезерования клапанных гнезд

набора фрез в последовательности, показанной на рис. 8.19, или шлифуют с помощью специального приспособления. Ширина рабочей фаски гнезда для впускных клапанов должна быть 2,0...2,5 мм, а для выпускных 1,5 ...2,0 мм. При шлифовании замеряют степень утопания нового клапана.

При наличии следов прогара и раковин на фасках клапанов их рабочую поверхность шлифуют на специальных шлифовальных станках под определенным углом в зависимости от марки двигателя, после чего ширина цилиндрической части тарелки клапана должна быть не менее 0,5 мм; в противном случае клапан заменяют.

После обработки тарелки клапана и его гнезда их взаимно притирают на станке или с помощью пневматического приспособления. Притирка производится до появления на фасках клапана и седла равномерного матового (притертого) пояса шириной не менее 1,5 мм (рис. 8.20).

При сборке головки цилиндров клапаны в направляющие устанавливают в соответствии с имеющейся маркировкой деталей и гнезд. После сборки контролируют герметичность клапанов, заливая керосин в их окна, или с помощью приспособления, подводящего сжатый воздух во впускной и выпускной каналы головки цилиндров.

Перед установкой головки цилиндров на двигатель протирают привалочные плоскости картера и головки, а также смазывают чистым моторным маслом гильзы цилинд-

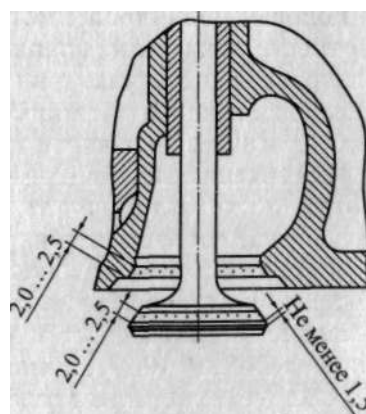


Рис. 8.20. Схема притирки клапана и гнезда клапана

ров. Прокладки головки цилиндров предварительно смазывают герметиком или графитовой пастой.

Затяжку гаек шпилек (или болтов) крепления выполняют в несколько приемов в соответствии с имеющейся схемой. Момент затяжки зависит от марки дизеля и обычно составляет 16...24 Н м. Необходимо также проверить и отрегулировать зазоры клапанов и зазоры в механизмах декомпрессора.

Ремонт цилиндропоршневой группы

Основными дефектами цилиндропоршневой группы (ЦПГ) являются износ и задиры поверхности гильз цилиндров и поршней, износ канавок под поршневые кольца, износ и повреждение поршневых колец. При текущем ремонте ЦПГ допускается замена гильзы одного цилиндра, если износ гильз остальных цилиндров не превышает допустимый.

При ремонте двигателя необходимо учитывать следующее:

- гильзы цилиндров по внутреннему диаметру сортируются на группы;

- на двигатель устанавливают поршни, подобранные по массе и размерной группе к гильзам;

- крышки коренных подшипников, а также шатун и его нижняя крышка не взаимозаменяемы. Кроме того, шатуны сортируют на группы по массе;

- шатунные подшипники заменяют комплектом одной размерной группы в соответствии с диаметром шатунных шеек коленчатого вала.

Для замены ЦПГ двигатель обычно снимают с машины. Затем с него снимают головку цилиндров, поддон картера двигателя, маслосборники и масляный насос. Поршни в сборе с шатунами вытаскивают деревянной выколоткой.

Обязательно проверяют выступание торца буртика гильзы над поверхностью блока, которое для большинства дизелей должно составлять 0,04...0,05 мм (номинальное значение 0,065...0,165 мм). Неисправные гильзы выпрессовывают при помощи съемника.

Поршневые кольца заменяют, если зазор в замке кольца больше допустимого. Для снятия и установки поршневых колец используют специальные щипцы.

После дефектации деталей производится их предварительная комплектация для сборки. Поршни и поршневые пальцы подбирают одной размерной группы для комплекта деталей одного дизеля. Поршневой палец запрессовывают в поршень (рис. 8.21) только после его предварительного нагрева в масле до 70...80°C. Правильно установленные поршневые кольца должны свободно перемещаться в канавке поршня от легкого усилия руки. Замки колец должны быть разведены в противоположные стороны, но не должны располагаться против отверстий для поршневого пальца.

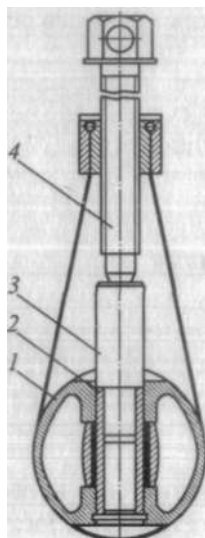


Рис. 8.21. Приспособление для выпрессовки и запрессовки поршневого пальца: 1 - поршень; 2 - палец; 3 - оправка; 4 - винт

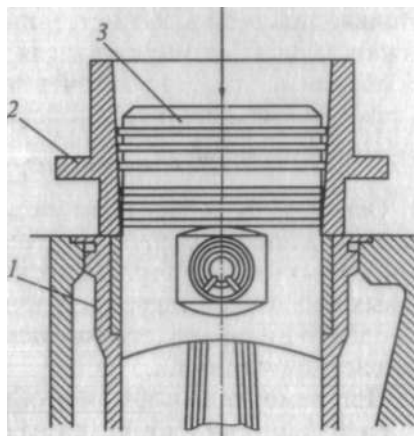


Рис. 8.22. Установка поршня в сборе с шатуном в цилиндр: 1 - гильза блока цилиндров; 2 - оправка; 3 - поршень в сборе с кольцами и шатуном

Установку поршня с поршневыми кольцами производят с помощью обоймы (рис. 8.22) в соответствии с требованиями документации.

Момент затяжки шатунных болтов установлен в документации (обычно 14...22 Н м).

Ремонт кривошипно-шатунной группы

Разборка кривошипно-шатунной группы включает в себя снятие поддона картера двигателя, маслопроводов, масляного насоса и крышек шатунных подшипников, после чего измеряют диаметры шатунных шеек коленчатого вала. Если овальность шеек превышает допустимую или их диаметры выходят за пределы нижнего допуска, коленчатый вал подлежит перешлифовке на следующий ремонтный размер.

О пригодности коренных и шатунных вкладышей судят по отсутствию на них следов задиров и выкрашивания, а также по диаметральному зазору подшипников, определяемому разностью диаметров шатунной шейки коленчатого вала и отверстия подшипника в шатуне.

Нормальный зазор должен быть в пределах 0,05 ... 0,12 мм, а максимально допустимый для большинства дизелей - 0,3 мм.

При замене деталей кривошипно-шатунного механизма вкладыши подшипников заменяют без подгоночных операций и только попарно.

Ремонт масляного и водяного насосов, гидромукты привода вентилятора, турбокомпрессора, пускового двигателя

Основными причинами выхода из строя масляного насоса являются износ нагнетательных шестерен, крышек и корпусов в сопряжении с шестернями. При ТР обычно заменяют комплекты шестерен и уплотнений, регулируют клапаны.

Характерными неисправностями водяного насоса являются разрушение уплотнений, износ и разрушение подшипников валика. Перед разборкой водяного насоса проверяют осевое перемещение валика и радиальный зазор в подшипниках. Если их значения превышают допустимые, то валик заменяют в сборе с подшипниками. Резиновую манжету, как правило, заменяют на новую. Правильно собранное уплотнение должно иметь плавное без заеданий осевое перемещение.

Основные неисправности гидромукты привода вентилятора — это течь масла, осевой люфт и заедание ведомого и ведущего валов при вращении. При осевом люфте ведущего и ведомого валов в подшипниках или радиальном зазоре в них более 0,1 мм подшипники заменяют. Заменяют также уплотнения ведущего и ведомого валов.

Основными причинами отказа турбокомпрессора являются отложение нагара или смолистых веществ, износ подшипников, задевание ротора за неподвижные детали, залегание уплотнительных колец. После снятия турбокомпрессора с дизеля проверяют вращение ротора, поворачивая его в разные стороны. Если задевания крыльчатки колес компрессора или турбины не обнаруживается, и наблюдается тугое вращение ротора, производят разборку турбокомпрессора для очистки его полостей от нагара и отложений, а также проведения технической экспертизы деталей.

Корпус компрессора, корпус турбины и средний корпус с подшипником разбирают только в случае необходимости. При замене уплотнительных колец обычно выполняется полная разборка турбокомпрессора. Все картонные и паронитовые прокладки, резиновые уплотнительные кольца и стопорные шайбы при ТР заменяют без дефектации. После ремонта турбокомпрессор обкатывают на дизеле, проверяя герметичность соединений, нет ли посторонних шумов и стуков и следов масла на выходе из компрессора.

Работы, выполняемые при ТР пускового двигателя, аналогичны работам на основном двигателе машины. Для пускового двигателя также характерны износ и коробление дисков сцепления, пробуксовка обгонной муфты и другие неисправности механизма включения.

После сборки пусковой двигатель и редуктор обкатывают без нагрузки и под нагрузкой. При этом проверяют работу редуктора и сцепления, нет ли течи топлива, масла и воды или прорыва газов.

Ремонт системы питания

Характерным отказом топливного насоса высокого давления (НВД) является неравномерность подачи топлива, которая устраняется заменой нагнетательных клапанов и подбором их пружин. Предварительно техническое состояние деталей ТНВД проверяется визуально через люки и на стенде. Основные детали прецизионных пар, на поверхностях которых могут быть дефекты (риски, задиры, следы износа и коррозии), показаны на рис. 8.23.

Разбирают ТНВД на специальном приспособлении - кантователе и только до требуемого уровня. Разборка державки грузов регулятора ТНВД допускается только при большом ее износе или разрушении каких-то деталей. Не подлежат раскомплектованию

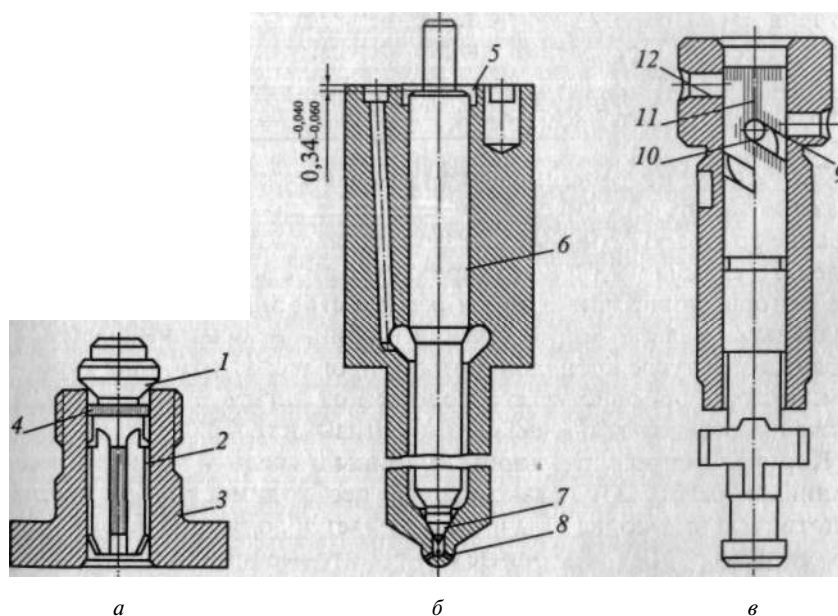


Рис. 8.23. Основные дефекты деталей прецизионных пар:
 а - нагнетательного клапана; б - распылителя форсунки; в - плунжерной пары; 1 - конусная поверхность; 2- направляющая поверхность клапана; 3- торец седла; 4- нагрузочный поясик клапана; 5 - торцевая поверхность корпуса распылителя; б - направляющая поверхность иглы; 7- конусные поверхности иглы и корпуса; 8- сопловое отверстие корпуса; 9 - отсечное отверстие втулки; 10 - винтовая кромка плунжера; 11 - верхняя часть плунжера; 12 - впускное отверстие втулки

плунжерные секции ТНВД, грузы регулятора частоты вращения, а также сопряженные детали насоса низкого давления (поршень, шток, втулка и др.).

В насосе плунжерные пары и нагнетательные клапаны должны быть одной группы плотности, а в регуляторе - грузы одной группы по массе или статическому моменту.

После ремонта производительность и герметичность насоса проверяются на специальном стенде. Испытывают и регулируют в определенных режимах также различные параметры ТНВД: количество и равномерность подачи топлива, начало подачи топлива секциями насоса, действие регулятора и автоматической муфты опережения впрыска топлива и другие параметры, предусмотренные технической документацией. Винт, регулирующий подачу топлива, после регулировки насоса закрывают пробкой и пломбируют.

У форсунки возможны следующие дефекты: поломка пружины, засорение и износ сопловых отверстий, заедание иглы и износ ее уплотнителей. Для снятия форсунок с двигателя применяют специальные съемники.

При закоксовывании распылителя форсунку разбирают, очищают и промывают отверстия. При подтекании топлива по конусу или заедании иглы заменяют прецизионную пару «игла - корпус распылителя», причем перед сборкой корпус распылителя и иглу промывают профильтрованным дизельным топливом. Игла распылителя должна перемещаться свободно без заеданий.

Отремонтированные форсунки прирабатывают на стенде, регулируют давление начала подъема иглы, оценивают их герметичность и качество распыливания топлива. Давление начала подъема иглы распылителя должно находиться в пределах 12,5 ...21 МПа в зависимости от марки дизеля, а распыливание топлива должно происходить без образования заметных на глаз струй, капель и сгущений. Подтекание топлива через сопловые отверстия недопустимо. Впрыск топлива должен быть четким и сопровождаться характерным звуком.

На дизель устанавливают форсунки одной пропускной способности. При ТР топливной аппаратуры дизельных двигателей рекомендуется использовать систему эталонирования, т. е. создание эталонного комплекта насоса с форсунками и топливопроводами, применение которого позволяет снизить расход топлива.

Агрегаты и механизмы трансмиссии

Основными причинами нарушения работоспособности сцепления являются износ или разрушение выжимного подшипника; поломка или потеря упругости пружин демпфера; износ, деформация нажимного диска и другие. Необходимость ТР сцепления обычно

возникает в результате износа фрикционных накладок ведомого диска и тормоза муфты сцепления.

Перед снятием и разборкой сцепления наносят метки на корпусе, дисках и маховике для сохранения балансировки деталей при последующей сборке.

При толщине ведомого диска менее допустимой фрикционные накладки заменяют на новые или же заменяют диск в сборе. Накладки должны быть ровными без трещин и повреждений и прочно приклеены или приклепаны к дискам.

Нажимной комплект разбирают при необходимости замены или ремонта его деталей с применением приспособления, состоящего из силового винта и прижима корпуса. Нажимной и средний ведущий диски заменяют при короблении, наличии задиров, глубоких канавок или трещин на поверхности. Рабочую поверхность диска исправляют шлифованием. Изношенные пальцы, ролики, опорные вилки, сломанные или деформированные пружины заменяют.

При установке сцепления на машину используют технологический вал для центрирования ведомых дисков. Одновременно с ремонтом главной муфты сцепления ремонтируют тормозок, регулируют тяги, восстанавливают резьбовые соединения. Тормоз муфты сцепления должен останавливать вращение ее деталей и коробки передач после выключения сцепления при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Основными неисправностями карданных валов являются трещины в трубе и сварных швах, изгибы и скручивание вала и опор, нарушение балансировки, износ шлицевых соединений и карданных шарниров. При ТР обычно заменяют карданные шарниры. Перед разборкой валов наносят метки для сохранения заводской балансировки при сборке. В процессе ТР необходимо контролировать зазор в шлицевом соединении и осевой зазор у крестовины.

После ремонта карданные валы проверяют на биение. Крестовины карданов и двойных вилок должны легко проворачиваться в игольчатых подшипниках, скользящие вилки должны перемещаться в шлицах без заеданий и заклинивания, валы опор должны вращаться в подшипниках без заеданий.

Основные неисправности коробок передач (КП) заключаются в нарушении зацепления шестерен, зубчатых муфт, выходе из строя синхронизаторов и других деталей (вилки переключения, фиксаторов, подшипников, валов, манжет и сальников и т. п.).

Ряд неисправностей КП можно устранить непосредственно на машине. Например, заменить неисправные детали механизма переключения передач (фиксаторы, вилки и др.). Для определения состояния подшипников валов и шестерен снимают верхнюю и при необходимости боковые крышки. При обнаружении износа и разрушения подшипников и шестерен, а также значительных переме-

щений валов КП снимают с машины и разбирают с помощью съемников. Изношенные детали заменяют, руководствуясь требованиями технической документации.

После ремонта КП обкатывают на специальном стенде последовательно на всех передачах, начиная с нейтральной.

Основные отказы заднего моста и конечной передачи заключаются в нарушении зацепления зубьев шестерен, повреждении подшипников, уплотнительных колец, разрушении крышек корпусов. Зубчатые передачи разбирают при повышенном шуме или стуке в области главной и конечной передач, а также при наличии металлических частиц в масле. Многие отказы задних мостов и конечных передач, тормозов и механизмов управления можно устранять непосредственно на машине. При этом разборку производят в пределах, необходимых для устранения неисправности. Так, при ТР конечных передач и в случае замены деталей тормозов тракторов с планетарными механизмами поворота выполняют неполную разборку заднего моста. При ТР гусеничных тракторов конечные передачи отсоединяют от заднего моста, предварительно рассоединив гусеницу и сняв ведущее колесо.

При наличии сколов зубьев шестерен и разрушении сепараторов подшипников проводят техническую экспертизу всех деталей конечной передачи. При сборке главной передачи ведущую и ведомую шестерни устанавливают только в комплекте.

При ТР трансмиссии основные работы заключаются в восстановлении работоспособности шестерен. Так, при ТР зубчатых передач проверяют состояние и оценивают степень износа зубьев, а также проверяют центровку зубчатых пар, надежность крепления зубчатых колес на валах, состояние элементов смазочной системы, резьбовых и фланцевых соединений. Необходимость ремонта или замены деталей устанавливают после измерения боковых и радиальных зазоров в зацеплении.

Зубчатые колеса подлежат замене при износе зубьев по толщине более 20% (при окружной скорости до 5 м/с), а прямозубые колеса при износе более 15% (при окружных скоростях более 5 м/с). Заменяют также зубчатые колеса, у которых выкрашено более 30 % площади рабочей поверхности зубьев. Зубчатые колеса с цементрованными зубьями заменяют при износе слоя цементации. Замену изношенных зубчатых колес, работающих с окружными скоростями более 8 м/с, обычно проводят в паре.

Ремонт червячного колеса обычно заключается в замене венца. В нереверсивных передачах периодически переворачивают червячное колесо, смещая червяк вдоль оси вала и вводя в контакт изношенные зубья.

После сборки зубчатых передач проверяют плавность хода путем проворота собранного механизма от руки динамометрическим ключом.

Правильно собранная цилиндрическая зубчатая передача должна обеспечивать заданные значения межосевого расстояния, радиального и торцевого биений зубчатых колес, радиального и бокового зазоров в зацеплении. Радиальный и боковой зазоры определяют щупом или с помощью узкой пластины свинца, накладываемой на зубья шестерни и расплющиваемой между зубьями при повороте колеса. Допустимые значения этих зазоров приводятся в соответствующих инструкциях.

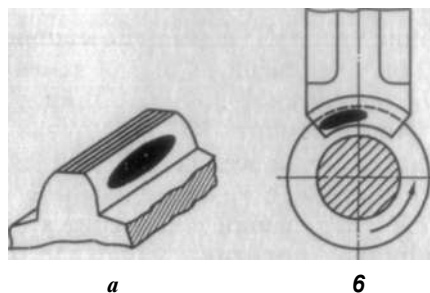


Рис. 8.24. Размещение пятна контакта цилиндрической (а) и червячной (б) передач

Качество зацепления проверяют по пятну контакта (рис. 8.24). У большинства зубчатых колес размер пятна контакта по высоте зуба должен быть не менее 45 %, а по ширине - не менее 60 %. При монтаже конических передач дополнительно проверяют перпендикулярность осей шестерен.

После регулировки зубчатых передач их обкатывают и испытывают и на стендах. Шум от работающего редуктора должен быть незначительным, ровным, без стуков и треска.

Тормоза и рулевое управление

Основными причинами отказов муфт поворота и тормозов гусеничных машин являются излом и деформация рычагов и тяг управления; нарушение регулировки тормозов; износ, разрушение тормозных лент, накладок и шкива.

Муфты поворота разбирают и ремонтируют при значительном скоплении масла в их картерах. При ТР заменяют неисправные и изношенные накладки. В гусеничных машинах, как правило, регулируют свободный ход рычагов механизма управления муфтами поворота и тяг сервомеханизма; зазор между тормозной лентой и ведомым барабаном муфты поворота; остановочные тормоза.

При ТР тормозов ДМ на пневмоколесном ходу устраняют задир, выработку на рабочей поверхности барабана, заменяют изношенные накладки, втулки осей колодок и разжимных кулаков и другие детали в зависимости от типа их привода. При большом замасливании тормоза разбирают, ленты, колодки и диски промывают в бензине, проверяют состояние барабана, накладок тормоза и деталей привода. Тормозной барабан с трещинами и полочками заменяют. Изношенные поверхности восстанавливают расточкой и шлифовкой. Переносная установка для расточки тормозящих

барабанов и обточки тормозных накладок показана на рис. 8.25. После проточки тормозного барабана проверяют биение рабочей поверхности. Новые накладки приклепывают или приклеивают к колодкам, а затем шлифуют до требуемого размера. После замены накладок и сборки тормозов выполняют их полную регулировку.

Для тормозной системы с гидравлическим приводом характерны следующие неисправности: разрушение резиновых манжет главного и колесных цилиндров; износ поршней и отверстий в корпусе; поломка или потеря жесткости пружин клапанов; засорение отверстий гидроцилиндров и трубопроводов. Манжеты главного цилиндра заменяют при каждой разборке. Рекомендуется также заменять пылезащитные колпачки. Детали главного цилиндра промывают чистой тормозной жидкостью. После ремонта для удаления воздуха тормозную систему прокачивают.

Неисправности тормозной системы с пневмоприводом часто обусловлены разгерметизацией пневмоагрегатов. Место утечки воздуха определяют на слух или с помощью мыльной пены.

Неисправности и ремонт компрессора такие же, как у двигателя. Отремонтированный компрессор испытывают на стенде, проверяя герметичность уплотнения плунжеров.

Для регулятора давления, клапанов, тормозных кранов характерны неисправности пружин, седел клапана, поршня, а также нарушение уплотнения поршня и дросселя. Детали эти обычно заменяют на новые.

Если регулятор давления отрегулировать на машине не удастся, его снимают и частично разбирают для оценки состояния деталей, т. е. проверяют поясок седла клапана и состояние шарикового клапана. Седло клапана обычно притирают.

Клапаны регулятора давления разбирают при утечке воздуха через них или, если давление в системе ниже 6 кгс/см^2 . Предохранительный клапан регулируют на максимальное давление 9 кгс/см^2 (для некоторых машин на $9 \dots 10,5 \text{ кгс/см}^2$).

При сборке тормозного крана трущиеся поверхности его деталей покрывают тонким слоем смазки. В процессе испытаний проверяют регулировку и герметичность крана и работу стоп-сигнала.

Тормозные камеры выходят из строя обычно из-за прорыва диафрагмы. После замены диафрагм проверяют герметичность и действие тормозных камер под давлением 9 кгс/см^2 . При изменении давления воздуха шток должен плавно перемещаться.

В соответствии с требованиями стандартов ИСО рабочая тормозная система должна удерживать колесную машину (погрузчик, автогрейдер, экскаватор и т. п.) на уклоне 25 %, а ее тормозной путь должен соответствовать соотношению $v^2/68$, где v - скорость машины, км/ч. У машин, не предназначенных для движения по дорогам общего пользования, тормозной путь на 50 % больше. Стояноч-

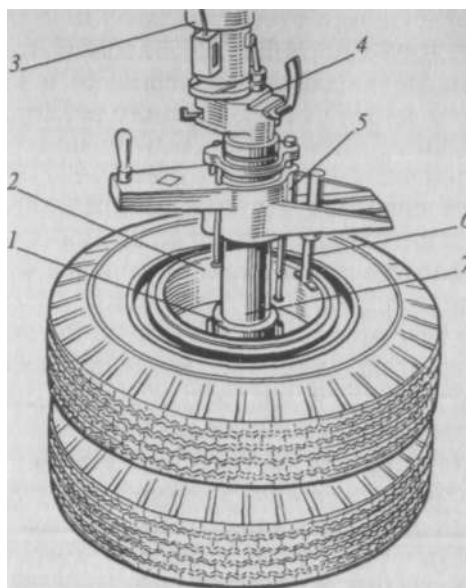


Рис. 8.25. Переносная установка для расточки тормозных барабанов и обточки тормозных накладок:
1 - ступица колеса; 2 - тормозной барабан; 3 - электродвигатель; 4 - редуктор; 5 - каретка; 6 - резец; 7 - шпиндель

ная тормозная система должна удерживать оптимальную загруженную машину на уклоне 15 %, а машину без груза на уклоне 18 %.

Характерными неисправностями рулевого механизма ДМ на пневмоколесном ходу являются увеличение зазора в шарнирах рулевых тяг, износ и выкрашивание рабочих поверхностей червяка, ролика и подшипника червяка, износ деталей гидроусилителей. Для определения технического состояния рулевого механизма проверяют свободный ход (люфт) рулевого колеса и усилие, необходимое для его вращения.

При ТР рулевого управления проверяют также крепление и углы поворота управляемых колес, шкворни поворотных кулаков, рулевой вал и другие детали.

Непосредственно на ДМ устраняют утечки масла, заменяют клапан в сборе и уплотнения крышек рулевого механизма. При заедании в сочленении шарового пальца и сухарей тяг их снимают, разбирают и заменяют изношенные детали.

Рулевой механизм в сборе заменяют при повреждении корпуса и заедании червячной пары. Разборку выполняют на стенде или в тисках, не раскомплектовывая сопряжения червяк - ролик, ведущая шестерня - сектор, вал рулевой сошки - рулевая сошка, гайка - рейка, а также детали клапана управления и насоса гидроуси-

лителя. Обычно сопряженные детали заменяют в комплекте. Правильность сборки проверяют по моменту проворачивания винта (гайки) рулевого механизма. Гидрораспределитель рулевого механизма испытывают на стенде при различных режимах его работы, проверяя усилие на динамометрическом рулевом колесе, давление на входе в гидроусилитель, свободный ход рулевого колеса, давление срабатывания предохранительного клапана и герметичность.

Электрооборудование и аккумуляторные батареи

При ТР электрооборудования проверяют техническое состояние электрической и механической частей, выполняя разборочно-сборочные работы, изоляционные, паяльные и намоточные операции.

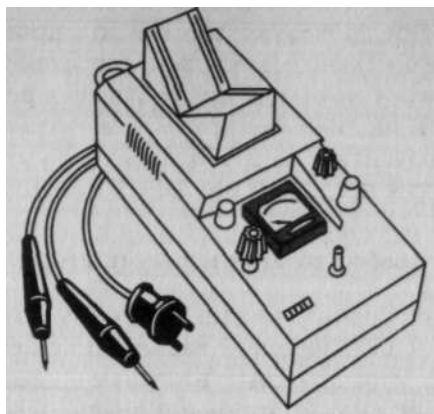
Работу генераторов, стартеров и других агрегатов электрооборудования предварительно, не снимая с машины, проверяют с помощью вольтамперметра и при невозможности ремонта их на месте снимают.

Агрегаты, как правило, частично разбирают, помечая основные детали, чтобы не нарушить балансировку. Предварительно проверяют состояние обмоток. Межвитковые замыкания обычно определяют с помощью дефектоскопов или измерением сопротивления обмоток (рис. 8.26). Замыкание на корпус обмоток проверяют контрольной лампой или вольтамперметром. После ремонта обмотки пропитывают электроизоляционным лаком.

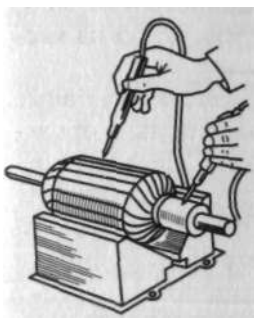
Визуально определяют состояние щеточно-коллекторного узла. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях. Щетки с высотой менее минимально допустимой подлежат замене (высота зависит от типа генератора и стартера). Пружины, потерявшие упругость, заменяют. Поверхность коллектора должна быть чистой и гладкой. Подгар с коллектора удаляют мелкой шкуркой. Если прогар значительный, коллектор протачивают. После проточки фрезеруют (углубляют) изоляцию между ламелями коллектора на 0,5... 0,8 мм.

Генераторы переменного тока подвергаются ТР в следующих случаях: при подгорании и износе контактных колец; износе шпоночной канавки вала, посадочного отверстия и шпоночного паза шкива; износе гнезда под шарикоподшипник; обрыве контактов внутри выпрямителя и др. Перед разборкой генератора оценивают состояние креплений и проверяют его электрические параметры. После частичной разборки проверяют биение ротора и контактных колец, состояние электроизоляции (убеждаются в отсутствии межвиткового замыкания ротора и катушек статора) и диоды выпрямительного блока.

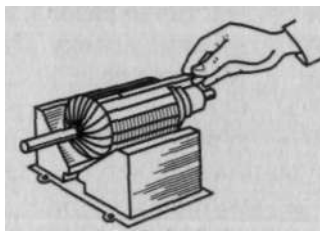
Генераторы постоянного тока проверяют и ремонтируют аналогично, устраняя при этом повреждения выводных болтов, замас-



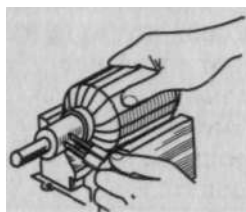
a



б



в



г

Рис. 8.26. Прибор для проверки якорей генераторов и стартеров;
a - общий вид прибора; *б* - проверка замыкания на массу обмотки якоря; *в* - проверка замкнутых секций якоря; *г* - выявление места замыкания якоря на массу

ливание и подгорание поверхности коллектора, поломку или ослабление пружин щеткодержателя и восстанавливая рабочую поверхность и шпоночный паз шкива.

После ремонта генератор проверяют на специальном контрольно-испытательном стенде, позволяющем определить его токоскоростную характеристику.

Стартеры обычно ремонтируют в случае замыкания обмоток статора или якоря, при загрязнении или замасливании коллектора и щеток, неисправности сцепляющего механизма, подгорании контактов электромагнитного реле, а также при задевании якорем башмаков статора вследствие износа втулок подшипников. Предварительно визуально определяют состояние выводных зажимов стартера, электромагнитного реле, рабочих поверхностей контактного диска, контактных болтов реле, коллектора, щеток и шестерни привода.

В нормальном состоянии привод стартера должен свободно без заеданий перемещаться по валу и возвращаться в исходное положение под действием возвратной пружины. Если при испытаниях стартера на ДМ было отмечено проскальзывание шестерни привода, заменяют сцепляющий механизм в сборе. Ленточную резьбу и шлицы вала очищают от грязи и смазывают графитной смазкой. Забоины на торцевых поверхностях зубьев шестерни зачищают напильником. Регулируют зазор между шестерней привода и упорным кольцом, который должен быть 2... 4 мм.

При незначительном подгорании контактные поверхности реле стартера зачищают. При большом износе или значительном подгорании диск переворачивают, а болты поворачивают на 180°.

При значительном люфте вала якоря заменяют втулки в крышках. При сборке стартера шлицевую часть и шейки якоря под вкладыши смазывают, осевое перемещение регулируют (допустимый осевой люфт 0,15 ... 0,20 мм).

Стартеры в сборе испытывают на контрольно-испытательном стенде.

Магнето пускового двигателя подвергают ТР при размагниченности ротора, подгорании или замасливании контактов механизма прерывания тока, пробое или межвитковом замыкании обмоток трансформатора, утечке тока на «массу», наличии трещин в высоковольтном выводе. Сначала проверяют состояние ротора. При износе посадочных мест под подшипники или износе шейки вала под кулачок ротор заменяют. При намагниченности ротора менее 220 мкВ его подмагничивают специальным прибором. После сборки магнето на контрольно-испытательном стенде проверяют искрообразование и состояние высоковольтной изоляции.

ТР регуляторов напряжения и реле-регуляторов заключается в замене перегоревших резисторов, поврежденных обмоток и якорей, соединительных проводов и изолирующих прокладок. При необходимости изготавливают резисторы из нихромовой проволоки соответствующего сечения. Поврежденные контакты зачищают надфилем или шкуркой. Сильно поврежденные контакты заменяют новыми. Отказавшие элементы электронных регуляторов напряжения в основном заменяют. После ремонта электрические параметры реле-регуляторов и регуляторов напряжения проверяют на соответствие требованиям ТУ, как правило, в комплекте с теми генераторами, с которыми они работают в электросхеме машины.

Распределитель зажигания обычно ремонтируют не снимая с машины, т. е. заменяют рычаг прерывателя и стойку неподвижного контакта. После ТР устанавливают начальный угол опережения зажигания в соответствии с указаниями по эксплуатации.

Технология ТР других элементов электрооборудования (тахометра, стеклоочистителя, звукового сигнала и т.п.), контрольно-

измерительных приборов, общих коммутационных средств и приборов освещения и световой сигнализации определяется их конструкцией.

Неисправности аккумуляторных батарей: нарушение контакта в выводах, борнах и перемычках; отслоение заливочной мастики от стенок моноблока; механические повреждения моноблоков и крышек (сколы, трещины); деформация или оплавление полюсных выводов и др.

Обычно при ТР аккумуляторной батареи в ЭП выполняют следующие операции: замену моноблока и отдельной (ячеечной) крышки, наплавление (восстановление) полюсных выводов и приварку борна, замену заливочной мастики, заделку небольших трещин моноблока и крышек, промывку банок нейтральным раствором.

Визуально определяют следующие характерные неисправности: трещины в стенках эбонитовых моноблоков. При раздельных крышках возможны вспучивания и отставание от стенок заливочной мастики, трещины крышек около выводных клемм и заливных горловин;

состояние выводных клемм и заливных горловин батарей, имеющих полипропиленовые полупрозрачные моноблоки.

Нагрузочной вилкой определяют напряжение каждого аккумулятора. При напряжении ниже 1,3 В аккумулятор считается неисправным и подлежит замене или ремонту. По результатам внешнего осмотра и испытания определяют необходимость разборки и вид ремонта с учетом конструкции батареи.

Обычно моноблоки с трещинами, нарушающими герметичность аккумулятора, выбраковывают. Батареи на моноблоках из синтетических материалов с общей крышкой практически не подлежат ремонту (за исключением восстановления сработавшихся или поврежденных полюсных выводов).

В ЭП обычно ремонтируют батареи с отдельными крышками и наружными межаккумуляторными соединениями.

Трещины и отслаивание мастики от стенок моноблока устраняют, расплавляя ее с помощью специального нагревателя (рис. 8.27) или электростамеской. При больших трещинах или сплошном отслаивании мастики ее снимают и после разогрева вновь заливают.

Оплавленный или изношенный полюсный вывод перед восстановлением очищают от окислов и промывают теплым раствором кальцинированной соды. Дополнительный свинец наплавляют с использованием шаблона.

Дефекты моноблоков (трещины, сколы) устраняют с учетом их материала, т. е. для заделки трещин эбонитовых моноблоков обычно применяют клеи на основе эпоксидной смолы, а заделка батарей из термопласта или полипропилена может производиться заклеиванием или приваркой заплат из аналогичного материала.

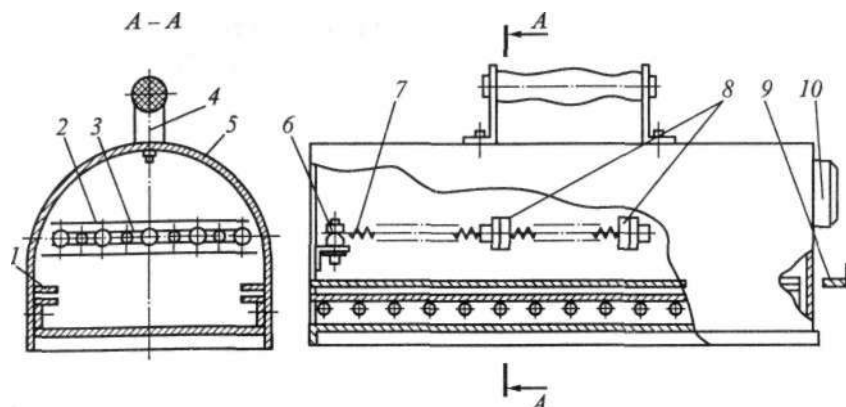


Рис. 8.27. Отражательная печь для разогрева мастики:
 1 - направляющий паз; 2 - керамическая трубка; 3 - металлическая пластина; 4 - рукоятка; 5 - корпус (отражательный колпак); 6 - фарфоровый ролик; 7 - спираль накаливания; 8 - стальная планка; 9 - шторка; 10 - розетка

После ремонта в аккумуляторную батарею заливают электролит и заряжают ее. На каждом аккумуляторе заряженной батареи ЭДС должна составлять 2,1 В, а напряжение при проверке нагрузочной вилкой должно быть не ниже 1,7 В в течение 5 с. Емкость аккумуляторной батареи после ремонта должна составлять не менее 80 % от ее номинальной емкости.

Ходовая часть, подвеска, шины

Основными неисправностями ходовой части гусеничных машин являются износ и повреждение деталей гусеницы, а также каретки подвески, поддерживающих роликов, опорных катков, направляющего и ведущего колес. Возникающие неисправности обычно устраняют заменой деталей непосредственно на машине. Как правило, заменяют торцевые уплотнения. Разборку механизмов выполняют только в случае, если отказы невозможно устранить регулировками. Детали обычно восстанавливают с помощью бандажей или накладок, а также наплавкой и реже пластической деформацией.

Ряд сборочных единиц ходовой части с односторонним износом деталей можно переставлять местами или переворачивать. Например, при заметном износе ободьев опорных катков каретки подвески переставляют местами по перекрестной схеме.

У гусеничных полотен обычно изнашиваются проушины звеньев и пальцы гусениц. Для снятия гусеницы выпрессовывают палец звена на участке около ведущего колеса и сматывают ее на специальный барабан (для удобства последующего транспортирования

и складирования). Если шаг гусеницы превышает установленное значение, при ТР рекомендуется втулки повернуть на 180° или заменить в комплекте с пальцами. Изношенные проушины восстанавливают наплавкой или приваркой вкладышей. При установке на машине гусеничную цепь соединяют с помощью специального стягивающего приспособления.

Направляющее колесо демонтируют обычно при износе втулок опоры и сопряженных с ними поверхностей коленчатой оси, а также при срыве резьбы болтов крепления. При износе обода колеса по ширине и толщине наплавляют его под слоем флюса или заменяют колесо. Торцевые уплотнения обычно заменяют. Коленчатую ось направляющего колеса демонтируют при износе посадочных поверхностей под подшипники и втулки, а также при поломке натяжного устройства. Погнутую коленчатую ось заменяют. Изношенные поверхности шеек коленчатой оси под втулки и подшипники можно восстанавливать наплавкой. Собранный направляющий колесо с отрегулированным осевым зазором в подшипниках должно проворачиваться свободно без заеданий.

Опорные катки изнашиваются по наружному диаметру, в результате чего искажается их геометрическая форма и происходит заклинивание, защитный колпак сминается, изнашиваются посадочное отверстие и поверхность под сальник.

Каретки подвески отказывают вследствие износа уплотнения цапфы, втулок и оси балансира, а также уплотнительных колец и подшипников опорных катков. При ТР машину устанавливают на подставки и разъединяют гусеницу, снимая каретку подвески в сборе. Разборку и сборку каретки выполняют на специальном стенде. Отремонтированная каретка должна свободно вращаться на цапфе рамы.

Поддерживающие ролики изнашиваются по ободу, в результате происходит их заклинивание на осях и утечка масла через зазоры уплотнительных колец. У оси поддерживающего ролика изнашиваются шейки под подшипники.

При ТР ходовой части колесных машин (с зависимой подвеской) устраняют повреждения балки передней оси, восстанавливают радиальный зазор между шкворнем и его втулками, заменяют уплотнения и роликовые подшипники ступиц передних колес.

Цилиндрические винтовые пружины практически не ремонтируют. Неисправные или имеющие признаки усталости пружины выбраковывают.

Для листовых рессор характерны поломка и трещины одного из листов, потеря упругости и износ листов рессор по толщине, поломка хомутов, срез или обрыв центрального болта и др.

При замене хомутов и ушек срубают заклепки. Новые крепления выполняют с помощью заклепок, нагретых до 800... 1000 °С.

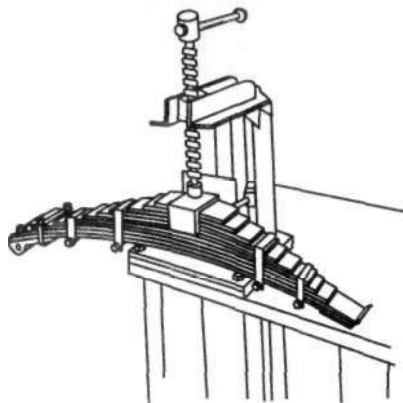


Рис. 8.28. Приспособление для разборки и сборки рессор

Разборку и сборку рессор выполняют на стенде или винтовых приспособлениях (рис. 8.28). Ремонт рессор заключается в разборке и замене изношенных и поломанных деталей. Перед сборкой листы рессоры смазывают графитной смазкой. Сборка рессоры считается правильной, если ее листы прикасаются друг к другу концами. В средней части рессоры максимально допустимый зазор без нагрузки составляет 1 мм, и он должен уменьшаться к концам и центральному болту.

Основными неисправностями шин и камер являются прорывы, проколы, износ протектора, обрыв и отслоение корда, потеря упругости, трещины и др. При снятии колес используют подъемники для вывешивания машины, гайковерты для отвинчивания гаек колес, тележки для снятия, установки и перевозки колес. Демонтаж колес выполняют на специальных установках.

Проколы камеры и небольшие повреждения покрышек устраняют горячей вулканизацией при температуре 140... 150°C и давлении 0,6... 1,2 МПа, которое создается в пресс-формах, струбцинами и с помощью другого специального оборудования. В ЭП при ТР обычно применяют электровулканизаторы.

Для выявления повреждений камеру, наполненную воздухом, погружают в резервуар с водой. Ремонтируемые места подвергают шерохованию, очищают от пыли и покрывают два раза клеем (просушивая каждый слой). Одновременно с этим подготавливают заплату, которая должна перекрывать прорыв по окружности на 20... 30 мм. После полного высыхания клея заплату накладывают на поврежденное место, прикатывают роликом и устанавливают в вулканизационный аппарат на 15 ... 20 мин. При ремонте камер могут использоваться самовулканизирующиеся материалы.

Своевременный ремонт местных повреждений покрышек (пробоев, порезов, трещин) предупреждает дальнейшее разрушение шин в эксплуатации, повышая их пробег на 5 ... 10%. Способ ремонта определяется степенью повреждения и используемыми материалами. Обработка поврежденных мест выполняется различными способами (рис. 8.29). Для удобства доступа к внутренней части покрышки при вырезании сквозных повреждений применяют борторасширители. Участки покрышки, подготовленные к ремонту, подвергают шерохованию в соответствии с намеченным

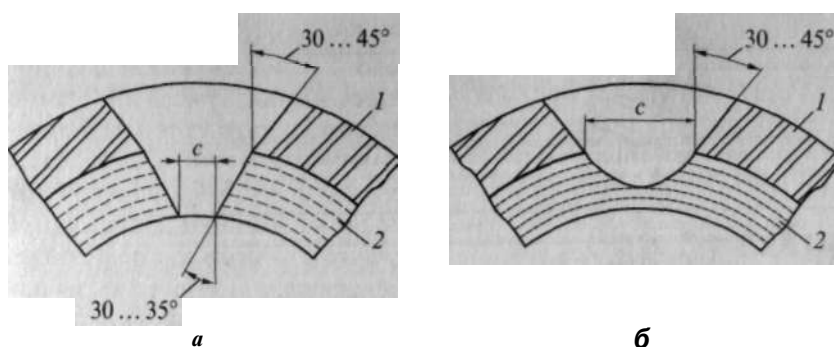


Рис. 8.29. Примерные схемы вырезания сквозного (а) и несквозного (б) повреждений крупногабаритной шины:

1 - протектор; 2 - каркас; c - размер повреждения

способом ремонта. Подготовленные поверхности покрышки и пластырь промазывают два раза клеем, затем заделывают повреждения и вулканизируют. Размеры пластырей и число слоев корда в них выбирают в зависимости от характера и размера повреждений, нормы слойности покрышки и вида применяемых материалов. Вулканизацию покрышек проводят на специальном оборудовании (рис. 8.30) при одностороннем или двустороннем обогреве поврежденного места.

Восстановление шин наложением (наваркой) нового протектора выполняют специализированные ремонтные предприятия.

Практика показывает, что более 10% повреждений шин происходит в результате нарушения технологии монтажно-демонтажных операций. Монтажу подлежат только исправные, чистые, сухие, соответствующие по размерам и типам шины, камеры, ободные ленты, ободья и их элементы. Новые шины и шины, восстановленные методом наложения протектора, должны укомплектовываться новыми камерами и ободными лентами.

Ободья и их элементы должны быть правильной формы, без механических повреждений (погнутостей, острых кромок и т. п.) и очищены от ржавчины. Рекомендуется проверять осевое (торцевое) и радиальное биения обода, которые

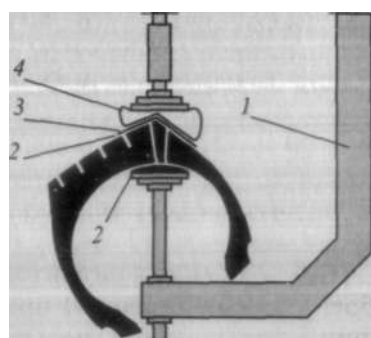


Рис. 8.30. Схема устранения повреждения шины:

1 - электровулканизатор (термопресс); 2 - прокладка (целлофановая); 3 - алюминиевый лист; 4 - выравнивающая подушка

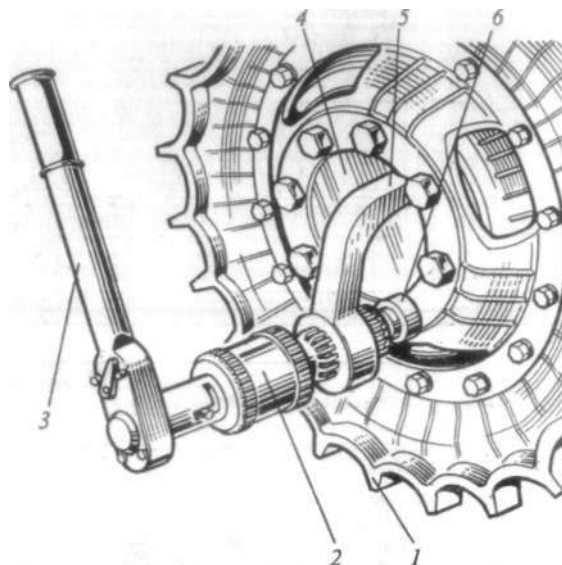


Рис. 8.7. Редукторный силовой ключ:

1 - ведущее колесо трактора; 2 - редукторный механизм; 3 - рукоятка; 4 - фланец оси конечной передачи; 5 - реактивный упор (опора); 6 - сменная торцевая головка

соединения представляют собой запрессовку без нагрева соединяемых деталей, т. е. при этом происходит смятие неровностей на поверхностях собираемых деталей (рис. 8.8, а).

Обычно поперечно-прессовые соединения выполняются с нагревом охватывающей и охлаждением охватываемой деталей (рис. 8.8, б, в). Необходимая температура нагрева детали с отверстием

$$t = t_o + (i_{\max} - R) / d_{\text{отв}} \alpha,$$

где t_o - температура окружающей среды во время сборки; $i_{\text{тах}}$ - натяг в соединении; AR - зазор в соединении в момент сборки; $d_{\text{отв}}$ -

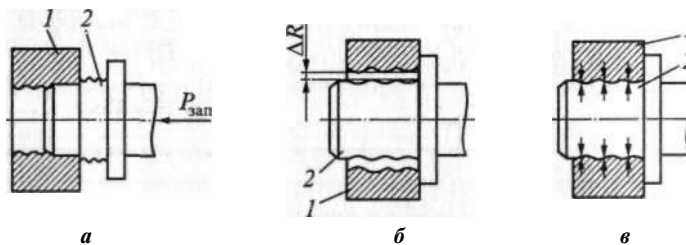


Рис. 8.8. Продольно-прессовое (а) и поперечно-прессовые (б, в) соединения:

1 - охватывающая деталь; 2 - охватываемая деталь

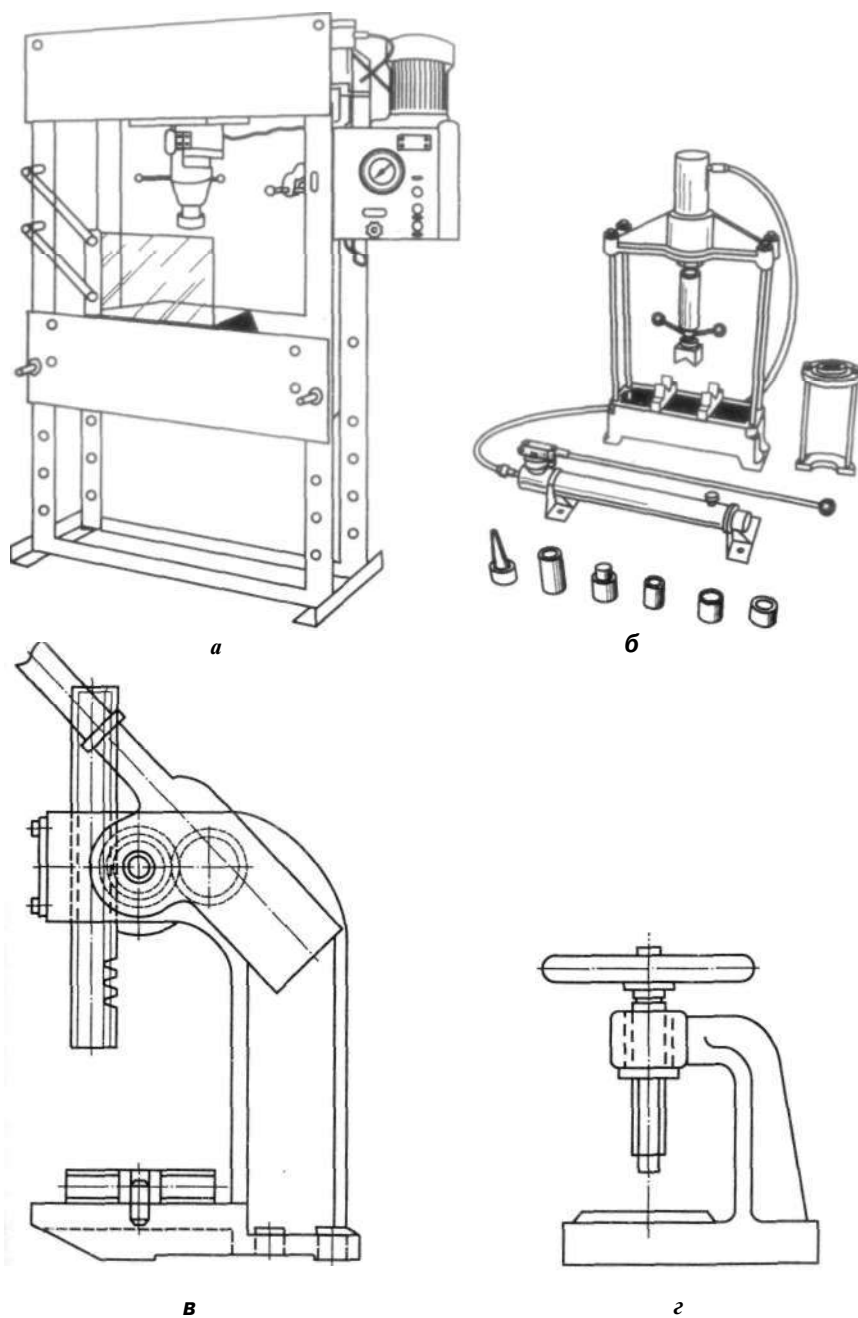


Рис. 8.9. Прессы стационарный электрогидравлический с усилием 500 кН (*а*), настольный гидравлический с усилием 115 кН (*б*), реечный (*в*) и винтовой (*г*)

не должны превышать соответственно 2,0 ... 2,5 мм и 2,5 ... 3,0 мм (в зависимости от размера обода).

Перед монтажом покрышку внутри, камеру и ободную ленту припудривают тальком по всей поверхности. При монтаже шин на ободья необходимо учитывать направленность рисунка протектора и место установки колеса. Колеса машин с большими скоростями движения балансируют на специальных стендах.

Гидрооборудование

Ремонт гидрооборудования машин проводят в соответствии с требованиями технической документации. Обычно при ТР в ЭП заменяют манжеты и уплотнения. После ремонта систему проверяют на отсутствие течи по 3 мин на холостом ходу и при максимальном давлении. При проверке также обращают внимание на срабатывание аварийной сигнализации, показания измерительных приборов, шум, стук, вибрации. После гидравлических испытаний проверяют герметичность всех соединений. Элементы систем и устройств, от которых зависит состояние машины, после регулировки пломбируются.

Ремонт гидроцилиндров

На долю гидроцилиндров (ГЦ) приходится 17... 30% всех отказов гидросистемы. Основные отказы ГЦ заключаются в нарушении внутренней и внешней герметичности из-за износа уплотнений поршня и штока, а также узлов поршень - гильза цилиндра, шток - направляющая втулка или крышка. Возможны самопроизвольное ослабление креплений поршней, деформации штоков и другие неисправности.

Разборку ГЦ выполняют на специальном стенде, обеспечивающем центрирование и выдвижение штока с поршнем из гильзы.

Риски, задиры на рабочей поверхности поршня устраняют зачисткой и проточкой. Рабочую поверхность поршня для восстановления номинальных размеров допускается наплавлять (обычно латунью). Шток с трещинами и расслоенным металлом заменяют. Погнутость штока можно устранять правкой на прессе с применением местного подогрева и последующей механической обработкой. При значительных дефектах допускается расточка проушины и установка новой втулки.

При сборке ГЦ заменяют уплотнительные кольца, манжеты и прокладки, проверяют центровку поршня относительно рабочей поверхности корпуса цилиндра. Поршень должен свободно без заеданий перемещаться по всей длине цилиндра.

После сборки ГЦ промывают на стенде перемещением штока (10... 15 циклов). После промывки ГЦ испытывают, определяя дав-

ление страгивания и холостого хода и проверяя прочность, а также наружную и внутреннюю герметичность. Прочность ГЦ проверяют давлением, составляющим $1,5 P_{\text{раб}}$, с выдержкой 30 с в крайних положениях поршня. При этом не должно быть утечки рабочей жидкости через неподвижные уплотнения, а на перемещающихся поверхностях возможно появление масляной пленки.

При монтаже ГЦ на машине необходимо контролировать отклонение его геометрической оси, которое не должно быть более 2° .

Ремонт насосов и гидромоторов

Наиболее частой неисправностью насосов и гидромоторов является течь масла через манжетное уплотнение. Для замены манжета насоса или гидромотора их снимают с машины.

Разборку и сборку шестеренчатых насосов выполняют на специальной подставке или на верстаке в тисках с медными губками. Разукомплектование втулок и шестерен не допускается. Перед сборкой насосов комплектуют пары втулок и шестерен по размерным группам, приведенным в технической документации. При сборке необходимо учитывать направление вращения ведущей шестерни. Резиновые уплотнительные кольца и манжеты заменяют. Качество сборки насоса контролируют по вращению вала ведущей шестерни. Вал должен проворачиваться от руки свободно без заеданий.

Вал гидромотора (рис. 8.31) заменяют при ослаблении посадки подшипников $\{A\}$, скручивании и коррозионных разрушениях, при износе сферических гнезд B и B . Пластины и вкладыши при износе рабочей поверхности и увеличении сферических гнезд B , B также заменяют.

Тарельчатые пружины заменяют при уменьшении их длины более 0,1 мм по сравнению с номинальной.

При значительных дефектах рабочей поверхности блок цилиндров и поршни заменяют. Незначительные риски, неравномерность выработки торцевой поверхности устраняют притиркой рабочих поверхностей блока цилиндров и распределителя. Притирку выполняют и при замене блока. Притертые поверхности должны быть равномерно матовыми без рисков и задиров.

Центральный шип заменяют при наличии трещин, износе поверхности, увеличении сферического гнезда B , выкрашивании азотированного слоя.

При износе и выкрашивании поверхности поршня, увеличении зазора L , а также при увеличении люфта в сопряжении поршень - шатун обычно заменяют поршень с шатуном.

Часто при ТР заменяют качающий узел с сборе.

При сборке контролируют состояние сопрягаемых поверхностей корпуса и задней крышки: при необжатом соединении (и без про-

диаметр отверстия охватываемой детали; α - коэффициент линейного расширения материала детали (для сталей $\alpha = (10... 12) \cdot 10^{-6}$, $1/^\circ\text{C}$).

Температуру охлаждения охватываемой детали подсчитывают аналогично. При этом рекомендуется нагревать или охлаждать деталь примерно на 30% выше расчетной температуры.

Нагревают детали, например в масляной ванне, газовыми горелками, в печах, индукционными нагревателями, а охлаждают в холодильных установках, твердой углекислотой (сухим льдом), жидком азотом и другими способами.

Основным оборудованием, применяющимся при разборке - сборке прессовых соединений, являются съемники, прессы, стенды и различные приспособления. Съемники действуют по принципу захвата снимаемой детали или упора в нее и могут иметь ручной, пневматический или гидравлический привод.

Оборудование для запрессовки определяется конструктивными особенностями сборочной единицы и требуемым усилием. Для запрессовки небольших деталей используются мягкий молоток и специальные оправки, а для крупных деталей применяют винтовые, пневматические, гидравлические и другие прессы (рис. 8.9). После сборки необходимо проверить правильность взаимного расположения собранных деталей (радиальные и торцевые биения, плотность прилегания по торцам и др.).

8.4. Текущий ремонт типовых деталей сборочных единиц

Подшипники качения и скольжения

Основными признаками неисправности подшипников качения являются повышенный шум и неравномерность их вращения вследствие повреждения тел качения, износа посадочных мест на валу и в корпусе, защемления тел качения.

Ремонт начинают с разборки подшипникового узла (рис. 8.10) с помощью пневматических, гидравлических и винтовых съемников. Усилие при выпрессовке прикладывают к кольцу, посаженному с натягом, а направление этого усилия должно совпадать с осью вала и не передаваться через тела качения. Требуемое усилие зависит от размера подшипника, состояния узла и натяга. Для снятия подшипника, смонтированного со значительным натягом и длительное время находящегося в эксплуатации, его необходимо подогреть маслом или электроподогревателем до $90... 100^\circ\text{C}$.

При дефектации подшипники осматривают и измеряют зазоры. Подшипники, имеющие дефекты (усталостный износ и выкрашивание беговых дорожек и тел качения, ржавчину на рабочих и посадочных поверхностях, деформацию сепаратора и др.), заменяют

новыми (такими же или с улучшенными техническими характеристиками). Степень износа подшипника определяется зазором между беговой дорожкой и шариком, проверяются также правильность геометрической формы (конусность и овальность) и соосность посадочных мест.

Посадочные поверхности деталей, сопрягаемых с подшипниками, восстанавливаются наплавкой, нанесением полимерных материалов и установкой компенсирующих втулок.

Процесс сборки опор с подшипниками качения состоит из следующих операций: подготовки деталей к сборке, контроля подшипников, предварительной сборки опор, контроля взаимного положения деталей опор, окончательной сборки опор и контроля качества сборки. Подготовка деталей к сборке включает в себя расконсервацию и промывку подшипников. Подшипники закрытого типа с рабочей смазкой, заложённой на заводе-изготовителе, не подлежат расконсервации.

Предварительная сборка опор с подшипниками качения производится в целях подбора регулировочных колец (компенсаторов), контроля осевых и радиальных зазоров, обеспечения правильного взаимного расположения колец подшипника.

Посадку внутреннего кольца подшипника на вал осуществляют по системе отверстия, а наружного кольца в корпус - по системе вала. Неправильная посадка колец подшипника обуславливает их деформацию, приводящую к разрушению, снижению жесткости узла, увеличению вибрации, ускорению износа посадочных поверхностей.

При посадке колец с натягом посадочные места смазывают маслом. Для облегчения прессования внутреннее кольцо подшипника нагревают в масляной ванне до 90... 100 °С. При посадке наружного кольца в корпус нагревают корпус или охлаждают подшипник.

При прессовании используют различные оправки, обеспечивающие центрирование, равномерное распределение усилия и плавность прессования (рис. 8.11). Усилие прессования прикладывают строго по торцу кольца.

Напрессованный на вал или запрессованный в корпус подшипник должен вращаться ровно без заеданий и с незначительным шумом. При этом индикаторами измеряют радиальный и осевой зазоры наружного кольца. Окончательная сборка опор с регулируе-

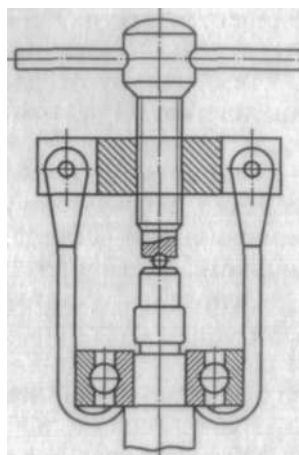


Рис. 8.10. Схема снятия внутреннего кольца подшипника, напрессованного на вал

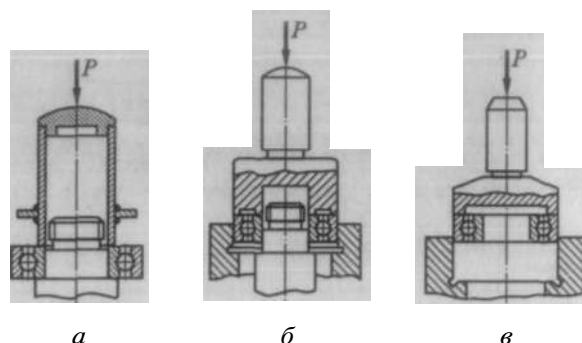


Рис. 8.11. Установка подшипников качения с использованием оправок с упором во внутреннее кольцо (*а*); в оба конца (*б*) и в наружное кольцо (*в*)

мыми подшипниками производится после подбора компенсаторов и проверки образовавшихся зазоров.

Изношенные вкладыши и втулки подшипников скольжения выпрессовывают из корпуса подшипника или ступицы колеса с помощью наставок и приспособлений на прессе. Состояние подшипников скольжения определяют по величине и характеру износа антифрикционной втулки или вкладыша, состоянию смазочных устройств, наличию трещин и др. Ремонт изношенных втулок ответственных подшипников скольжения может заключаться в растачивании и постановке втулок и вкладышей ремонтных размеров. При износе шейки вала сам вал шлифуют и изготавливают новую втулку соответствующего размера.

Пружины и манжеты

Пружины, используемые в механизмах машины, разделяют на настроечные (для задания регулируемого параметра, например в предохранительных и редукционных клапанах) и общего значения.

Дефектацию пружин производят визуально. Пружины подлежат замене при наличии трещин, расслоений металла, поломок, коррозионных раковин глубиной более 10% диаметра проволоки, а также при потере упругости и искривлении. Настроечные пружины, кроме того, обмеряют и испытывают на остаточную деформацию и прочность на специальных приспособлениях. Обмер позволяет определить свободную длину пружины, ее внутренний и наружный диаметры, перпендикулярность торцевых поверхностей к оси пружин.

Манжеты, кольца и уплотнения, как правило, выбраковывают независимо от их состояния и при сборке узлов заменяют. На поверхностях уплотнений и прокладок не должно быть царапин, рисок, пузырьков и других дефектов. Консервирующую смазку, на-

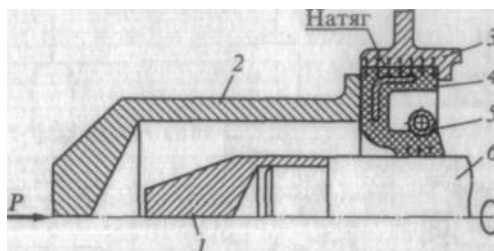


Рис. 8.12. Монтаж манжетного уплотнения:
 1 - конусный наконечник (предохранительная оправка, стакан); 2 - оправка; 3 - гнездо корпуса; 4 - манжета армированная; 5 - спиральная пружина; 6 - вал

несенную на пружину манжеты на заводе-изготовителе, при комплектации манжет не удаляют. Для повышения износостойкости резиновых армированных манжет при ремонте допускается покрывать их рабочую (уплотняющую) поверхность антифрикционной композицией.

При монтаже уплотнений (рис. 8.12) необходимо выполнить следующие требования:

предварительно поверхности валов и манжет очистить от абразива и других загрязнений, кольца и прокладки протереть и смазать рабочей средой или уплотнительным материалом (например, жидкостью, указанной в документации, или резиново-графитной пастой);

кромки штоков, золотников, валиков и других деталей, которые вставляют и протягивают через кольца, покрыть смазкой;

резиновые кольца установить без перекосов и скручиваний;

канавки и отверстия, через которые протягивают манжеты, заглушить кольцами и пробками из полимерных материалов;

при отсутствии на деталях заходных фасок, а также при проведении манжет через резьбы, шлицы и другие препятствия применять специальные оправки и монтажные втулки, изготовленные из пластмассы, алюминия, латуни и других мягких материалов и обеспечивающие постановку манжет без перекосов и повреждений;

в случае необходимости при монтаже колец и манжет допускается производить кратковременное их растяжение по диаметру до 25 % от номинального размера.

Ременные и цепные передачи

Основными дефектами ременных передач являются растяжение или разрыв ремня, износ шкивов, непараллельность их торцевых плоскостей, попадание смазки на поверхность ремня, износ посадочного отверстия и шпоночного паза, нарушение балансировки шкивов.

При ремонте обычно заменяют неисправные детали ременных передач новыми. При износе шкивов возможна их механическая обработка. Для обеспечения постоянства передаточного числа протачивают оба шкива. При износе отверстия в ступице растачивают в ней отверстие под ремонтную втулку, которую затем запрессовывают и дополнительно стопорят.

При монтаже ременных передач требуется контролировать параллельность валов и совпадение средних плоскостей шкивов. Шкивы ременных передач, работающих при высоких скоростях, предварительно уравниваются (балансируются). После сборки шкивов проверяют их радиальное и торцевое биения. Для передач с несколькими ремнями на одном шкиве необходимо комплекты ремней подбирать по длине.

Основными дефектами цепных передач являются износ и смятие рабочих поверхностей втулок, роликов и пластин, а также разрушение пластин, срез пальцев и вытяжка цепи, приводящая к увеличению ее шага.

Для снятия цепи (а также при ее сборке) применяют простые приспособления, позволяющие выполнять работы без перемещения натяжной или рабочей звездочек (рис. 8.13).

Звездочки цепных передач заменяют по причине излома или износа их зубьев по толщине, а также при износе посадочных поверхностей под ось, вал или подшипник.

В неревверсивных передачах допускается переворачивать звездочку неизношенной стороной зубьев. После ремонта проверяют смещение звездочек в осевом направлении, их радиальное и торцевое биения.

Цепи, в которых более 50 % дефектных звеньев, выбраковывают полностью. После наружного осмотра проверяют удлинение цепи (обычно по 10 звеньям). Предельное увеличение шага составляет 3...5% от номинального размера.

Отдельные неисправные втулки, ролики и пластины заменяют новыми, для чего цепь разбирают на специальном приспособлении с помощью соответствующих выколоток.

Максимально допустимое провисание цепи определяется условиями ее работы, обычно оно не должно превышать 2 % от межосевого расстояния при горизонтальных передачах и 0,2% - при вертикальных.

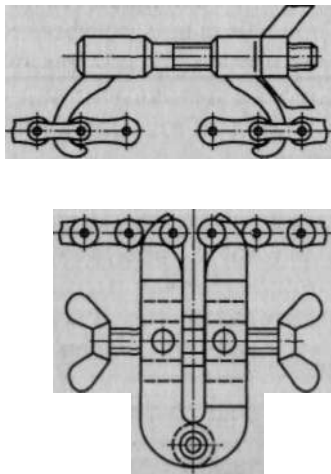


Рис. 8.13. Приспособления для снятия и соединения цепей

Трубопроводы

Основными дефектами трубопроводов (жестких и гибких) для подачи жидкости и воздуха являются трещины, вмятины и разрывы. Возможны также коррозионные разрушения, повреждения резьбы штуцеров, муфт, разрушение оплетки, отслаивание и вздутие резинового слоя, сползание рукавов из наконечников.

Перед отсоединением трубопроводов полностью разгружают систему от давления (в том числе участки, отсеченные гидрозамками, распределителями и т. п.), а при необходимости сливают масло.

При снятии трубопроводов (особенно при ремонте ДМ на строительных объектах) должны приниматься меры, не допускающие попадания в них песка, грязи и воды, т. е. в трубопроводы, отверстия и другие полости устанавливают заглушки. Устанавливают их пооперационно, а снимают непосредственно перед монтажом трубопроводов.

Дефектация трубопроводов производится визуально, средствами неразрушающего контроля, с помощью измерений и гидравлических испытаний. Штуцеры, муфты, гайки при наличии повреждений (трещин, сорванной резьбы, погнутости) заменяют.

При ремонте и изготовлении жестких трубопроводов, а также их деталей и узлов выполняют следующие операции: заготовку, резку, гибку, механическую обработку труб, сварку и пайку деталей и соединений, очистку, испытания.

Гибку труб производят в холодном или горячем состоянии на специальных станках и приспособлениях. Пайка и сварка трубопроводов выполняются только после их промывки и просушки. Продольные трещины на трубах низкого давления запаиваются латунными припоями. Участки трубопроводов с большими дефектами вырезают и на их место вваривают переходные муфты. При изготовлении и сложном ремонте трубопроводов используют многоступенчатую очистку, включающую в себя обезжиривание, травление, нейтрализацию и другие операции.

При заделке рукавов (рис. 8.14) используют нарезьменные и разъемные наконечники. В первом случае применяют специальные муфты (стальные или из алюминиевого сплава) с последующим обжатием их в оправке на специальном стенде. Разъемные наконечники рассчитаны на многократное их использование. Для сращивания разорванных шлангов применяют двойной штуцер или двухступенчатую муфту.

После ремонта или изготовления проводят гидравлические испытания трубопроводов на стенде на плотность и прочность при давлениях, соответственно равных $1,25P_{\text{раб}}$ и $1,5P_{\text{раб}}$.

Ниппельные гайки затягивают специальным динамометром или тарированными ключами. Слишком тугая затяжка вызывает раз-

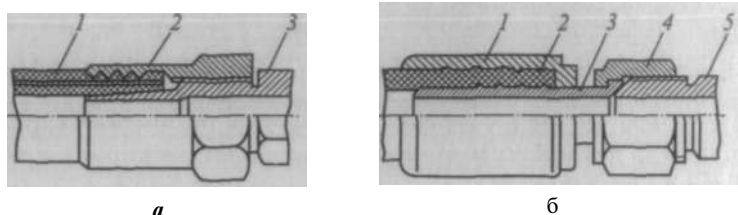


Рис. 8.14. Схемы заделки рукавов с металлической (а) и хлопчатобумажной (б) оплетками:

1 - рукав; 2 - муфта; 3 - ниппель; 4 - гайка (накидная); 5 - штуцер

давливание развальцованной части, а недостаточная - потерю герметичности.

Соосность трубопровода и штуцеров присоединяемых агрегатов контролируют до подсоединения, при этом ось развальцованной части трубы должна совпадать с осью штуцера, а прямой участок трубы должен составлять не менее $\frac{1}{2}$ ее внешнего диаметра. Неправильный монтаж трубопроводов вызывает местные внутренние напряжения, которые могут привести при вибрации к разрушению.

8.5. Текущий ремонт машин и деталей сваркой

Сваркой восстанавливают детали с изломами, трещинами и сколами. При ТР применяют главным образом два вида сварки: дуговую и газовую.

Дуговая сварка основана на использовании тепла выделяемого электрической дугой, возникающей между скрепляемыми деталями и электродом, который является одновременно присадочным материалом. Питание сварочной дуги осуществляется от источника переменного или постоянного тока. Основными элементами режима ручной электрической сварки являются диаметр электрода, сварочный ток, тип и марка электрода, напряжение горения дуги, род и полярность тока, скорость сварки и положение шва в пространстве. От элементов режима сварки зависят глубина провара и ширина шва. Причем глубина провара при сварке переменным током на 15...20% меньше, чем при сварке постоянным током обратной полярности. Для предохранения расплавленного металла сварочного шва от окисления применяют флюсы или защитные газы.

Газовая сварка заключается в нагревании горелкой кромок скрепляемых деталей и присадочного материала (в виде прутков или проволоки), состав которого зависит от марки свариваемых металлов. Мощность горелки определяется толщиной свариваемых деталей и температурой плавления их материала.

Основными технологическими операциями сварки являются: выявление дефектов соединения, подготовка деталей к сварке, сборка их в приспособлениях для сварки, сварка, термообработка сварного шва, его правка и контроль сварного соединения.

Подготовка деталей к сварке заключается в очистке свариваемых поверхностей, обеспечении прилегания деталей друг к другу с равномерным зазором и разделке места под шов. Поверхности деталей промывают, очищают щетками, напильниками, обрабатывают пескоструйными установками и другими способами.

После очистки поверхности на концах трещины сверлят отверстия, предотвращающие дальнейшее ее распространение (рис. 8.15). Затем по всей длине трещины прорубают фаску. Если толщина детали превышает 12 мм, фаску снимают с обеих сторон. При ремонте деталей с помощью накладок (см. рис. 8.15, *г*) поверхность вокруг трещины зачищают на расстоянии 25 ... 30 мм.

Сборка деталей в приспособлениях для сварки выполняется для обеспечения правильного взаимного положения соединяемых деталей и предотвращения их деформации из-за неравномерности нагрева при сварке.

Контроль сварного соединения, как правило, осуществляется визуально (выявляются трещины, прожоги, коробления и другие дефекты). Сварные соединения, несущие большие нагрузки, к качеству которых предъявляются высокие требования, например резервуары высокого давления, подвергаются рентгеновскому, магнитному и ультразвуковому контролю.

Недостатком сварки и наплавки является возникновение деформации и внутренних напряжений вследствие нагрева детали, для

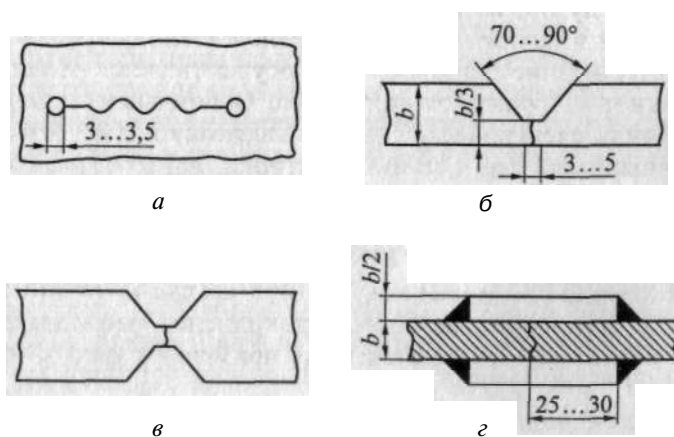


Рис. 8.15. Схема подготовки деталей для заварки трещины:
а- сверление отверстий; *б*- прорубание фаски с одной стороны; *в*- снятие фаски с двух сторон; *г* - приварка накладок

предупреждения которых используют предварительный подогрев, пластическую деформацию швов и околошовной зоны, жесткое закрепление и другие технологические приемы.

Свариваемость стали зависит от ее химического состава, главным образом от содержания углерода и легирующих элементов. Хорошо сваривающиеся стали можно сваривать или наплавлять в обычных производственных условиях без предварительного подогрева и последующей термической обработки. Детали из сталей с удовлетворительной свариваемостью большой толщины и большого диаметра перед сваркой нагревают для предотвращения образования трещин.

При восстановлении чугунных деталей, а также деталей из углеродистых сталей толщиной менее 3 мм применяют, главным образом, газовую сварку. Детали из серого чугуна лучше сваривать с предварительным подогревом. Наиболее простым способом восстановления деталей из ковкого чугуна является сварка с применением латунных электродов.

Ремонт топливных и масляных баков осуществляется газовой сваркой или пайкой твердым припоем. Перед сваркой емкости, в которых находилось топливо и смазочные материалы, промывают и обезжиривают щелочным раствором. Сварку проводят при открытых люках и пробках. После ремонта бак испытывают на герметичность путем опрессовки в ванне с водой под давлением $0,3 \text{ кгс/см}^2$ в течение пяти минут.

Наплавкой восстанавливают изношенные поверхности деталей (например, цапфы валов и осей, пальцы гусениц) и упрочняют детали рабочего оборудования (ножи, зубья и др.). Для повышения их износостойкости применяют специальные присадочные материалы, в том числе порошковые. Наплавку осуществляют различными способами, например ручной дуговой сваркой, вибродуговой или под слоем флюса. В настоящее время распространяются плазменные технологии, обеспечивающие незначительную глубину плавления основного металла (до 0,5 мм).

8.6. Пайка и полимерные материалы

Соединение деталей пайкой происходит вследствие диффузии присадочного материала (припоя) в основной металл. Так как температура плавления припоя значительно ниже температуры плавления основного металла, при пайке исключается возникновение опасных напряжений, а также изменение его химического состава, структуры и механических свойств. Поэтому пайка используется при ремонте трубопроводов, баков, радиаторов, электрооборудования, а также для соединения или закрепления тонкостенных де-

талей и деталей из разнородных металлов, уплотнения резьбовых соединений, устранения пористости и заделки свищей.

При ТР машин применяют мягкие (легкоплавкие) и твердые (тугоплавкие) припои. Мягкие припои состоят в основном из олова и свинца, имеют температуру плавления 400... 500 °С и сравнительно невысокую механическую прочность. Температура плавления твердых припоев, состоящих из меди, цинка, серебра, никеля и других металлов, выше 500 °С. При пайке газовой горелкой наиболее распространены медно-цинковые (латунные) припои.

Для удаления с поверхностей пленки оксидов и других примесей, препятствующих пайке, используют флюсы в виде порошков или паст.

Технологический процесс пайки включает в себя следующие операции: подготовку деталей к пайке, сборку их для пайки, нагрев места пайки (до температуры, превышающей на 45 ... 50 °С температуру плавления припоя); предохранение поверхностей от окисления при пайке; введение припоя в место пайки и обработку шва; контроль качества паяных соединений.

Подготовка поверхностей заключается в удалении загрязнений, жировых и окисных пленок, а также в придании им в местах стыка некоторой шероховатости с целью улучшения сцепления припоя с соединяемыми деталями.

Сборка деталей для пайки выполняется в специальном приспособлении, обеспечивающем выдерживание заданного зазора между соединяемыми деталями, который должен быть не более 0,4 мм при использовании мягких припоев и 0,04... 0,08 мм - твердых.

Припои при сборке располагают строго в определенных местах: проволоку - вокруг зазора; фольгу накладывают на места спая и закрепляют; пастой обмазывают места стыка.

Разнообразие припоев определяет способ пайки: электропаяльником, ультразвуковым паяльником, паяльной лампой, газовой горелкой. Нагревать соединения можно также в электропечах, токами высокой частоты и другими способами.

Остатки флюса и шлак для предотвращения коррозии места пайки удаляют механически и промывкой (за исключением канифольных флюсов).

Технология ремонта пайкой зависит от конструкции детали и метода ее подогрева. Например, трещины топливопроводов низкого давления устраняют припайкой накладок (рис. 8.16).

При ремонте радиатора его разбирают, промывают и сердцевину подвергают гидравлическому испытанию

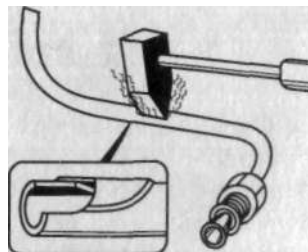


Рис. 8.16. Запайвание трещины топливопровода низкого давления с помощью накладки

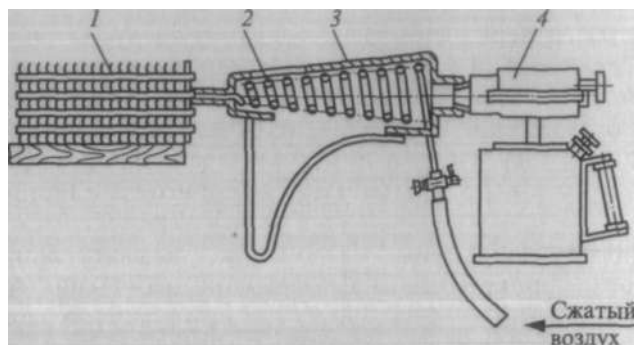


Рис. 8.17. Приспособление для отпаивания трубок радиатора:
1 - радиатор; 2 - змеевик; 3 - кожух; 4 - паяльная лампа

водой под давлением до 0,2 МПа. Если число поврежденных трубок составляет 5... 15% (в зависимости от марки двигателя), их концы запаивают, выключая тем самым из работы. При большем количестве поврежденных трубок их заменяют новыми. Поврежденные трубки отпаивают от опорных и охлаждающих пластин с помощью шомполов или горелок (рис. 8.17). После установки новых трубок их развальцовывают и припаивают мягким припоем к опорным пластинам. Допускается замена не более 25 % от общего числа трубок. После ремонта и сборки радиатор испытывают на герметичность.

Контакты приборов электрооборудования припаивают серебряными, медно-цинковыми и медными припоями электроконтактным способом.

При ТР машин для заделки вмятин в деталях из тонколистового материала, трещин и раковин в корпусных деталях, восстановления изношенных рабочих поверхностей склейкой и наращиванием применяют *полимерные материалы*.

Прочность клеевого соединения зависит от свойств клея и материала деталей, качества подготовки склеиваемых поверхностей, толщины слоя клея, равномерности его распределения по поверхностям деталей и соблюдения режима склеивания. При ТР машин часто используют приклеивание фрикционных накладок к дискам муфт сцепления и колодкам разных тормозных устройств. Клеи при этом могут быть холодного и горячего отверждения, жидкие, пастообразные, бутварно-фенольные (БФ), эпоксидные, полиуретановые и др.

Технология клеевого соединения состоит из следующих операций: подготовка поверхностей деталей для склеивания; нанесение на них клея; соединение деталей; отверждение клея; зачистка соединения; контроль качества соединения.

Подготовка поверхностей для склеивания предусматривает подгонку деталей, создание определенной шероховатости, промывку и обезжиривание. Технология склейки (нанесение клея, соединение деталей и отверждение клея) зависит от характера устраняемого дефекта и вида клея. Образованные швы зачищают и проверяют их качество (визуально, ультразвуковыми методами или дефектоскопами).

Наращивание полимерных материалов производится при нанесении защитных покрытий, заделке вмятин, небольших трещин и других повреждений деталей, например при восстановлении торцевых колец и уплотнительных шайб поддерживающих и опорных катков гусеничных тракторов. Полимерные покрытия могут быть в виде растворов, расплавов и мелкодисперсных порошков. Наносят их газопламенным и электростатическим напылением, прессованием, литьем под давлением и другими методами.

8.7. Окраска машин

Технологический процесс окраски машин включает в себя подготовку поверхностей к окрашиванию, нанесение грунтовочного слоя, шпатлевки и лакокрасочного покрытия.

Подготовка поверхностей заключается в очистке их от старой краски, продуктов коррозии и загрязнений. Очистка производится механическими, химическими, электрохимическими, термическими, ультразвуковыми и другими способами. При ТР допускается наносить новое лакокрасочное покрытие на старое, если на нем нет следов разрушения (отслаивания, шелушения, растрескивания и других дефектов).

Грунтовочный слой наносят для защиты от коррозии и получения прочного сцепления лакокрасочного покрытия с окрашиваемой поверхностью. Выбор грунтовки зависит от условий эксплуатации машины или агрегата, материала покрываемой поверхности и вида лакокрасочного материала (ЛКМ).

После нанесения грунта для выравнивания поверхности (удаления вмятин, царапин и других дефектов) выполняется шпатлевание - нанесение нескольких слоев густой пасты (шпатлевки), толщина каждого из которых не более 0,5 мм. Причем каждый слой местной шпатлевки (общая толщина покрытия обычно не более 1 ... 1,5 мм) должен просушиваться, шлифоваться и очищаться от шли и абразива.

Обработанная поверхность (загрунтованная и при необходимости зашпатлеванная) покрывается несколькими слоями краски, число и отделка которых зависят от предъявляемых требований к внешнему виду машины и условий эксплуатации (каждый слой краски

необходимо просушивать). Для окраски наружных поверхностей обычно применяют нитроэмали и синтетические эмали.

Например, при окраске кузовов грузовых автомобилей, как правило, производится грунтование, местное шпатлевание и нанесение 2... 3 слоев краски. На другие части машин наносят 1... 2 слоя краски (в некоторых случаях без грунтовки).

Нанесение лакокрасочных покрытий может выполняться кистью, воздушным и безвоздушным распылением, распылением в электростатическом поле и другими методами, которые отличаются расходом и возможностью использования ЛКМ разных марок, продолжительностью процесса окрашивания, возможностью применения для обработки изделий сложной конфигурации, сложностью оборудования.

Воздушный способ распыления основан на применении специальных пневматических установок, например, краскораспылителей с подачей ЛКМ нагнетанием (рис. 8.18). В этом случае ЛКМ подается к краскораспылителю под давлением 0,15...0,20 МПа, который распыляет его сжатым воздухом под давлением 0,3... 0,4 МПа. Этот способ технологически прост и может использоваться для изделий различных размеров и сложных поверхностей. Однако для него характерны значительные потери ЛКМ и растворителей (от 30 до 75 %) и наличие для выполнения работ помещения (камеры) с хорошей системой вентиляции.

Безвоздушный способ основан на распылении ЛКМ под давлением 20...25 МПа. Применение этого способа обеспечивает снижение расхода лакокрасочных материалов на 20... 25 % по сравнению с воздушным, позволяет применять ЛКМ повышенной вязкости (что сокращает расход растворителей на 15 ... 25 %) и несколько

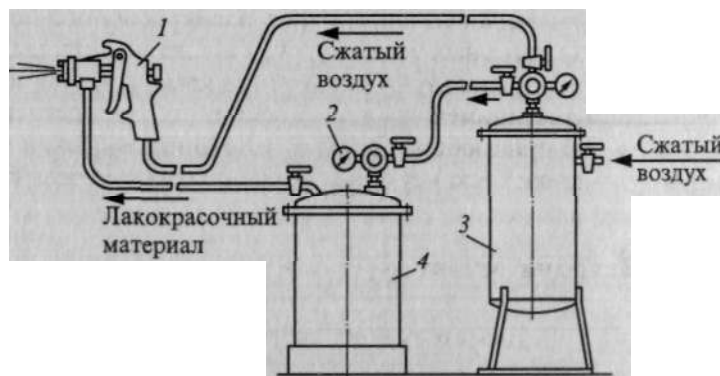


Рис. 8.18. Краскораспылительная установка:
1 - краскораспылитель; 2 - редуктор давления; 3 - водомаслоотделитель; 4 - бак с краской (красконагнетательный бак)

улучшает условия труда. Недостатками этого способа являются необходимость смены сопла для изменения ширины факела и тщательного фильтрования ЛКМ, а также сложность манипуляций с краскораспылителем из-за жесткости краскоподводящих шлангов.

Способ окраски в электрическом поле высокого напряжения основан на осаждении положительно заряженных частиц ЛКМ на отрицательно заряженное (заземленное) изделие. В условиях ЭП можно использовать ручное оборудование при напряжении 30 кВ. Этот метод обеспечивает снижение потерь ЛКМ до 50 % по сравнению с пневматическим распылением (а при окраске пространственных конструкций и больше), улучшение условий труда и качества окраски. К недостаткам метода относятся ограничения по электропроводности ЛКМ и использование более сложного оборудования.

Заключительной стадией технологического процесса окраски, во многом определяющей защитно-декоративные свойства лакокрасочных покрытий, является сушка, которая может быть естественной или искусственной. Естественная сушка на воздухе применяется для быстросохнущих нитроэмалей. Искусственная сушка, выполняющаяся при высоких температурах, ускоряет процесс и повышает качество покрытия. Для большинства синтетических эмалей (алкидных и меламино-алкидных) искусственная сушка обязательна, так как они отвердевают и образуют хорошие покрытия только при температуре 120... 130°C.

При ТР чаще применяют конвекционную и терморadiационную сушки. Конвекционная сушка заключается в обогреве изделия горячим воздухом в сушильных камерах. Терморadiационная сушка основана на облучении изделия инфракрасными лучами, которые поглощаясь металлом детали, прогревают ее. В качестве источников инфракрасного излучения используют специальные лампы накаливания или нагревательные элементы.

Для обеспечения заданных параметров лакокрасочного покрытия, создания благоприятных условий труда и локализации выделения вредных веществ используют окрасочные камеры и установки. Окрасочные камеры применяют при больших производственных программах. В ЭП при любых способах нанесения покрытий чаще используют установки бескамерной окраски (вытяжные решетки).

8.8. Текущий ремонт агрегатов и систем машин

Двигатель и его системы

Основными признаками необходимости ТР двигателя являются снижение его мощности или увеличение удельного расхода топлива, ухудшение пусковых качеств, увеличенный расход масла на угар,

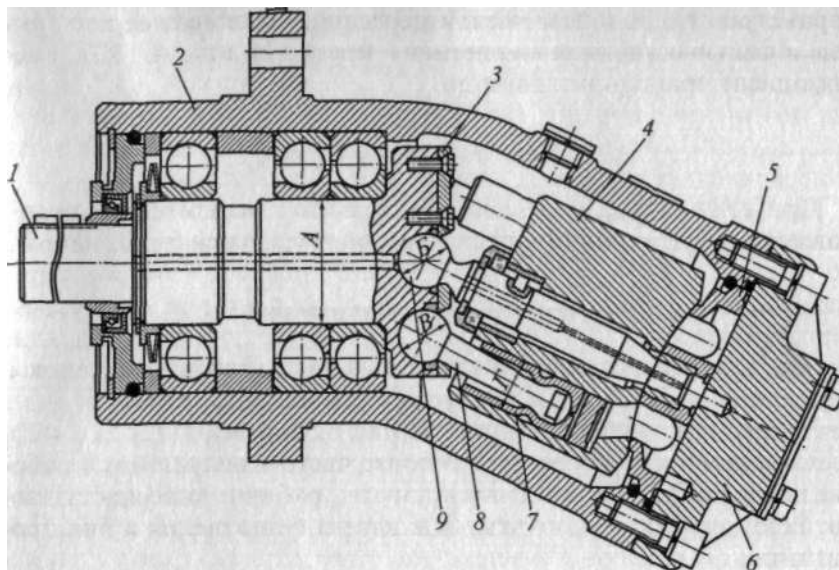


Рис. 8.31. Аксиально-поршневой гидромотор:
1 - вал; 2 - корпус; 3 - пластина (и вкладыши); 4 - блок цилиндров; 5 - распределитель;
6 - задняя крышка; 7 - поршень; 8 - шатун; 9 - центральный шип

кладки) щуп размером 0,05 мм не должен проходить на глубину более 5 мм. После сборки гидромотор обкатывают на стенде и испытывают на режимах, предусмотренных в технической документации.

При установке гидромотора на машину контролируют несоосность осей соединяемых валов (не более 0,2 мм) и угол перекоса осей (не более $1^{\circ} 30'$). Вращение валов гидромотора и приводного механизма должно быть легким, равномерным без заедания.

Ремонт гидромуфт и гидротрансформаторов

Наиболее характерными причинами отказов гидромуфты и гидротрансформатора являются заклинивание золотника управления, а также износ насоса и рабочих поверхностей лопаток, уплотнений и шпоночных соединений, подшипниковых устройств и цапф валов. На ЭП возможна частичная разборка агрегатов, замена уплотнений и элементов системы управления. Ремонт со вскрытием внутренних полостей, как правило, выполняют на ремонтном заводе.

Качество ТР проверяется в два этапа. Сначала гидropередача обкатывается в режиме холостого хода при минимальной частоте вращения, после чего ее промывают и заправляют новой рабочей жидкостью. Затем на специальных стендах производят контроль

параметров гидродинамической передачи, сравнивая ее паспортные и фактические характеристики - крутящий момент, КПД, коэффициент трансформации и др.

Ремонт гидроаппаратуры

При ТР машин значительная доля работ приходится на восстановление работоспособности гидроаппаратуры управления направлением, расходом и давлением рабочей жидкости - гидрораспределителей, гидроклапанов, гидрозамков, коллекторов и др. Характерными неисправностями гидроклапанов являются изнашивание гнезда, запорных тарелок и конусов, а также шариков, стенок и внутренних поверхностей корпусов, пружин, уплотнений.

На долю гидрораспределителей (рис. 8.32) приходится 23 ... 42 % всех отказов гидросистемы. Наиболее часто изнашиваются рабочие поверхности и отверстия в корпусах, рабочие поверхности золотников, пружины, штифты, фиксаторы, уплотнения и электромагниты.

Для выявления дефектов и мест протечек поступивший в ремонт гидрораспределитель испытывают под давлением. Разбирают его в специальном приспособлении, не допуская разукomплектования приработанных пар золотник - корпус. При дефектах прецизионных поверхностей детали заменяют на новые.

Для золотника проверяют группу плотности и разбирают его, как правило, частично. При необходимости регулируют давление клапана. При отказе автомата проверяют состояние гнезда клапана, направляющей и шарика. При износе шарика его заменяют новым. Бустер со следами сильного износа и поломанным ушком заменяют.

Перепускной клапан разбирают при его заедании в направляющей. Если на конусной поверхности клапана имеются значительные следы износа, проверяют и при необходимости выпрессовывают седло клапана, используя специальную оправку. Перепускные клапаны и их направляющие подбирают так, чтобы клапан свободно без заеданий перемещался в направляющей и корпусе распределителя.

Перед сборкой гидрораспределителя золотники комплектуют по диаметрам поясков и корпуса распределителей и внутреннему диаметру камеры, а бустеры - по внешнему диаметру. Если отверстия в корпусе не ремонтировались, золотники устанавливают в их прежние отверстия. При необходимости золотники подбирают и притирают, смазав маслом (без притирочной пасты). Золотники должны плотно входить в отверстия корпуса распределителя и плавно без заеданий перемещаться по всей длине отверстия.

Отремонтированный гидрораспределитель испытывают и регулируют на специальном стенде (предохранительный клапан, срабатывание гидрораспределителя, точность фиксации золотников

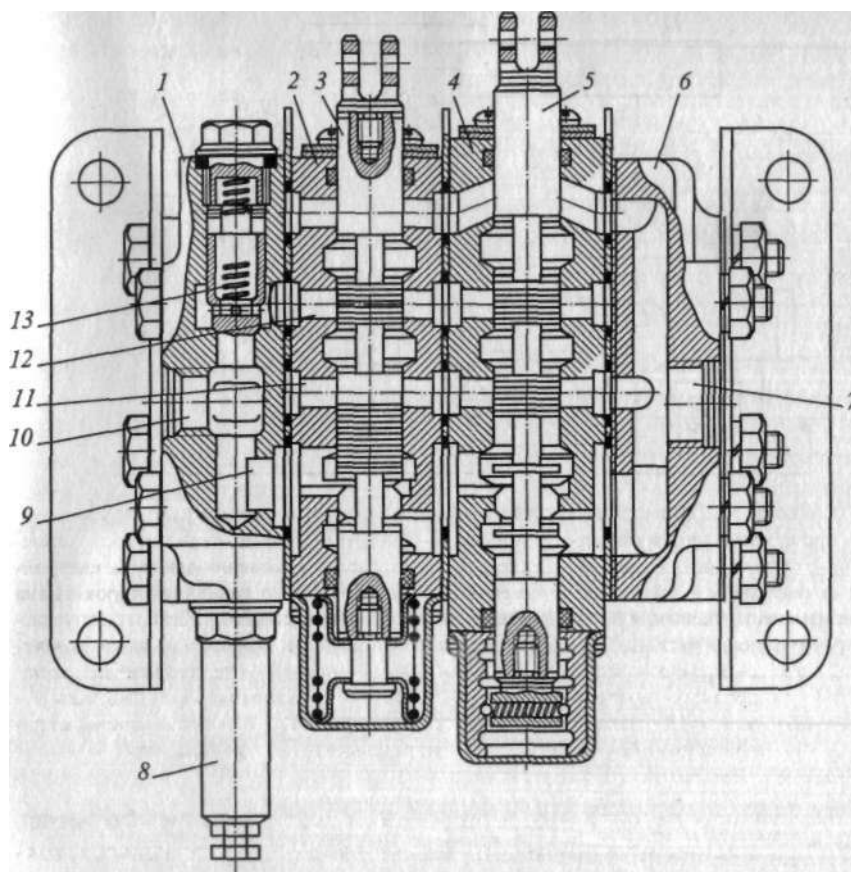


Рис. 8.32. Многосекционный гидрораспределитель:

1 - напорная секция; 2 - рабочая трехпозиционная секция; 3, 5 - золотник; 4 - рабочая четырехпозиционная секция; 6 - концевая секция; 7 - выводное отверстие; 8 - предохранительный клапан; 9 - переливной клапан; 10 - ввод; 11 - сливной канал; 12 - напорный канал; 13 - обратный клапан

во всех положениях). Предохранительный клапан, установленный в напорной секции, после испытаний пломбируют.

Испытания большинства видов гидроаппаратуры включают в себя следующие проверки: функционирования, наружной и внутренней герметичности, плавности регулирования и диапазона настройки. Примерная схема стенда для испытания гидроаппаратуры по основным параметрам приведена на рис. 8.33.

Проверка функционирования проводится в два этапа: сначала при минимальном давлении, а после проверки наружной герметичности и прочности при минимальном и максимальном давлениях управления и номинальном давлении в основных гидромагистралях.

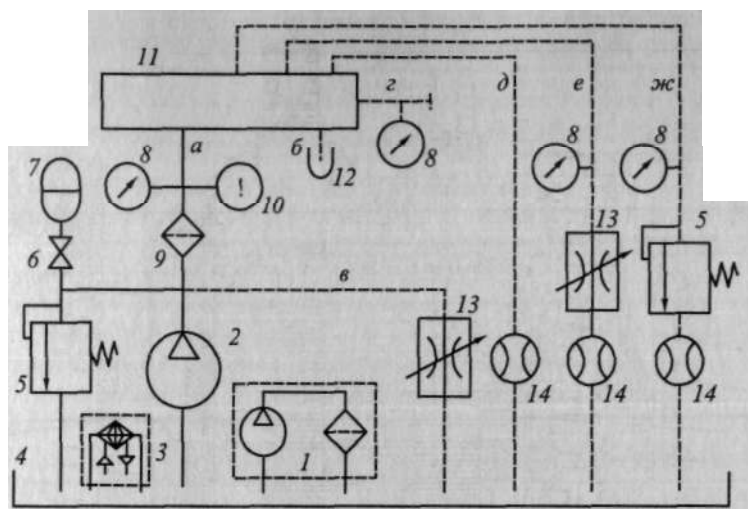


Рис. 8.33. Примерная схема линий для проверки гидроаппаратуры:
a - прочности и наружной герметичности; *б* - внутренней герметичности; *в*, *г* - герметичности сопряжения «клапан - седло»; *д* - зависимости изменения давления настройки от расхода; *е* - зависимости изменения редуцированного давления гидроклапана при изменении давления на входе или расхода; *жс* - минимального расхода, допускаемого отклонения расхода, зависимости расхода от разности давлений на входе и выходе $Q = f(P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}})$; 1- фильтрующая установка; 2- насос; 3- теплообменный аппарат; 4- гидробак; 5- предохранительный (переливной) гидроклапан; 6- вентиль; 7- гидроаккумулятор; 8- манометр; 9- фильтр; 10- термометр; 11 - испытываемый гидроаппарат; 12- мензурка; 13- гидродрессель; 14- расходомер

Наружную герметичность проверяют под давлением не менее $1,5 P_{\text{ном}}$, а также при других значениях давления, указанных в технической документации. При этом потение наружных поверхностей, течи по резьбам и стыкам недопустимы.

Проверку внутренней герметичности проводят при давлениях, указанных в ТУ на конкретный гидроаппарат, в каждом из положений его рабочего элемента. Утечки (кроме предусмотренных в ТУ) измеряют.

Предохранительный клапан проверяют, медленно повышая давление в нагнетательном трубопроводе и фиксируя значение, при котором клапан срабатывает (оно не должно превышать 3 ... 7 % от заданного).

При испытаниях определяют также другие параметры, зависящие от вида гидроаппарата и установленные соответствующими ТУ.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие факторы влияют на объем текущего ремонта машин?
2. Опишите основные виды работ и общий технологический процесс текущего ремонта машины.

3. Опишите технологию и оборудование, используемые для очистки и мойки деталей машин.

4. Какие основные неисправности резьбовых и прессовых соединений вы знаете? Опишите технологию и оборудование, используемые при разборке и сборке этих соединений.

5. Какие основные неисправности подшипников, пружин, манжет, трубопроводов вы знаете? Опишите технологию и оборудование, используемые при устранении отказов типовых деталей сборочных единиц.

6. Опишите технологию и оборудование, используемые при выполнении сварочных работ, пайке, восстановлении деталей полимерными материалами.

7. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте двигателей машин? Опишите технологии и используемое при этом оборудование.

8. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте агрегатов и механизмов трансмиссии машин? Опишите технологии и используемое при этом оборудование.

9. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте тормозов и рулевого управления машин? Опишите технологии и используемое при этом оборудование.

10. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте электрооборудования и аккумуляторных батарей машин? Опишите технологии и используемое при этом оборудование.

11. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте ходовой части, шин и подвесок машин? Опишите технологии и используемое при этом оборудование.

12. Какие основные неисправности устраняют при текущем ремонте гидропривода машин? Опишите технологию и используемое оборудование.

Глава 9

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

9.1. Основные положения

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности машин является использование технического диагностирования.

Техническая диагностика - это область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов диагностирования.

Техническое диагностирование - процесс определения технического состояния объектов.

Задачами технического диагностирования являются контроль и прогнозирование технического состояния объекта, а также поиск места и причины его отказа.

Использование технического диагностирования позволяет:

- повысить техническую готовность и надежность машин в эксплуатации;

- снизить объем сборочно-разборочных работ, а следовательно, трудоемкость и стоимость технического обслуживания;

- сохранить ресурс машин и сборочных единиц;

- сократить перерасход топлива, не допуская снижения производительности машины (за счет оптимальности регулировок);

- обеспечить полную выработку ресурса машин и снизить затраты на ремонт в результате более точной оценки их технического состояния;

- повысить качество ремонта машин за счет качественного входного и выходного контроля;

- определять области рационального использования машин по мере их износа;

- повысить безопасность машин (в том числе и экологическую).

Диагностирование основывается на измерении параметров технического состояния объекта и анализе полученных результатов.

Параметры объекта, используемые при диагностировании и называемые *диагностическими*, выбирают из множества параметров состояния в зависимости от применяемых методов и средств диагностирования. Различают прямые и косвенные диагностические параметры.

Прямые (структурные) параметры непосредственно характеризуют состояние объекта. Это зазоры в сопряжениях, износы, изменение геометрических размеров и др. Косвенные параметры косвенно характеризуют состояние объекта, к ним относятся давление масла, температура, шум, вибрация и др.

Использование прямых диагностических параметров обеспечивает максимальную точность диагностирования, однако чаще применяют косвенные параметры, позволяющие определить состояние машины без разборки.

Связь между параметрами технического состояния X и диагностическими параметрами S может быть четырех видов: единичная, множественная, интегральная и смешанная (рис. 9.1). При определении конкретной причины отказа объекта используют параметры первого и второго вида, а для общей оценки состояния объекта с минимальными затратами времени - параметры третьего вида. Параметры четвертого вида из-за их неоднозначности для диагностирования непригодны.

При диагностировании применяются как измерительные средства общего назначения (вольтметры, шумомеры и др.), так и специальные приборы.

Совокупность средств диагностирования, объекта и исполнителей, действующих по установленным алгоритмам, называется *системой диагностирования*.

Алгоритм - это совокупность предписаний, определяющих последовательность действий при диагностировании, т. е. алгоритм устанавливает порядок проведения проверок состояния элементов объекта и правила анализа их результатов. Причем безусловный алгоритм диагностирования устанавливает заранее определенную последовательность проверок, а условный - в зависимости от результатов предыдущих проверок.

Техническое состояние узлов и агрегатов машин в процессе эксплуатации зависит от различных факторов, не поддающихся предварительному учету. Однако, если известны нормативные значения диагностических параметров, можно прогнозировать *остаточный ресурс* машины, т. е. ее наработку от момента диагностирования параметра до момента получения им предельного значения.

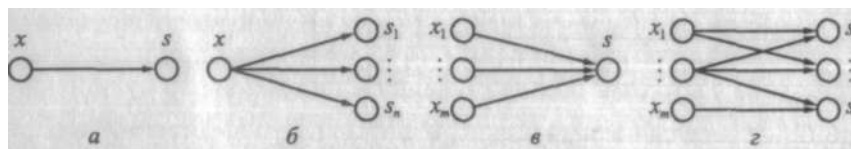


Рис. 9.1. Виды связи между параметрами технического состояния и диагностическими параметрами:

a- единичная; *б*- множественная; *в*- интегральная; *г*- смешанная

Прогнозирование остаточного ресурса наиболее часто производится функционально-статистическим методом, основанным на закономерности изменения параметра состояния от номинального до предельного значения, выражаемой степенной функцией

$$U(t) = v_c t_p^a,$$

где $U(t)$ - изменение параметра во времени; V_c - случайная величина, характеризующая скорость изменения параметра; t_p - наработка к моменту диагностирования; a - показатель степени, определяющий закономерность изменения параметра.

Экспериментально были получены ориентировочные значения a для некоторых параметров.

Параметр	Значение a
Расход газов, прорывающихся в картер.....	1,3
Угар масла.....	2,0
Мощность двигателя.....	0,8
Зазор между клапаном и коромыслом механизма газораспределения.....	1,1
Утопление клапанов.....	1,6
Зазор в кривошипно-шатунном механизме.....	1,2... 1,6
Радиальный зазор в подшипниках качения и скольжения.....	1,5
Износ:	
плунжерных пар.....	1,1
кулачков распределительного вала.....	1,1
посадочных гнезд корпусных деталей.....	1,1
зубьев шестерен по толщине.....	1,5
валиков, пальцев и осей.....	1,4
шлицев валов.....	1,1
накладок тормозов и муфт сцепления.....	1,0
гусеничных цепей.....	1,0

В зависимости от исходных данных возможны два варианта прогнозирования.

Вариант 1. Известна наработка t_i от начала эксплуатации до момента проведения диагностирования. Тогда остаточный ресурс

$$t_{\text{ост}} = t_i \left(\sqrt{\frac{U_{\text{п}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{и}} - U_{\text{ном}}}} - 1 \right),$$

где $U_{\text{п}}$ - предельное значение параметра; $U_{\text{ном}}$ - номинальное значение параметра; $U_{\text{и}}$ - измеренное значение параметра.

Вариант 2. При неизвестной наработке t_i прогнозирование осуществляют по результатам двух измерений, например при проведении очередных ТО. В этом случае остаточный ресурс

$$t_{\text{ост}} = \left(\frac{1}{\alpha \sqrt{\frac{|U_2 - U_{\text{ном}}|}{|U_1 - U_{\text{ном}}|}} - 1} + 1 \right) t_2 \left(\alpha \sqrt{\frac{|U_{\text{н}} - U_{\text{ном}}|}{|U_2 - U_{\text{ном}}|}} - 1 \right),$$

где U_1 - значение параметра при первом измерении; U_2 - значение параметра при втором измерении; t_2 - наработка между двумя измерениями.

Для упрощения расчетов могут быть использованы номограммы или ПЭВМ.

9.2. Определение основных показателей ДВС

Общее техническое состояние двигателя внутреннего сгорания (ДВС) определяется двумя основными показателями: эффективной мощностью и удельным расходом топлива.

Эффективную мощность можно определить с помощью тормозного или бестормозного методов. Тормозной метод основан на поглощении мощности, развиваемой ДВС, тормозом с известным тормозным моментом. При этом эффективную мощность ДВС (кВт) находят по формуле

$$N_e = \frac{Mn}{9550},$$

где M - тормозной момент, Н м; n - частота вращения, об/мин.

Для реализации данного метода используются электротормозные стенды, выполненные на основе электродвигателя с фазным ротором. При уменьшении сопротивления в цепи ротора частота вращения вала электродвигателя изменяется от минимальной до синхронной n_c . В зависимости от конструкции электродвигателя n_c может быть равна 1500, 1000 или 750 об/мин. При работе ДВС с частотой вращения выше n_c электродвигатель переходит в генераторный режим и осуществляет торможение. Опоры статора электротормоза установлены в подшипниках, что позволяет ему поворачиваться на угол 10... 20°. Тормозной момент уравнивается и определяется силой P , приложенной к статору на плече L (рис. 9.2).

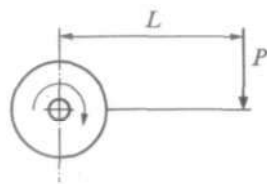


Рис. 9.2. Схема тормоза

Для определения мощности ДВС тормозным методом без снятия с машины подключают тормоз к валу отбора мощности или устанавливают ведущие колеса машины на

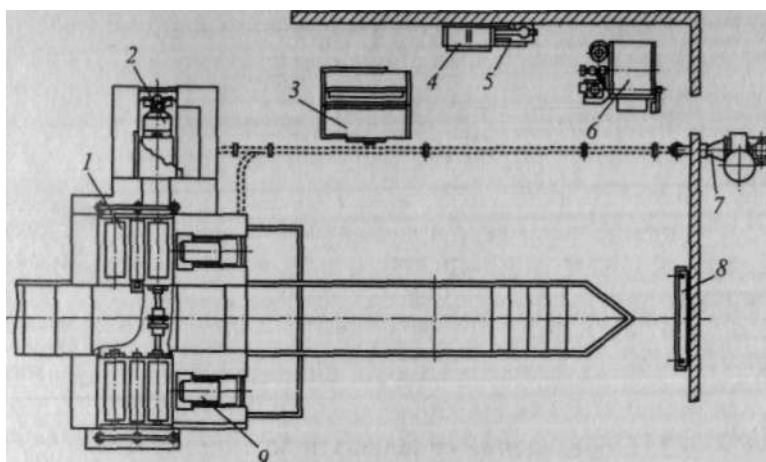


Рис. 9.3. Стенд КИ-4856-ГОСНИТИ для определения тяговых характеристик: 1 - рама с беговыми барабанами; 2 - электротормоз; 3 - пульт управления; 4 - топливный бак; 5- расходомер топлива; 6- реостат; 7- вентилятор; 8- световое табло; 9- упор

стенд с беговыми барабанами, связанными с тормозной установкой. Причем в зависимости от тягового усилия и массы машины применяют стенды с фрикционными, гидравлическими или электрическими тормозными установками. На рис. 9.3 показана схема стенда, предназначенного для определения тяговых характеристик, состояния двигателя и трансмиссии грузовых автомобилей. Стенд состоит из рамы 1 с беговыми барабанами, которые через упругую муфту связаны с балансирно закрепленным электротормозом 2. Ведущие колеса машины устанавливаются на два барабана, один из которых является ведущим. Для фиксации колес на барабанах служат упоры 9. Скорость вращения барабанов и создаваемая нагрузка могут плавно изменяться при помощи жидкостного реостата, включенного в цепь ротора электротормоза.

Определение мощностных характеристик в условиях эксплуатации в основном производится бестормозными методами в установившемся и неуставившемся режимах. Наиболее простой метод заключается в использовании для нагружения механических потерь в самом двигателе. Применяется он для четырехцилиндрового двигателя, при этом подача топлива в три цилиндра отключается, а работающий цилиндр полностью загружается суммарными механическими потерями. Максимальная эффективная мощность работающего цилиндра в этом случае определяется по формуле

$$N_{ei\max} = 0,25 [N_{e\text{ ном}} - A (n_{ip\max} - n_{if\max})],$$

где $N_{e\text{ном}}$ - номинальная эффективная мощность двигателя, кВт; A - коэффициент, постоянный для однотипных дизелей; $n_{\text{рmax}}$ - расчетная максимальная частота вращения двигателя при работе одного цилиндра, об/мин; $n_{\text{фmax}}$ - фактическая максимальная частота вращения двигателя при работе одного цилиндра, об/мин.

Зная мощность каждого из цилиндров, определяют неравномерность их нагружения, %,

$$H_N = \frac{N_{ei\text{ max}} - N_{ei\text{ min}}}{N_{ei\text{ max}} + N_{ei\text{ min}}} 200,$$

где $N_{ei\text{ max}}$ - максимальная мощность цилиндра, кВт; $N_{ei\text{ min}}$ - минимальная мощность цилиндра, кВт.

Допустимая неравномерность нагружения не должна превышать 12%. Эффективная мощность двигателя определяется суммированием мощностей отдельных цилиндров.

Другой без тормозной метод позволяет определить мощность дизеля по эффективному расходу топлива.

Как показали исследования, техническое состояние дизеля на характер этой зависимости практически не влияет. Эффективный расход топлива определяется разницей между расходами при максимальной мощности и на холостом ходу. При этом максимальная эффективная мощность, которую развивает двигатель,

$$N_{e\text{max}} = \left(\frac{G_{T\text{ max}} - G_{T\text{ хол}}}{b} \right)^{\frac{1}{a}},$$

где $G_{T\text{ max}}$, $G_{T\text{ хол}}$ - соответственно расход топлива при максимальной мощности и на холостом ходу, кг/ч; a , b - коэффициенты, постоянные для однотипных двигателей.

Для реализации этого метода необходимо нагрузить двигатель, что производится с помощью рабочего оборудования или имитатора нагрузки, который представляет собой дроссельную заслонку, частично перекрывающую воздух на впускной трубе воздухоочистителя (рис. 9.4). При вращении маховичка 8 с помощью троса 9 винт 4 поворачивает рычаг 5 и дроссельную заслонку 1. При уменьшении воздухоподдачи снижаются коэффициент избытка воздуха и частота вращения коленчатого вала двигателя. Для поддержания скоростного режима регулятор топливного насоса увеличивает подачу топлива, т. е. повышается нагрузка двигателя.

Без тормозной метод определения мощности дизеля в неустановившемся режиме (динамический метод) основан на измерении углового ускорения коленчатого вала в режиме свободного разгона от минимальной до максимальной частоты вращения. При резком увеличении подачи топлива дизель в определенный промежуток

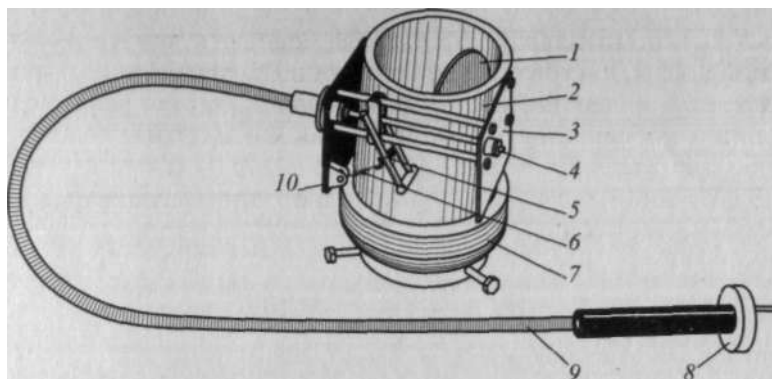


Рис. 9.4. Имитатор нагрузки КИ-5653-ГОСНИТИ:

1 - дроссельная заслонка; 2 - корпус; 3, 10 - кронштейн; 4 - винт; 5 - рычаг; 6 - пружина; 7 - сменный фланец; 8 - маховичок; 9 - трос

времени работает с полной нагрузкой, преодолевая момент инерции вращающихся частей. Между угловым ускорением и эффективной мощностью существует следующая зависимость:

$$N_e = 0,001 J \omega d\omega/dt,$$

где J - приведенный момент инерции, Н м с²; ω - угловая скорость, рад/с; $d\omega/dt$ - угловое ускорение, рад/с².

Для реализации данного метода был разработан ряд приборов, например ИМД-2М, структурная схема которого приведена на рис. 9.5. Для регистрации частоты вращения в нем используется индуктивный датчик 1, установленный над зубьями венца маховика в специально выполненном отверстии кожуха с резьбой М16х1,5. При вращении маховика зубья венца изменяют магнитное поле в катушке датчика и наводят переменное напряжение, частота которого $f = nz/60$ (где n - частота вращения, об/мин; z - число зубьев венца маховика).

Синусоидальный сигнал поступает в формирующее устройство 2, где усиливается и преобразуется в сигнал прямоугольной формы с частотой, в четыре раза больше первоначальной. При достижении коленчатым валом заданной угловой скорости ω , в блоке вычисления и управления 3 определяется угловое ускорение. Временной интервал измерений задается генератором временных импульсов 5. Значения величин I , ω_i и z , являющиеся постоянными для двигателей одной марки, вводятся в блок вычислений при помощи специального переключателя. Преобразователь 4 служит для преобразования результата вычислений из цифровой формы в аналоговую. В зависимости от режима работы тумблером 6 подключают стрелочные индикаторы 7 или 8.

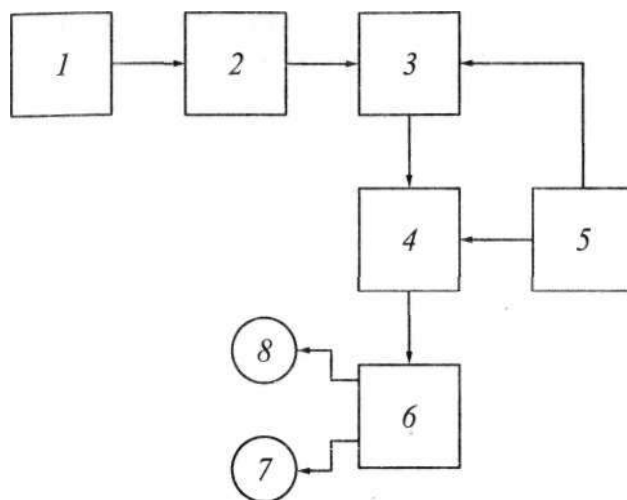


Рис. 9.5. Структурная схема прибора ИМД-2М:
 1- индуктивный датчик; 2 - формирующее устройство; 3 - блок вычисления и управления; 4- цифроаналоговый преобразователь; 5- генератор временных импульсов;
 6 - тумблер режима работы; 7,8- стрелочные индикаторы

Достоинством данного прибора является возможность непосредственного определения мощности двигателя по стрелочному индикатору 7, однако наличие переключателя марок двигателей значительно сужает область его применения.

В настоящее время широкое распространение получил прибор ИМД-Ц, позволяющий измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, его угловое ускорение и постоянное напряжение бортовой сети машин. Этот прибор применяется для оценки эффективной мощности всего двигателя и его отдельных цилиндров, равномерности работы цилиндров, условной мощности механических потерь и крутящего момента в режиме номинальной мощности. Он имеет значительно меньшие массу и габаритные размеры, чем ИМД-2М, а также цифровую индикацию. Структурная схема ИМД-Ц приведена на рис. 9.6. В режиме измерения частоты

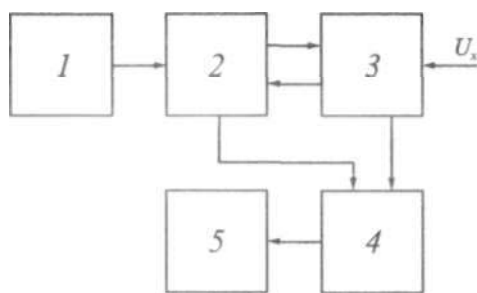


Рис. 9.6. Структурная схема прибора ИМД-Ц:
 1- индуктивный датчик; 2 - цифроаналоговый преобразователь; 3 - дифференцирующее устройство; 4 - аналого-цифровой преобразователь;
 5 - цифровое табло

Этот прибор применяется для оценки эффективной мощности всего двигателя и его отдельных цилиндров, равномерности работы цилиндров, условной мощности механических потерь и крутящего момента в режиме номинальной мощности. Он имеет значительно меньшие массу и габаритные размеры, чем ИМД-2М, а также цифровую индикацию. Структурная схема ИМД-Ц приведена на рис. 9.6. В режиме измерения частоты

вращения коленчатого вала аналоговый сигнал из цифроаналогового преобразователя 2 преобразуется аналого-цифровым преобразователем 4 в цифровой. Результат измерения отображается на цифровом табло 5.

В режиме измерения углового ускорения ϵ (эффективной мощности) аналоговый сигнал из цифроаналогового преобразователя 2 поступает на дифференцирующее устройство 3, которое выдает сигнал, пропорциональный угловому ускорению, при достижении двигателем определенной частоты вращения n_c . Требуемое значение n_c устанавливается специальным потенциометром, сигнал с которого в виде напряжения U_x также подается в дифференцирующее устройство 3. Ускорение из аналоговой формы в аналого-цифровом преобразователе 4 преобразуется в цифровую и индицируется на табло 5.

Общий вид прибора ИМД-Ц показан на рис. 9.7.

Оценка мощности дизеля производится в следующей последовательности. Датчик прибора устанавливается в 1,5 ...2,0 мм над зубьями венца маховика в специально выполненном резьбовом отверстии. Подключив прибор к источнику постоянного тока с напряжением 12 В, поворотом ручки «Вкл.» по часовой стрелке его включают и устанавливают время индикации на цифровом табло. Калибровочные значения для конкретных марок двигателей приведены в техническом описании и инструкции по эксплуатации прибора ИМД-Ц. Для вновь конструируемых двигателей они рассчитываются или определяются экспериментально.

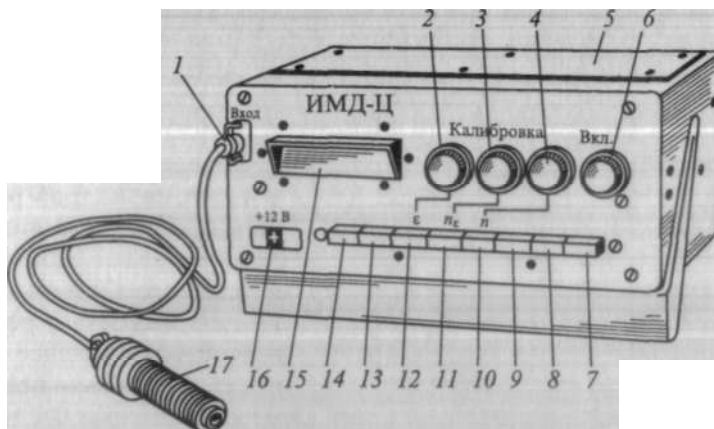


Рис. 9.7. Прибор для измерения мощности дизеля ИМД-Ц:

1 - входной разъем; 2...4- потенциометр для установки калибровочных значений; 5 - корпус; 6- выключатель питания и регулятор времени индикации на цифровом табло; 7...14- переключатель режимов работы; 15 - цифровое табло; 16 - разъем для подключения питания; 17- датчик частоты вращения

Для калибровки прибора по частоте вращения нажимают переключатель 10 (n) и потенциометром 4 устанавливают ее калибровочное значение (зависящее от числа зубьев венца маховика). Повторным нажатием переключатель 10 возвращают в исходное положение.

Для калибровки прибора по частоте вращения, при которой определяется угловое ускорение, нажимают клавишу 11 ($n\varepsilon$) и потенциометром 3 устанавливают ее калибровочное значение. Повторным нажатием переключатель 11 возвращают в исходное положение.

Для калибровки прибора по ускорению нажимают переключатель 12 и потенциометром 2 устанавливают калибровочное значение 327,2, одинаковое для дизелей всех марок. Повторным нажатием переключатель 12 возвращают в исходное положение и устанавливают в заданное положение переключатель 8 (число цилиндров).

Измерения проводят на прогретом дизеле (температура воды и масла 70...90°) и при отключенных агрегатах, влияющих на момент инерции двигателя (коробке передач, гидронасосе, компрес-

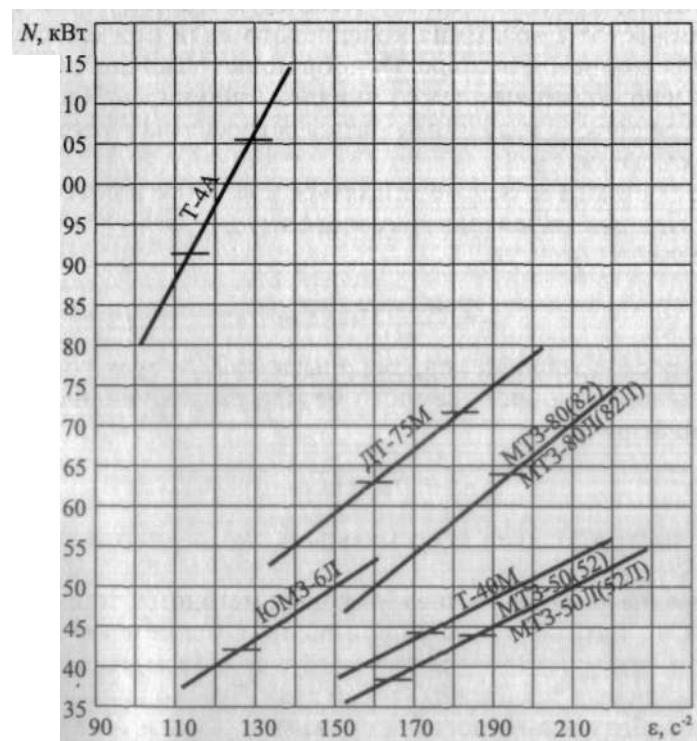


Рис. 9.8. Номограммы для перевода углового ускорения в мощность (отчеркнуты области допустимых значений)

соре и т.д.). Установив минимальную устойчивую частоту, резко увеличивают подачу топлива. Показания на табло при этом будут соответствовать угловому ускорению. Для оценки эффективной мощности по ускорению применяют специальные номограммы (рис. 9.8). По сравнению с прибором ИМД-2М это создает некоторые неудобства, однако значительно расширяет область применения прибора ИМД-Ц, так как номограммы можно построить для дизелей с любыми значениями момента инерции.

Большие погрешности динамического метода определения мощности карбюраторных двигателей обуславливаются значительным запаздыванием потока топливовоздушной смеси во впускном трубопроводе во время их разгона. Динамический метод определения мощности двигателей с искровым зажиганием реализуется при постоянном положении дроссельной заслонки посредством отключения и включения зажигания.

Для определения мощностных характеристик карбюраторных двигателей применяется прибор «Комплекс-Авто». Но более широкое распространение получил прибор Э-216, предназначенный для определения относительной мощности цилиндров на основе контроля частоты вращения коленчатого вала при выключении зажигания в одном цилиндре. Прибор подключается к системе зажигания и позволяет выключать любой из цилиндров. Частота вращения коленчатого вала определяется встроенным в него стрелочным тахометром.

Расход топлива может определяться массовым и объемным методами. При использовании массового метода расход топлива рассчитывается по формуле

$$G_T = 3,6 G_{оп} IT_{оп},$$

где $G_{оп}$ - расход топлива за время опыта, г; $T_{оп}$ -- время опыта.

При использовании объемного метода расход топлива определяется по формуле

$$G_T = G_{оп} \rho / T_{оп},$$

где $G_{оп}$ - расход топлива за время опыта, см³; ρ - плотность топлива, г/см³.

Измерение расхода топлива массовым методом в стационарных условиях на тяговых стендах производится с помощью специальной установки (рис. 9.9), включающей в себя весы, расходную емкость, топливный бак и трехходовой кран. Трехходовой кран обеспечивает работу установки в трех режимах: подачи топлива в ДВС непосредственно из топливного бака, одновременной подачи топлива в ДВС и расходную емкость и подачи топлива в ДВС из расходной емкости. В эксплуатационных условиях применяют диаф-

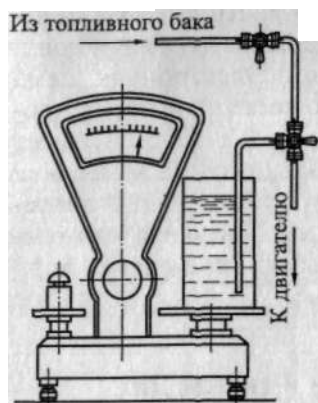


Рис. 9.9. Установка для измерения расхода топлива в стационарных условиях

рагменные расходомеры, определяющие расход топлива по перепаду давления на диафрагме (дресселе) с калиброванным отверстием. Схема диафрагменного расходомера КИ-8943, приведенная на рис. 9.10, работает следующим образом. Топливо из бака 9 поступает в поплавковую камеру 11, в которой при помощи поплавка 10 и игольчатого клапана 6 поддерживается его постоянный уровень. При отсутствии расхода топлива через дроссель 13 уровень топлива в мерной трубке 4 совпадает с уровнем топлива в поплавковой камере. Расход топлива через дроссель 13 вызывает снижение уровня топлива в мерной трубке 4, снабженной измерительной шкалой. Для снижения пульсации подачи топлива применяется пневматический компенсатор 3. При закрытом кране 2 и открытом кране 14 через дроссель 15 протекает известное количество топлива, что позволяет производить тарировку расходомера.

При закрытом кране 2 и открытом кране 14 через дроссель 15 протекает известное количество топлива, что позволяет производить тарировку расходомера.

В настоящее время при диагностировании ДВС широко применяются расходомеры, определяющие объем топлива путем конт-

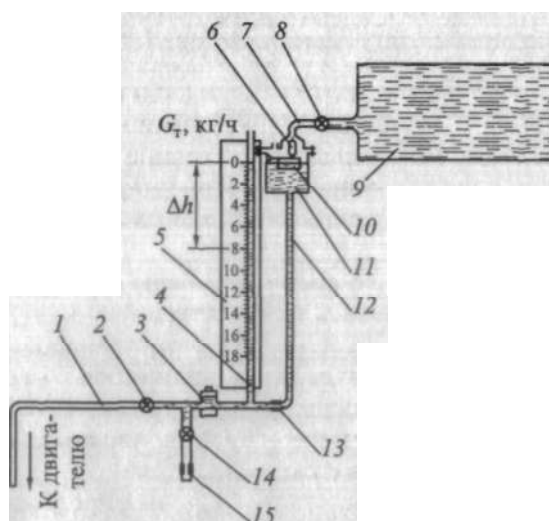


Рис. 9.10. Схема диафрагменного расходомера топлива КИ-8943:
1, 7, 12- соединительная трубка; 2, 8, 14- кран; 3- пневматический компенсатор; 4- мерная трубка; 5- шкала; 6- игольчатый клапан; 9- топливный бак; 10- поплавок; 11 - поплавковая камера; 13, 15 - дроссель

роля при помощи специальной турбинки скорости его потока через трубопровод с известным сечением. Вращение турбинки контролируется индуктивным или фотодатчиком. Электронная схема усиливает сигнал от датчика и измеряет его частоту, которая пропорциональна расходу топлива. Расходомер КИ-13967М имеет встроенный микропроцессор, позволяющий проводить измерение текущего установившегося и максимального импульсного значений расхода топлива автотракторных дизелей. Применяя этот расходомер совместно с прибором ИМД-Ц, можно определять удельный расход топлива в бестормозном режиме.

9.3. Диагностирование механизмов и систем ДВС

Цилиндропоршневая группа (ЦПГ) в ДВС подвергается воздействию высоких температур и циклических нагрузок, вызывающих износ поршневых колец и внутренней поверхности цилиндра, который определяется различными методами.

Визуально оценить состояние камеры сгорания помогают современные технические эндоскопы - оптические приборы с жестким или гибким световодом небольшого диаметра (5 ... 8 мм). Источник освещения высокой интенсивности располагается снаружи, а наконечник эндоскопа вводится через отверстие под форсункой в камеру сгорания и с помощью волоконно-оптического световода перемещается в обследуемом пространстве. Оптический прибор позволяет осуществить любое увеличение и фокусировку необходимого элемента. Линза объектива, расположенная на самом конце световода, позволяет осматривать практически любой участок камеры сгорания. С помощью эндоскопа можно определить повреждение клапанов (обугливание, состояние их седел и т. д.), наличие воды в камере сгорания вследствие нарушения уплотнения головки блока цилиндров, состояние боковых поверхностей цилиндров и днища поршня.

Однако наиболее широко распространены методы определения износа, позволяющие получить количественную оценку состояния цилиндропоршневой группы. Измерения при этом проводятся в трех зонах: камере сгорания, корпусе блока цилиндров и картере ДВС.

Основными диагностическими параметрами, которые используются при измерениях в камере сгорания, являются компрессия, степень разрежения и утечка сжатого воздуха.

Относительная компрессия по цилиндрам определяется по усилию, необходимому при прокрутке двигателя стартером, которое, в свою очередь, оценивается по изменению тока в цепи стартера или напряжения на клеммах аккумулятора. Например, австрийский прибор «Испытатель сжатия 855» измеряет падение напряжения на

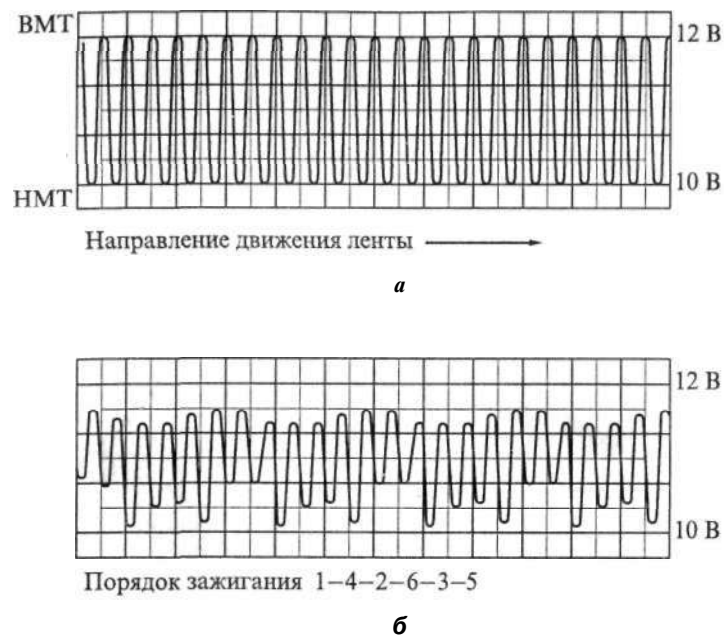


Рис. 9.11. Определение относительной компрессии по цилиндрам:
 а- одинаковая компрессия во всех цилиндрах; б- пониженная компрессия
 в цилиндрах 2 и 6

клеммах аккумулятора и воспроизводит его на ленте самописца. Нормальное состояние компрессии по цилиндрам вызывает равномерное падение напряжения на клеммах (рис. 9.11, а). При возникновении разницы в компрессии отдельных цилиндров возникает также разница в падении напряжений. Для выявления цилиндра с пониженной компрессией на ленту выводится отметка верхней мертвой точки (ВМТ) одного из цилиндров, что позволяет при известном порядке работы цилиндров определить неисправный. По записи падения напряжения, показанной на рис. 9.11, б, можно отметить недостаточную компрессию во втором и шестом цилиндрах. Данный метод позволяет быстро оценить компрессию во всех цилиндрах, однако из-за невозможности получения абсолютного ее значения и необходимости применения самописцев он не получил широкого распространения.

Для измерения максимальной компрессии применяют компрессометр, представляющий собой манометр, в который через обратный клапан поступает сжатый воздух из камеры сгорания. Компрессометр (рис. 9.12) устанавливается при помощи патрубка с резиновым уплотнением в отверстие для форсунки или свечи на двигатель, который прокручивается пусковым устройством. Компрессия дизе-

леи может изменяться в пределах 5 ... 2 МПа, а карбюраторных двигателей в пределах 1,5 ... 0,6 МПа. Вследствие большой разницы давлений выпускаются различные компрессометры для дизелей (КИ-8611), закрепляемые вместо форсунки, и карбюраторных двигателей (модель 179, К-52). Для записи их показаний используются компрессографы, снабженные малогабаритными механическими самописцами (КВ-1124, К-181). Разность показаний компрессометра по цилиндрам дизелей не должна превышать 0,2 МПа, а карбюраторных двигателей 0,1 МПа. Превышение этих значений свидетельствует о дефекте в данном цилиндре.

Для достоверной оценки состояния цилиндров по компрессии необходимо поддерживать постоянными частоту вращения двигателя и температуру стенок цилиндров, что из-за возможности неисправности системы пуска, сложности контроля частоты вращения при прокрутке стартером, возможного разброса температур по цилиндрам часто невыполнимо.

Метод оценки состояния цилиндров по степени разрежения более точный и менее трудоемкий (для дизелей). Здесь вместо компрессометра используется вакуум-анализатор (рис. 9.13), который при диагностировании дизелей соединяется с камерой сгорания резиновой втулкой и не требует закрепления на месте форсунки. В схеме более совершенного анализатора АГЦ-1 (рис. 9.14) предусмотрена возможность блокировки выпускного клапана 4, приводящая к изоляции камеры сгорания от атмосферы на тактах сжатия, что позволяет производить два измерения разрежения в камере сгорания: без блокировки P_1 и с блокировкой P_2 . Исследованиями установлено, что различные сочетания значений этих величин позволяют конкретизировать причину нарушения негерметичности камеры сгорания (дефекты поршневых колец, впускных или выпускных клапанов).

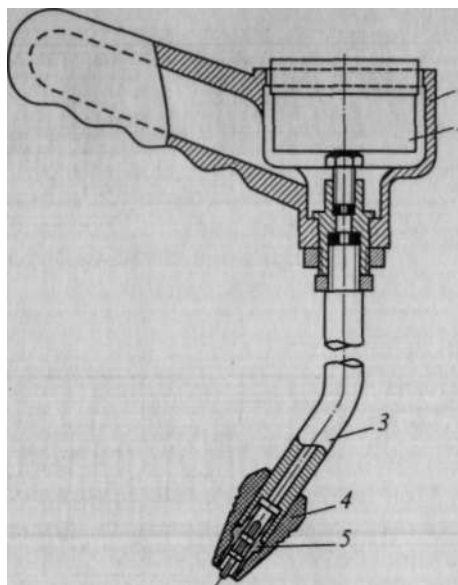


Рис. 9.12. Компрессометр для бензиновых двигателей:

1- корпус; 2 - манометр; 3 - трубка; 4 - резиновый наконечник; 5 - золотник

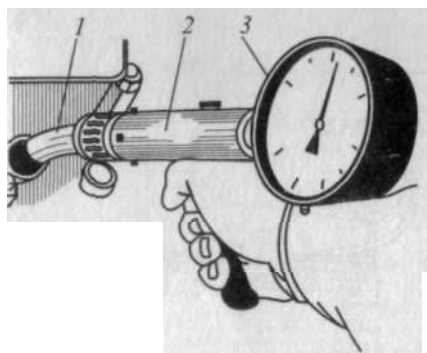


Рис. 9.13. Вакуум-анализатор КИ-5315:
1 - наконечник; 2 - корпус; 3 - вакуумметр

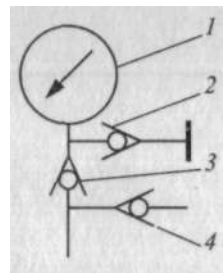
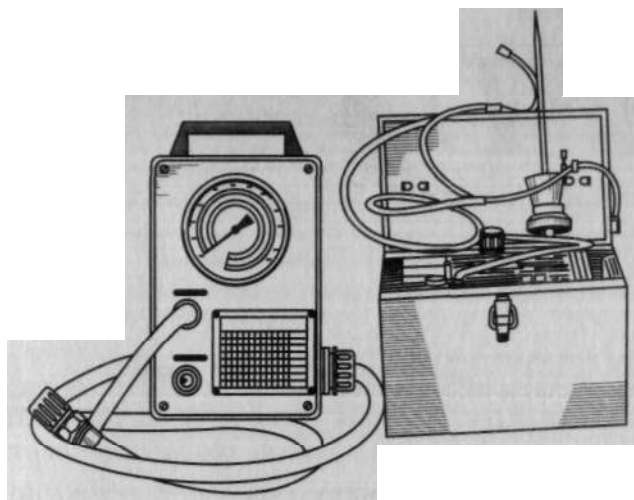


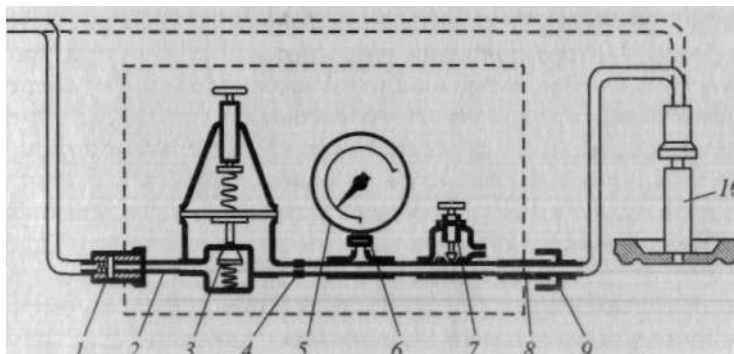
Рис. 9.14. Схема анализатора
АГЦ-1:
1 - вакуумметр; 2 - уравни-
тельный клапан; 3 - вакуумный кла-
пан; 4 - выпускной клапан

При наличии источника сжатого воздуха для оценки состояния камеры сгорания применяется прибор К-69 (рис. 9.15), который работает следующим образом. Давление воздуха, поступающего к прибору (0,4 МПа), снижается до 0,16 МПа и поддерживается редуктором 3. Потеря давления этого потока воздуха при протекании через дроссель, образованный калиброванным отверстием входного сопла 4, зависит от утечек воздуха в камере сгорания. Давление воздуха после дросселя контролируется манометром, шкала которого проградуирована в единицах давления и в процентах от максимальной утечки (свободного выхода воздуха из прибора в атмосферу). Штуцер 10 устанавливается в отверстие для форсунки или свечи. Шкала прибора разделена на три зоны, показывающие хорошую герметичность, удовлетворительную и неудовлетворительную. Этот прибор позволяет не только оценить негерметичность, но и определить ее причину. Утечку воздуха через клапаны можно определить на слух, а негерметичность прокладки головки блока цилиндров - по пузырькам воздуха в горловине радиатора или на стыке головки и блока цилиндров. Для проверки состояния поршневых колец поршень устанавливают в положение начала такта сжатия в проверяемом цилиндре (при закрытых клапанах). При герметичных клапанах утечки, которые показывает манометр прибора, свидетельствуют об износе поршневых колец. При установке поршня в положение ВМТ на такте сжатия утечки воздуха зависят от износа цилиндров.

При количественной оценке состояния ЦПГ по измерениям на блоке цилиндров используют виброакустические диагностические параметры. Наиболее распространенными приборами, позволяющими получить качественную оценку этих параметров, являются стетоскопы. Механический стетоскоп имеет металлический стержень, приставляемый к точкам прослушивания, мембрану, преоб-



a



б

Рис. 9.15. Общий вид (*a*) и схема (*б*) прибора К-69:
1,9- муфты; 2, 8, 10- штуцер; 3- редуктор; 4- сопло входное; 5 - манометр; 6- демпфер; 7- регулировочный винт

разующую вибрацию стержня в звук, гибкие звуководы и слуховые наконечники, вставляемые в уши и удерживаемые там гибкой пластиной. Электронный стетоскоп (рис. 9.16) состоит из вибродатчика, преобразующего вибрацию стержня в электрический сигнал, усилителя сигнала и электромагнитного телефона, закрепляемого на ухе. Оценка состояния ЦПГ с помощью стетоскопов имеет малую трудоемкость, однако требует большого опыта по распознаванию неисправностей по стукам и носит субъективный характер. Для получения объективной количественной оценки состояния ЦПГ применяют методы виброакустической диагностики.

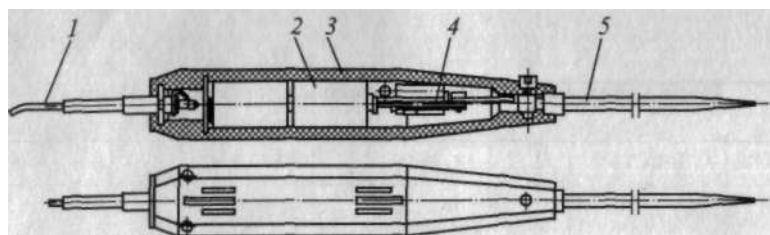


Рис. 9.16. Электронный стетоскоп:

1 - провод к телефону; 2 - элементы питания; 3 - корпус; 4 - усилитель; 5 - стержень

Диагностическим параметром при оценке состояния ЦПГ по измерениям в картере ДВС является количество газов, прорывающихся в него из камеры сгорания. Для измерения количества газов применяют специальные расходомеры различных конструкций. Расходомер устанавливают на маслозаливную горловину, предварительно загерметизировав отверстие сапуна и линейки для указания уровня масла в картере. Основным условием при проведении измерений является поддержание давления в картере близким к атмосферному, что позволяет снизить до минимума неучтенные утечки газов через различные неплотности и исключить выход из строя сальников коленчатого вала. Этим требованиям соответствует расходомер КИ-4887-1, схема которого приведена на рис. 9.17. Количество отсасываемых из картера газов через дроссель измеряется расходомером, работающим на постоянном перепаде давлений. Для нормальной работы прибора в выходном патрубке 7 необходимо создать разрежение. При отсутствии специальной компрессорно-вакуумной установки это можно сделать, соединив патрубок 7 с входной трубой воздухоочистителя или установив эжектор 8 на выхлопную трубу двигателя. Разрежение в этом случае возникает за счет потока отработавших газов, обтекающих эжек-

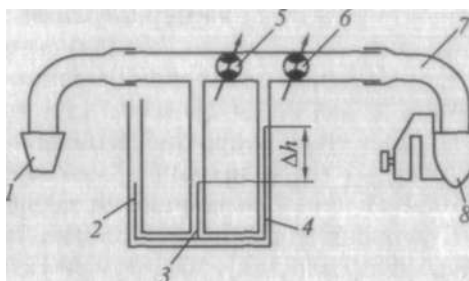


Рис. 9.17. Схема прибора для измерения расхода картерных газов КИ-4887-1:

1 - входной патрубок; 2...4- жидкостной манометр; 5, 6- входной и выходной дроссели; 7- выходной патрубок; 8- эжектор

Таблица 9.1

Расход картерных газов для различных двигателей, л/мин

Марка двигателя	Номинальный	Допустимый	Предельный
ЯМЗ-238НБ	72	140	180
ЯМЗ-240Б	90	157	200
СМД-60, СМД-62	62...65	120... 125	150... 160
А-01М	50	115	150
А-41	34	80	105
Д-130	46	105	140
СМД-14, Д-240, Д-240П	28	70	90
Д-50, Д-50Л	22	55	70
Д-65Н	25	65	75
Д-37М	27	65	85
Д-21	14	32	43

тор. При помощи дросселя 6 по показаниям жидкостного манометра 3 выравнивают давление в картере с атмосферным (манометр 2). При установке по манометру 4 перепада давлений 15 мм вод.ст.. (150 Па) указатель на рукоятке дросселя 5 покажет расход картерных газов. В табл. 9.1 приведены значения расхода картерных газов для различных двигателей. Измерения производятся на холостом ходу двигателя при номинальной частоте вращения.

Недостатком такого расходомера является большая трудоемкость диагностирования, обусловленная использованием жидкостных манометров и необходимостью наличия источника разрежения. В целях снижения трудоемкости измерений были разработаны индикаторы расхода газов, в которых перепад давлений на дросселе измеряется ротамером (рис. 9.18). Ротамер представляет собой установленный вертикально прозрачный цилиндр, в котором скоростным напором потока картерных газов на определенной высоте поддерживается поршень, выполненный из легкого материала. В начале измерений поворотом крышки 4 устанавливают заданный перепад давлений на дросселе, при этом поршень в ротамере У должен находиться напротив специальной риски.

При расходе картерных газов, превышающем предел измерения шкалы на поворотной крышке 4, вывинчивают заглушку из патрубка 2, т. е. снижают перепад давлений на дросселе, а расход газов определяют по формуле $Q_r = 1,1 < 2_{\text{ш}} + 100$ ($Q_{\text{ш}}$ - показания шкалы).

При диагностировании кривошипно-шатунного механизма (КШМ) на неработающем двигателе определяют зазоры в верхней и нижней головках шатуна с помощью устройства КИ-11140 (рис. 9.19), основание 5 которого при помощи быстросъемного фланца 4 зак-

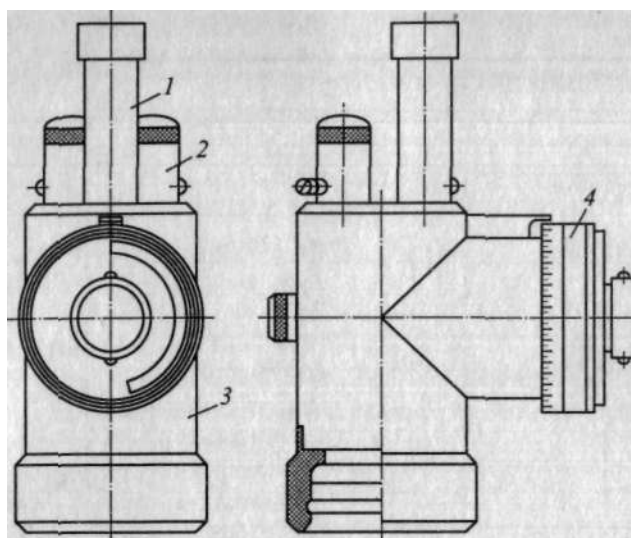


Рис. 9.18. Индикатор расхода картерных газов КИ-13671:
1 - ротамер; 2 - патрубок; 3 - корпус; 4 - поворотная крышка

репляется вместо форсунки. Внутри корпуса устройства перемещается струна 8, соединенная с ножкой индикатора 1. Через специальный патрубок основания 5 камера сгорания шлангом соединяется с краном управления компрессорно-вакуумной установки, создающей избыточное давление или разрежение. Для проведения измерений поршень в диагностируемом цилиндре устанавливают в положение ВМТ, струну 8 опускают до соприкосновения с поршнем и устанавливают шкалу индикатора 1 на нуль. При начале разрежения поршень начинает двигаться вверх, поочередно выбирая зазоры в соединениях КШМ: поршень - палец, палец - втулка верхней головки шатуна, шатунный вкладыш - шейка коленчатого вала. После остановки поршня по шкале индикатора определяют суммарный зазор в КШМ. Поскольку поршень перемещается ступенчато, можно определить составляющие суммарного зазора. Этот метод очень трудоемкий и требует наличия компрессорно-вакуумной установки.

Для определения суммарного зазора в КШМ на работающем двигателе применяют устройство КИ-13933, принцип контроля положения поршня в котором такой же, как в КИ-11140: ножка индикатора фиксирует положение поршня при помощи струны, а выбор суммарного зазора происходит под действием инерционных сил. Для проведения измерений КИ-13933 (рис. 9.20) устанавливают вместо форсунки на заранее прогретый двигатель, механизмом подачи 3 струну вводят в крайнее верхнее положение. За-

тем выключают подачу топлива и прокручивают двигатель пусковым устройством. Медленно опустив струну до соприкосновения с поршнем, которое определяют по вибрации стрелки индикатора, фиксируют это положение в качестве нуля шкалы индикатора и поднимают струну на 0,8... 0,9 мм. Пустив дизель и установив минимальную частоту вращения, перемещают струну до соприкосновения с поршнем и по шкале индикатора определяют суммарный зазор в КШМ.

При диагностировании газораспределительного механизма определяют следующие параметры: фазы газораспределения, тепловой зазор клапан - коромысло и зазор клапан - седло.

Проверка фаз газораспределения на неработающем ДВС проводится при помощи комплекта КИ-13902, в который входит моментоскоп, шаблоны-угломеры, указатель и вспомогательные приспособления. Для определения момента открытия впускного клапана первого цилиндра, покачивая вокруг оси коромысло клапана, поворачивают коленчатый вал двигателя до выбора зазора клапан - коромысло. Шаблон-угломер устанавливается на шкив коленчатого вала, который поворачивается до положения ВМТ цилиндра.

Аналогично определяется угол открытия впускного клапана последнего цилиндра, полученные значения сравниваются с нормативными.

Тепловой зазор клапан - коромысло определяют при помощи комплекта щупов или приспособления КИ-9918. Комплект щупов для проверки тепловых зазоров состоит из набора стальных пластин длиной 100 мм и толщиной от 0,02 до 0,5 мм. Коленчатый вал двигателя проворачивают до положения ВМТ на такте сжатия проверяемого цилиндра. Поочередно устанавливая в тепловой зазор клапан - коромысло щупы различной толщины, определяют зазор.

При неравномерном износе поверхности бойка коромысла и торца штока клапана точность измерения зазора при помощи комп-

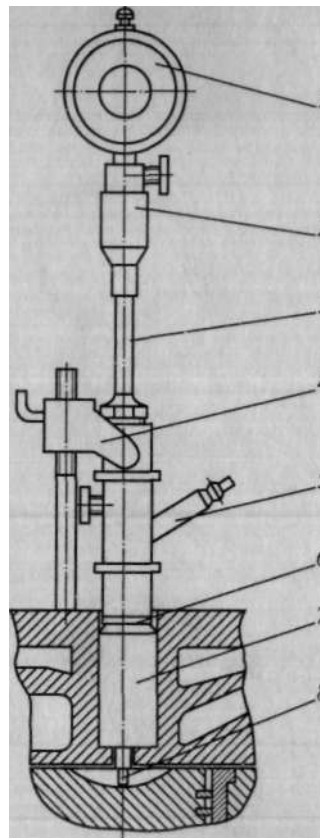


Рис. 9.19. Схема устройства КИ-11140 для определения зазоров в кривошипко-шатунном механизме:

1 - индикатор; 2 - индикаторный штатив; 3 - оправка; 4 - съемный фланец; 5 - основание; 6 - кольцо; 7 - наконечник; 8 - струна

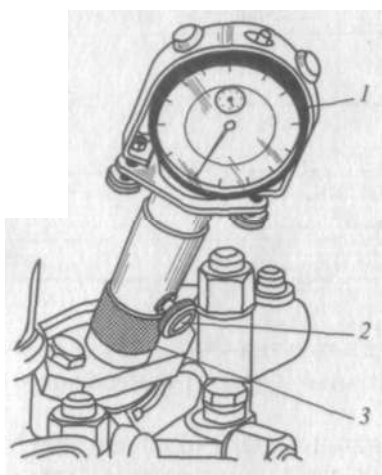


Рис. 9.20. Устройство КИ-13933 для определения суммарного зазора в кривошипно-шатунном механизме:
1 - скоба; 2 - винт; 3 - механизм подачи струны

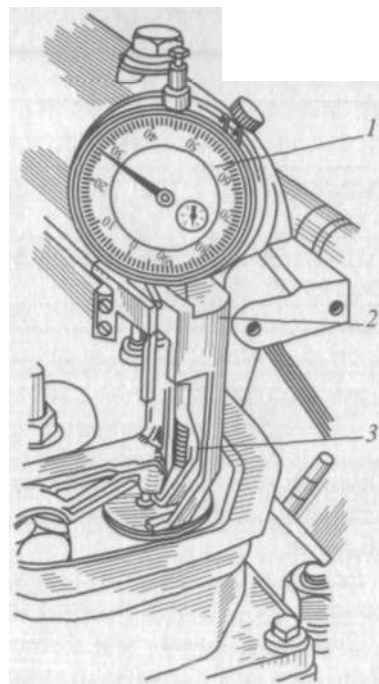


Рис. 9.21. Приспособление КИ-9918:
1 - индикатор; 2 - неподвижная рамка; 3 - подвижная рамка

лекта щупов невысока, а трудоемкость большая. Снизить трудоемкость и повысить точность измерений позволяет приспособление КИ-9918 (рис. 9.21), состоящее из корпуса с закрепленным на нем индикатором часового типа и подпружиненной подвижной рамки, соединенной с ножкой индикатора. Устанавливают его между тарелкой пружины клапана и коромыслом. В начальный момент открытия клапана при проворачивании коленчатого вала выставляют нуль на шкале индикатора. Максимальное показание индикатора при дальнейшем проворачивании коленчатого вала определяет тепловой зазор.

Зазор клапан - седло можно косвенно оценивать по количеству сжатого воздуха, прорывающегося через уплотнения закрытых клапанов. Для чего, сняв валики коромысел и обеспечив одновременное закрытие клапанов всех цилиндров, снимают форсунки (или свечи), чтобы в камеру сгорания от компрессора подать сжатый воздух под давлением 0,20 ... 0,25 МПа. В зависимости от назначения проверяемого клапана индикатор расхода газов КИ-13671 устанавливается на впускном трубопроводе воздухоочистителя или выпускной трубе. Расход воздуха индикатором определяется так же,

Таблица 9.2

Предельно допустимые значения утечек воздуха через закрытые клапаны, л/мин

Дизель	Впускной клапан	Выпускной клапан
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, А-41, А-01М, Д-160, Д-108-7	45	34
СМД-60, СМД-62, СМД-14НГ, СМД-18, СМД-14АН	39	31
Д-240, Д-240Л, Д-241, Д-241Л, Д-50, Д-50Л, Д-65Н, Д-65М, Д-240Т, Д-240ТЛ, Д-242, Д-242Л	34	31
Д-144-32, Д-144-36, Д-144-07, Д-144-10, Д-21А1	31	27

как количество картерных газов. Предельные значения утечек воздуха через закрытые клапаны для различных дизелей приведены в табл. 9.2.

Если утечка воздуха хотя бы через один из клапанов превышает допустимую, то головка цилиндров подлежит текущему ремонту.

Диагностирование системы питания двигателя включает в себя оценку воздухоподдачи и топливоподдачи.

При оценке *воздухоподдачи* измеряют засоренность воздухоочистителя и герметичность впускного тракта. Засоренность воздухоочистителя определяют по разрежению во всасывающем коллекторе при помощи специального сигнализатора ОР-9928 или стандартного вакуумметра. Сигнализатор засоренности (рис. 9.22) состоит из цилиндрического корпуса с прозрачным окном. Внутри корпуса перемещается поршень, прикрепленный к эластичной подпружиненной диафрагме, на которую с одной стороны действует атмосферное давление, а с другой - разрежение во всасывающем коллекторе. Сигнализатор устанавливают в специально выполненное резьбовое отверстие во всасывающем коллекторе. Для включения сигнализатора нажимают на стержень 1, при

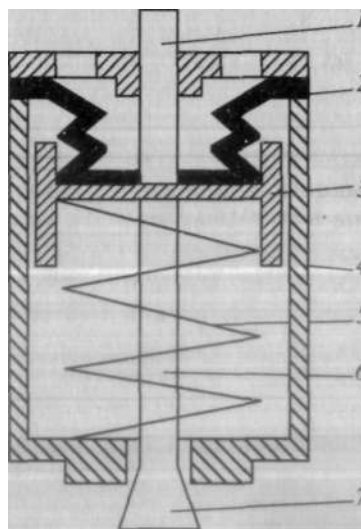


Рис. 9.22. Схема сигнализатора засоренности воздухоочистителя ОР-9928:

1 - стержень, 2 - диафрагма; 3 - поршень; 4 - корпус; 5 - пружина; 6 - шток; 7 - обратный клапан

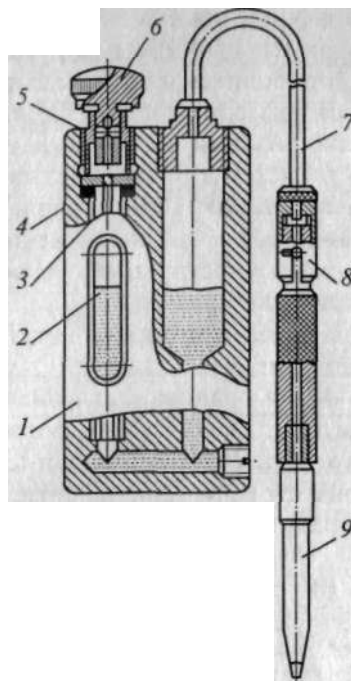


Рис. 9.23. Схема индикатора герметичности воздушного тракта КИ-4870:
1- корпус; 2- контрольное окно; 3- водонепроницаемая трубка; 4- прокладка; 5- отверстие; 6- винт; 7- резиновая трубка; 8- вилка; 9-съемный наконечник

этом диафрагма 2 через клапан 7 соединяется с полостью всасывающего коллектора и поршень 3 под воздействием разрежения перемещается вниз. Красная полоса, появившаяся на поршне, сигнализирует о недопустимом разрежении.

Герметичность воздушного тракта определяют по наличию разрежения в местах соединения трубопроводов. Применяющийся для этого индикатор КИ-4870 (рис. 9.23) представляет собой жидкостной U-образный вакуумметр, одна полость которого соединена с атмосферой, а другая через резиновую трубку 7 и съемный наконечник 9 - с местами возможного подсоса воздуха. Корпус индикатора удерживается вертикально, и при наличии разрежения уровень жидкости в окне 2 понижается.

Проверка системы топливоподачи дизеля включает в себя оценку состояния систем низкого и высокого давления.

При оценке состояния системы низкого давления проверяют топливopодкачивающий насос, перепускной клапан и фильтр тонкой очистки топлива с помощью приспособления КИ-13943. Это приспособление представляет собой манометр, вход которого через демпфер, резиноканевый шланг и специальные наконечники соединяется со входом фильтра тонкой очистки. При выключенной подаче топлива, поворачивая коленчатый вал двигателя, наблюдают за показаниями манометра. Если стрелка манометра совершает периодические колебания и максимальное показание не превышает 0,4 МПа, заменяют или регулируют перепускной клапан. Если давление постоянное, но не более 0,07 МПа, заменяют топливopодкачивающий насос.

Для проверки фильтра тонкой очистки открывают кран для выпуска воздуха и нагнетают топливо ручным подкачивающим насосом. Если при этом его давление более 0,08 МПа, фильтр считается загрязненным.

Оценка состояния системы высокого давления включает в себя проверку топливного насоса высокого давления (ТНВД) и форсунки.

Проверка ТНВД, снятого с дизеля, проводится на специальных стендах, состоящих из привода насоса, измерительного блока с мензурками для определения подачи каждой секции, устройства для измерения угла опережения впрыска и системы подачи топлива. Стенды различаются способом изменения частоты вращения вала привода насоса (электрический, механический, гидравлический), числом секций, которые можно испытать, конструкцией устройства для измерения угла опережения впрыска топлива.

Стенд КИ-15711 (рис. 9.24), предназначенный для испытания ТНВД с числом секций до 12, позволяет измерить следующие параметры: количество и равномерность подачи топлива, давление открытия нагнетательных клапанов, углы начала и конца впрыска топлива, характеристики автоматической муфты опережения впрыска. Стенд включает в себя электродвигатель и систему гидропривода, состоящего из гидронасоса и гидромотора с изменяемыми рабочими

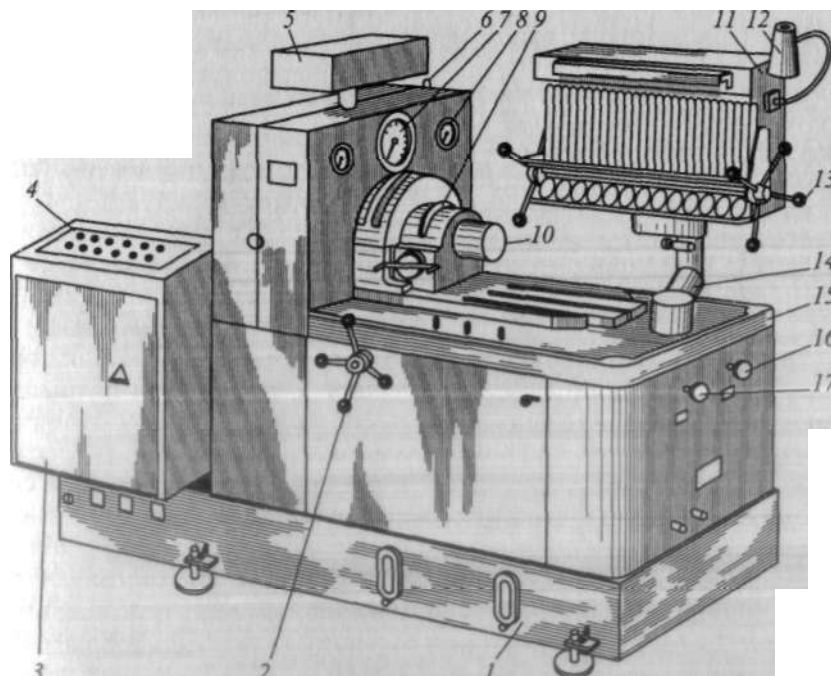


Рис. 9.24. Стенд для испытания дизельной топливной аппаратуры КИ-15711: 1 - основание; 2 - штурвал; 5 - электрошкаф; 4 - пульт управления; 5 - блок электроники; 6, 8- манометр; 7- термометр; 9- маховичок; 10- соединительная муфта; 11 - мерный блок; 12 - светильник; 13 - рукоятка; 14- поворотный кронштейн; 15 - плита; 16, 17- дроссель

объемами, что позволяет в широких пределах изменять скорость вращения его вала при помощи штурвала 2. Частота вращения контролируется блоком электроники 5, который также устанавливает число циклов для измерения подачи насоса. Топливо из секций ТНВД поступает в мерный блок 11, где через форсунки впрыскивается в отстойники, а затем подается в измерительные мензурки. Для измерения углов начала и конца впрыска топлива осветителем стробоскопа, входящим в комплект стенда, освещают стеклянный отстойник, в котором установлена форсунка. Изменяя момент зажигания стробоскопа при помощи маховичка 9, добиваются появления изображения факела топлива из распылителя форсунки. Затем осветителем стробоскопа освещают маховик приводного вала, на котором нанесены угловые отметки, и определяют угол начала впрыска топлива.

При диагностировании ТНВД без снятия с дизеля оценивают зазор в сопряжении гильза - плунжер и герметичность нагнетательного клапана. Зазор гильза - плунжер контролируется по давлению, развиваемому проверяемой секцией насоса с помощью приспособления КИ-16301А (рис. 9.25). Оно состоит из ручного насоса высокого давления, выполненного на основе плунжерной пары,

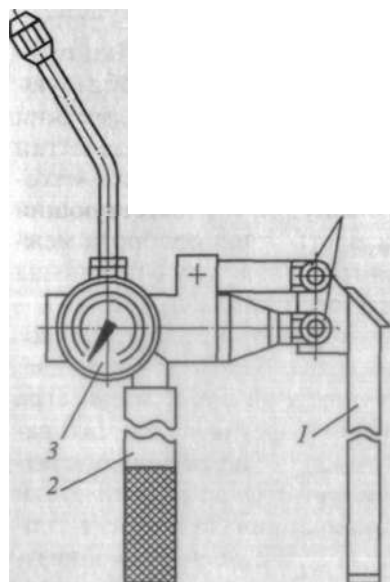


Рис. 9.25. Приспособление для проверки форсунок КИ-16301А:
1 - приводная ручка; 2 - ручка-резервуар; 3 - манометр; 4 - ось

нагнетательного клапана, резервуара для топлива, манометра и переходного трубопровода. При определении износа плунжерной пары приспособление присоединяют к проверяемой секции ТНВД. Для предупреждения запуска дизеля разгерметизируют камеру сгорания декомпрессионным устройством или ослабляют затяжку накидных гаек топливопроводов высокого давления на остальных секциях. Прокручивая коленчатый вал дизеля пусковым устройством, плавно увеличивают подачу топлива до создания давления на выходе проверяемой секции 30 МПа. Если это давление не достигается, плунжерная пара подлежит замене.

Для проверки герметичности нагнетательного клапана прекращают прокручивать коленчатый вал и наблюдают за снижением показаний манометра приспособ-

ления КИ-16301А. Если время снижения давления с 15 до 10 МПа меньше 10 с, нагнетательный клапан подлежит замене.

Для определения угла опережения впрыска топлива без снятия с дизеля применяется моментоскоп КИ-4941, представляющий собой стеклянную трубку, которая с помощью переходника и резиновой трубки вертикально устанавливается на проверяемую секцию ТНВД. Медленно прокручивая коленчатый вал дизеля при снятой компрессии, момент впрыска определяют по повышению уровня топлива в стеклянной трубке. При этом если плунжерные пары изношены, заменяют пружину нагнетательного клапана пружинной меньшей жесткости, которая входит в комплект моментоскопа.

Более совершенным методом определения угла опережения впрыска топлива является фиксация пульсации давления в топливопроводе высокого давления. Этот метод положен в основу работы дизельтестера К296, предназначенного для проверки топливной аппаратуры и электрооборудования дизелей. Прибор обеспечивает проверку и регулировку установочного угла опережения впрыска топлива, а также минимальной и максимальной частоты вращения коленчатого вала дизеля. Проверка электрооборудования включает в себя контроль напряжения аккумуляторной батареи, тока заряда и тока стартера.

Для определения угла опережения впрыска топлива на топливопровод первого цилиндра в 30... 50 мм от накидной гайки штуцера ТНВД устанавливают накладной пьезодатчик, преобразующий увеличение давления топлива при впрыске в электрический сигнал. Освещая стробоскопом дизельтестера контрольные метки на вращающихся частях двигателя (шкиве коленчатого вала, маховике и др.), устанавливают момент его запуска, соответствующий ВМТ в первом цилиндре. При этом разность углов поворота между сигналами впрыска и ВМТ, соответствующая углу опережения впрыска топлива, отображается на цифровой шкале прибора.

Форсунки, снятые с дизеля, проверяют прибором КИ-15706, который состоит из корпуса, служащего также баком для топлива, ручного топливного насоса на базе плунжерной пары, манометра и камеры впрыскивания с вентилятором. Форсунка устанавливается в камеру и подключается к выходу насоса. Перемещая рукоятку насоса со скоростью 35... 40 качков в минуту, по максимальным показаниям манометра определяют давление начала впрыска топлива. При этом качество распыливания топлива оценивается визуально. После снижения давления на 2 МПа включают секундомер. Если за 20 с давление падает больше, чем на 1,5 МПа, герметичность распылителя не соответствует норме.

Проверку форсунок без снятия с дизеля производят приспособлением КИ-16301 А. Давление начала впрыска и герметичность распылителя определяют по приведенной выше методике. Качество

распиливания топлива оценивают по звуку, нагнетая насосом топливо в форсунку со скоростью 70... 80 качков в минуту. Нормальная работа форсунки при впрыске топлива сопровождается четким прерывистым звуком.

При проверке системы топливоподачи карбюраторного двигателя определяют следующие диагностические параметры: удельный расход топлива, подачу топливного насоса, давление топлива после насоса, уровень топлива в поплавковой камере и содержание окиси углерода в отработавших газах.

Удельный расход топлива определяется при помощи различных расходомеров, например КИ-13967, и устройства для нагружения двигателя.

Для измерения производительности и давления, развиваемого бензонасосом, без снятия его с двигателя применяют прибор КИ-436 (рис. 9.26), который при помощи шлангов 2 и 5 включают между бензонасосом и карбюратором. Трехходовым краном устанавливают следующие режимы работы прибора: топливо от насоса одновременно поступает на манометр и в карбюратор, при этом измеряют рабочее давление в топливной системе; топливо поступает в цилиндр прибора, и по выдвижению мерной линейки определяют производительность бензонасоса; подключив манометр на выход бензонасоса, измеряют максимальное давление.

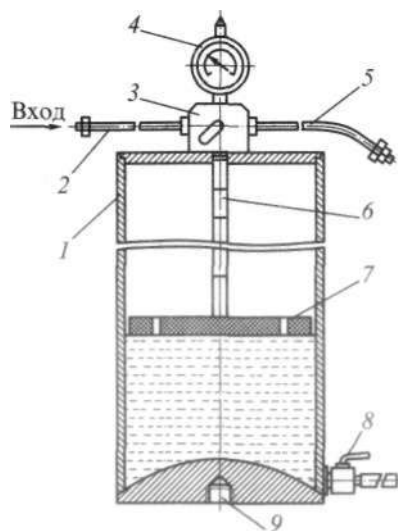


Рис. 9.26. Прибор для проверки бензонасосов К-436:

1 - цилиндр; 2, 5 - шланг; 3 - трехходовой кран; 4 - манометр; 6 - мерная линейка; 7 - поплавок; 8 - кран; 9 - резьбовое отверстие

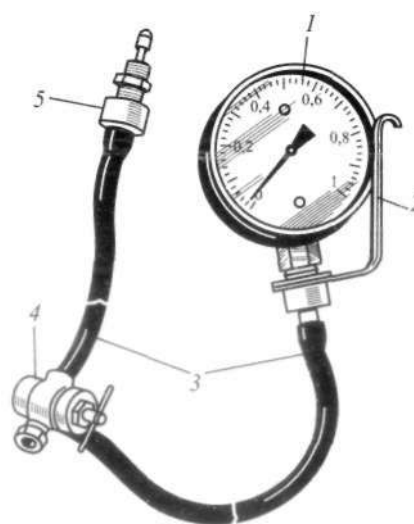


Рис. 9.27. Прибор 527Б для определения давления, развиваемого бензонасосом:

1 - манометр; 2 - крепежная скоба; 3 - шланг; 4 - запорный кран; 5 - входной штуцер

При неработающем двигателе по времени падения давления в первом положении крана оценивается суммарная герметичность клапана насоса и запорной иглы карбюратора, а в третьем - герметичность клапана насоса. По разнице этих показаний определяют герметичность запорной иглы карбюратора.

На рис. 9.27 показан более компактный прибор 527Б, предназначенный для проверки бензонасосов без снятия с двигателя. Его также подключают между бензонасосом и карбюратором. Для определения максимального давления, развиваемого бензонасосом, игольчатый кран отворачивают на два-три оборота, запускают двигатель и, установив минимальные устойчивые обороты, снимают показания с манометра. После чего останавливают двигатель. Падение давления за 30 с более чем на 10 КПа свидетельствует о недостаточной герметичности выпускного клапана бензонасоса и запорной иглы карбюратора. Для уточнения данных вновь запускают двигатель на 10... 20 с, заворачивают игольчатый кран и останавливают двигатель. Высокая скорость падения давления свидетельствует о негерметичности выпускного клапана бензонасоса.

Оценку состояния системы питания карбюраторного двигателя по содержанию окиси углерода в отработавших газах производят при помощи специальных газоанализаторов, которые могут быть двух видов.

В газоанализаторах, основанных на дожигании СО, используется равновесный электрический мост, два плеча которого выполнены из тонкой платиновой проволоки. Ток, проходящий через плечи моста, раскаляет их. При этом одно плечо моста находится в камере с чистым воздухом, а другое в камере, через которую продуваются отработавшие газы двигателя. Окись углерода, сгорая, увеличивает температуру платиновой проволоки и ее сопротивление, т. е. вызывает разбаланс моста. Величина разбаланса, характеризующая концентрацию СО, регистрируется стрелочным прибором, включенным в диагональ моста. Этот метод измерений лежит в основе приборов К-456, АСТ-75 и др.

Более высокую точность имеют приборы, работающие на основе поглощения различными газовыми смесями инфракрасного излучения с определенной длиной волны. Например, окись углерода максимально поглощает инфракрасное излучение с длиной волны 4,7 мкм. Используя специальные детекторы, измеряют затухание инфракрасного излучения, проходящего через анализируемую смесь газов. Этот метод используется в приборах ГАИ-1, Infralit, АС-101 и др.

При диагностировании смазочной системы определяют техническое состояние масляного насоса и фильтра тонкой очистки.

Работоспособность масляного насоса оценивается по давлению в смазочной системе, для измерения которого применяют приспособ-

собление КИ-13936. Оно представляет собой контрольный манометр, при помощи переходников подсоединяемый к масляной магистрали (при этом также проверяют правильность показаний манометра, установленного на щитке приборов).

Для определения степени загрязненности ротора центрифуги используют приспособление КИ-13956, представляющее собой специальный пружинный динамометр, снабженный индикатором часового типа. Для определения массы осадка в роторе необходимо снять его защитный колпак и на ось прикрепить динамометр. Усилие, необходимое для подъема ротора с осадком, фиксируется индикатором часового типа. Необходимость очистки ротора определяется по суммарной массе ротора с осадком. Для определения работоспособности центрифуги измеряют время выбега ротора после остановки двигателя (определяют по звуку вращения ротора), оно должно составлять не менее 35 с.

При диагностировании системы охлаждения основными параметрами являются ее герметичность, охлаждающая способность радиатора и степень натяжения ремня вентилятора.

Для контроля герметичности системы охлаждения и проверки клапанов пробки радиатора применяют прибор ДСО-2. Он состоит из ресивера, в котором при помощи встроенного редуктора задается определенное давление, манометра и герметичного стакана для установки проверяемой пробки радиатора.

При проверке герметичности системы охлаждения на горловину радиатора устанавливается специальный переходник, через который от прибора ДСО-2 подается давление 60... 70 кПа, при этом манометром фиксируют изменение давления в системе охлаждения. При проверке герметичности прокладки головки блока цилиндров запускают двигатель и устанавливают минимальную частоту вращения. Колебание стрелки манометра указывает на нарушение герметичности прокладки или головки блока цилиндров. Для уточнения зоны негерметичности поочередно снимают форсунки (или свечи), добиваясь исчезновения пульсации давления в системе охлаждения.

При отсутствии источника сжатого воздуха и прибора ДСО-2 герметичность прокладки и головки блока цилиндров проверяют, прокручивая коленчатый вал двигателя при снятых ремнях привода водяного насоса. Наличие пузырьков воздуха в верхнем бачке радиатора свидетельствует о негерметичности системы.

Охлаждающая способность радиатора оценивается по разнице температур на его входе и выходе. Для чего на прогревом до 80...90°C двигателе один термометр опускают в верхний бачок радиатора, а второй - с помощью небольшой резиновой трубки надевают на сливной краник его нижнего бачка. При открытом кранике разница температур должна быть не менее 10 °C.

Степень натяжения ремня вентилятора контролируется приспособлением КИ-8920. Оно представляет собой пружинный динамометр, при помощи которого измеряется прогиб ремня от усилия, равного 40 Н. Имеющиеся на нем четыре шкалы рассчитаны на межцентровое расстояние от 200 до 500 мм. При проверке натяжения динамометром нажимают на середину ветви ремня и по шкале определяют необходимость его ослабления или натяжения.

9.4. Диагностирование автотракторного электрооборудования

Диагностирование электрооборудования включает в себя проверку технического состояния систем электроснабжения, пуска, зажигания, освещения и контрольно-измерительных приборов.

Система электроснабжения состоит из генератора и аккумуляторной батареи, включенных параллельно друг другу. Ее основными диагностическими параметрами являются напряжение генератора под нагрузкой, натяжение ремня генератора и степень разряженное™ аккумулятора. Для определения этих параметров в условиях эксплуатации могут использоваться электроизмерительные приборы общего назначения (вольтметры, амперметры), однако больше применяются специальные приборы.

Одной из последних разработок является устройство для испытания автотракторного электрооборудования КИ-11400, т.е. генераторов постоянного и переменного тока напряжением 14 (12) и 28 (24) В мощностью до 1000 Вт, реле-регуляторов и регуляторов напряжения, стартеров мощностью до 11 кВт и др. Устройством измеряют четыре параметра: напряжение переменного и постоянного тока до 50 В, постоянный ток до 1500 А и частоту вращения ротора генератора до 5000 об/мин. Имеющийся в нем реостат позволяет изменять нагрузку на генератор в пределах 0... 100 А.

Для проверки генератора под нагрузкой устанавливают частоту вращения его ротора и ток нагрузки согласно техническим условиям и измеряют напряжение на выходе. Оно должно быть в пределах 13 ... 15 В. Более высокое напряжение может быть при отказе реле-регулятора, а более низкое при отказе реле-регулятора или генератора. Для уточнения неисправности кратковременно переключают выводы генератора «Ш» и «+». Если при этом напряжение возрастает, неисправен регулятор, а если нет, неисправен генератор.

Натяжение ремня генератора проверяют приспособлением КИ-8920, работа которого была рассмотрена в подразд. 9.3.

Степень разряженности аккумулятора определяют по плотности электролита, которую измеряют денсиметром (рис. 9.28, а) или плотнометром КИ-13951 (см. рис. 9.28, б). Денсиметр состоит из арео-

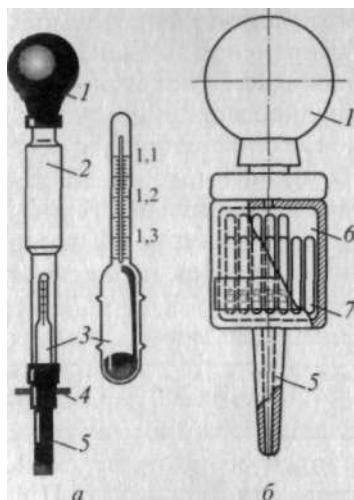


Рис. 9.28. Денсиметр (я) и плотномер КИ-13951 (б):

1 - резиновая груша; 2 - пипетка; 3 - ареометр; 4 - резиновая пробка; 5 - наконечник; 6 - прозрачный корпус; 7 - поплавков

метра 3, помещенного в стеклянную пипетку 2, снабженную резиновой грушей 1 и пластмассовым наконечником 5. Ареометр имеет шкалу, проградуированную от 1,1 до 1,4 г/см³. Плотномер предназначен для экспресс-оценки плотности электролита. В его прозрачном корпусе 6 находятся шесть цилиндрических поплавков 7 разной массы, рассчитанных на различные значения плотности: 1,19; 1,21; 1,23; 1,25; 1,27; 1,29 г/см³. Плотность электролита определяется по всплывшему поплавку с наибольшей массой.

Полученное значение необходимо привести к значению плотности при 25 °С. Для этого на каждый градус разницы температур электролита вводится поправка 0,0007 г/см³. При температуре электролита выше 25 °С поправка прибавляется, а при температуре ниже 25 °С - вычитается,

Степень разряженности аккумуляторной батареи, %,

$$\Delta Q = \frac{\rho_{\text{зар}} - \rho_{\text{изм}}}{\rho_{\text{зар}} - \rho_{\text{разр}}} 100,$$

где $\rho_{\text{зар}}$, $\rho_{\text{разр}}$ - соответственно плотность электролита полностью заряженной и разряженной батарей, г/см³; $\rho_{\text{изм}}$ - измеренная плотность, г/см³.

Для умеренной климатической зоны можно считать, что падение плотности электролита на 0,04 г/см³ соответствует разряду аккумулятора на 25%, а падение плотности на 0,08 г/см³ - на 50%.

Если плотность электролита неизвестна, то степень разряженности определяют по напряжению на клеммах аккумулятора под нагрузкой. Для этого применяют аккумуляторные пробники различных конструкций, основой которых являются вольтметр и нагрузочные сопротивления. Пробник Э-107 предназначен для измерения напряжения на выводах аккумуляторной батареи со скрытыми межэлементными соединениями. Пробник имеет три ступени нагрузки для аккумуляторов емкостью до 190 А·ч. Проверка аккумулятора проводится при закрытых пробках. Аккумулятор считается исправным, если вольтметр пробника при подключенной нагрузке через 5 с показывает напряжение не менее 8,9 В.

Пробник Э-108 предназначен для проверки напряжения отдельных аккумуляторов. Если вольтметр покажет напряжение под нагрузкой в течение 5 с не менее 1,4 В, аккумулятор считается исправным.

При диагностировании системы пуска определяют мощность, потребляемую стартером в режиме полного торможения, для чего на гусеничной СДМ включают любую, а на пневмоколесной машине - прямую передачу и затормаживают машину. Прибором КИ-11140 измеряют ток $I_{ст}$ в цепи стартера и напряжение $U_{ст}$ на его клеммах в течение 10 с. Нормативные значения этих параметров для некоторых типов стартеров приведены в табл. 9.3.

По результатам проведенных измерений оценивают состояние системы пуска. Если $I_{ст} < I_{ном}$ и $U_{ст} < U_{ном}$, аккумуляторная батарея разряжена. Если $I_{ст} < I_{ном}$, а $U_{ст} > U_{ном}$, сопротивление в цепи стартера повышено. Причинами могут быть плохой контакт щеток с коллектором, ослабление крепления выводов обмоток стартера, нарушение внешних и внутренних контактов тягового реле. При невозможности устранения этих неисправностей на машине стартер снимают и отправляют в ремонт. Если $I_{ст} > I_{ном}$, а $U_{ст} < U_{ном}$, значит, внутри стартера короткое замыкание, и его необходимо снять для ремонта или замены.

При проверке системы зажигания определяют следующие диагностические параметры: угол опережения зажигания, угол замкнутого состояния контактов, зазор между контактами прерывателя, асинхронизм искрообразования, зазор между втулкой и валиком распределителя высокого напряжения, электрическую емкость конденсатора, электрическое сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания, зазор между электродами свечи, вторичное электрическое напряжение, электрическое сопротивление высоковольтных проводов и изоляции свечи.

Определение угла опережения зажигания производится при помощи специальных стробоскопов, например Э-243, выполненного в брызгозащитном пластмассовом корпусе. Он подключается к бортовой сети 12 В, а запуск стробоскопической лампы произво-

Таблица 9.3

Номинальные параметры стартерной цепи

Тип стартера	Напряжение на клеммах $U_{ном}$, В	Потребляемый ток $I_{ном}$, А
СТ 103 А	7,0	825
СТ 130	9,0	250
СТ 142	18	800
СТ 230 К	9	650
СТ212-А	7	1450
СТ353	8,5	230

дится при помощи высокого напряжения, поступающего на свечу первого цилиндра. Световой луч прибора направляют на подвижную контрольную метку, расположенную на маховике или шкиве коленчатого вала. Вследствие стробоскопического эффекта контрольная метка будет казаться неподвижной и располагаться рядом с угловой отметкой, соответствующей углу опережения зажигания.

Для проверки центробежного регулятора угла опережения зажигания плавно увеличивают частоту вращения коленчатого вала, при этом метка угла должна плавно смещаться в сторону увеличения.

Вакуумный регулятор проверяют подключением и отключением трубки, соединенной со смесительной камерой карбюратора. Если регулятор исправен, при подключении трубки угол опережения зажигания увеличивается.

Все основные диагностические параметры системы зажигания можно определить по форме осциллограмм напряжения в первичной и вторичной цепях. Для этого используют мотор-тестеры, оснащенные электронно-лучевой трубкой и датчиками низкого и высокого напряжений. На экран электронно-лучевой трубки выводятся осциллограммы низкого или высокого напряжений, угловые отметки и две шкалы высокого напряжения 14 и 28 кВ.

В зависимости от режима работы горизонтальной развертки осциллограммы отражают переходные процессы в первичной и вторичной цепях системы зажигания в период между двумя размыканиями контактов одного цилиндра или всех цилиндров в наложенном виде, а также высокое напряжение всех цилиндров последовательно.

Датчики мотортестера подключают к первичной и вторичной цепям системы зажигания и полученные осциллограммы сравнивают с эталонами (рис. 9.29). Техническое состояние элементов системы зажигания отражает форма кривой на характерных участках осциллограмм.

На осциллограмме напряжения первичной цепи (см. рис. 9.29, а) участок 1-2 характеризует состояние конденсатора, участок 2-3 - первичной обмотки катушки зажигания, участок 4-5 - угол замкнутого состояния контактов; форма кривой в точке 4 - состояние контактов.

Осциллограмма напряжения первичной цепи для всех цилиндров в наложенном виде (см. рис. 9.29, б) в точке 4 характеризует износ кулачка и привода прерывателя. Перекрытие α не должно превышать 2° .

Осциллограмма вторичной цепи одного цилиндра (см. рис. 9.29, в) характеризует состояние вторичной обмотки катушки зажигания и распределителя высоковольтного провода катушки-распределителя. Осциллограмма высокого напряжения всех цилиндров последовательно (рис. 9.29, г) характеризует состояние свечей и вы-

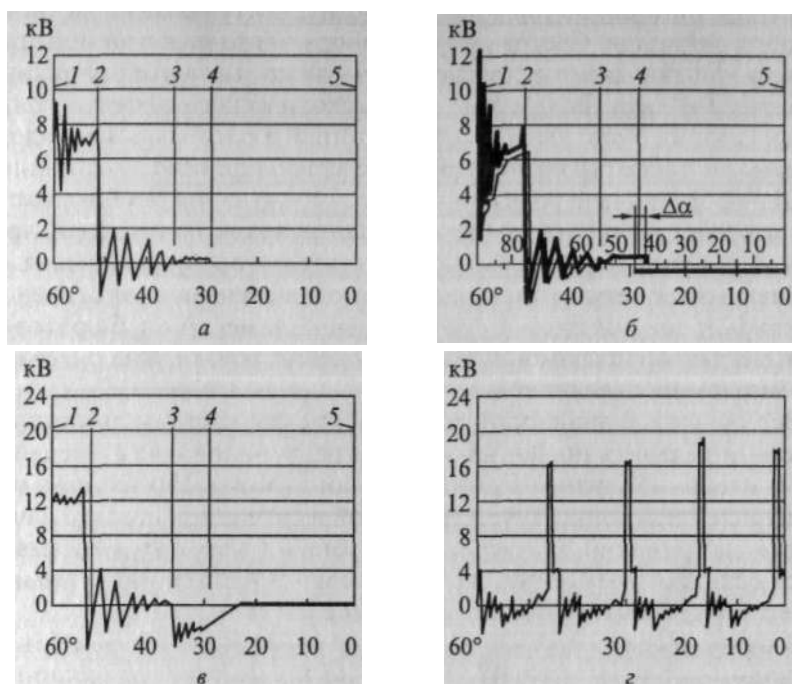


Рис. 9.29. Эталоны осциллограмм напряжений в системе зажигания:
 а - в первичной цепи для одного цилиндра; б - в первичной цепи для всех цилиндров в наложенном виде; в - во вторичной цепи для одного цилиндра; г - во вторичной цепи для всех цилиндров последовательно согласно порядку их работы

соковольтных проводов, а также распределение пробивного напряжения по цилиндрам.

При диагностировании системы освещения особое внимание уделяется состоянию фар, влияющему на безопасность движения, т. е. контролируется направление и сила их светового потока. Современные приборы контроля света фар (например, К-310) основаны на фотометрическом методе измерений. Такой прибор устанавливают строго на высоте фар так, чтобы его оптическая ось была параллельна продольной оси машины. Линза прибора фокусирует свет фары на фотозlemente, расположенном в центре экрана. Полученный электрический сигнал с фотозlementa поступает на стрелочный миллиамперметр, фиксирующий силу светового потока.

Для проверки бортовых контрольно-измерительных приборов применяют переносной прибор Э-204, позволяющий без снятия с машины контролировать 12- и 24-вольтовые датчики, а также указатели температуры, давления и уровня топлива различных систем (электротепловые, электромагнитные и логометрические). Для проверки датчиков и аварийных сигнализаторов давления в приборе имеется

воздушная система с поршневым насосом и контрольным манометром. Для проверки датчиков уровня топлива предназначен специальный угломер, фиксирующий угол наклона рычага с поплавком.

9.5. Диагностирование гидропривода

Одной из тенденций развития СДМ является широкое использование объемного гидропривода. Однако усложнение гидросхем приводит к увеличению трудоемкости ТО и ТР, а неоправданные разборки элементов гидропривода снижают их ресурс. Диагностирование позволяет значительно сократить время поиска дефекта гидропривода и снизить трудозатраты при его ТО и Р. Существующие методы диагностирования гидропривода по трудоемкости условно можно разделить на пять групп:

- статопараметрический метод, наиболее трудоемкий, требующий отвода из гидросистемы потока рабочей жидкости;

- методы амплитудно-фазовых и переходных характеристик и термодинамический, требующие установки в гидросистему датчиков, имеющих контакт с рабочей жидкостью;

- спектральный анализ и индикация инородных примесей, т.е. методы, требующие отбора проб рабочей жидкости;

- акустический, виброакустический, силовой и метод измерения скорости нарастания усилия на исполнительном элементе, т.е. методы, требующие установки датчиков, не имеющих контакта с рабочей жидкостью;

- кинематический метод, наименее трудоемкий, не требующий установки специальных датчиков.

Статопараметрический метод основан на измерении параметров функционирования гидропривода: давления P (МПа) и подачи рабочей жидкости Q (л/мин).

При диагностировании вычисляют объемный КПД насоса, равный отношению его фактической подачи (л/мин) к теоретической:

На практике вместо Q_{ϕ} определяют $Q_{\text{нм}}$ - подачу при номинальной частоте вращения вала насоса $n_{\text{ном}}$ и нагружении насоса до номинального давления $P_{\text{ном}}$. Учитывая, что при малых давлениях утечками в гидроагрегатах можно пренебречь, вместо Q_T при частоте вращения n_o определяют подачу Q_o (при давлении $P_o < 0,05P_{\text{ном}}$). При этом измерения должны проводиться при $n_{\text{ном}} = n_o$. Так как на СДМ, снабженных дизелями с центробежными регуляторами частоты вращения, это условие практически невыполнимо, для повышения точности измерений при вычислении η_o изменение частоты вращения корректируется: $\eta_o = (Q_{\text{ном}} n_o) / (Q_o n_{\text{ном}})$ - Нагружение, как правило, в этом случае устанавливается внешним дросселем. Ста-

топараметрический метод широко используется на практике и позволяет точно определить состояние каждого элемента гидросистемы. Недостатком метода является необходимость рассоединения звеньев гидропривода, что приводит к потере и загрязнению рабочей жидкости.

Метод амплитудно-фазовых характеристик (метод пульсаций давления) основан на измерении колебаний давления в напорной магистрали насоса в установившемся режиме его работы и предназначен для оценки технического состояния качающих узлов аксиально-поршневых насосов по осциллограмме пульсации давления. Этот метод позволяет определить суммарный износ в кинематической цепи, обеспечивающей возвратно-поступательное движение поршней. Недостатком его является невозможность определения износа элементов, влияющих на внутренние перетечки.

Метод переходных характеристик (волновой метод) основан на анализе диаграмм изменения давления на участках гидросхемы после переходных режимов ее работы. Ударная волна, проходя по участку гидросхемы, несет информацию о всех гидравлических сопротивлениях (золотниках, клапанах, вмятинах, утечках). Сравнив полученную ударную диаграмму с эталонной, можно оценить изменения в гидросистеме. Данный метод обладает высокой информативностью, но сложна расшифровка диаграмм. Кроме того, во время проведения измерений необходимо исключать из схемы узлы, влияющие на гашение пульсаций.

Термодинамический метод позволяет путем измерения перепадов температур на входе и выходе элементов гидросхемы определять их полный КПД. Основывается он на превращении в тепло энергии, теряемой в элементах гидропривода. Метод эффективен в условиях эксплуатации, однако требует высокой точности измерения температуры, наличия сведений о теплофизических свойствах применяемой гидрожидкости либо использования сложных измерительных схем.

Метод спектрального анализа заключается в определении количества и вида продуктов износа элементов гидропривода в рабочей жидкости. Он позволяет обнаруживать износ на его ранней стадии, однако сложно локализовать продукты износа одной детали.

Метод индикации инородных примесей основан на определении количества продуктов износа деталей в гидрожидкости при помощи специальных магнитных пробок, а также количества воды и дизельного топлива посредством несложного химического анализа.

Акустический метод применяется для диагностирования внутренней негерметичности гидроагрегатов. Он основан на измерении в ультразвуковом диапазоне шума рабочей жидкости, перетекающей через поврежденные уплотнения. Предварительная тарировка позволяет определить утечки в гидрораспределителях, клапанах и

других элементах гидросхемы. Достоинство - скорость измерений, недостаток - необходимость предварительной тарировки и наличие значительных помех от соседних агрегатов.

Виброакустический метод основан на анализе параметров вибрации объекта диагностирования. Применяется в основном для гидроагрегатов с явно выраженными циклическими рабочими процессами, например для аксиально-поршневых гидронасосов. Основное достоинство - принципиальная возможность получения информации о любом элементе гидропривода без его разборки, недостаток - сложность выделения полезной информации.

Силовой метод основан на определении усилия, развиваемого исполнительным механизмом. Метод широко применяется при оценке общего состояния гидропривода сельскохозяйственных машин в стационарных и полевых условиях. Достоинством его является возможность интегральной оценки состояния всего гидропривода исполнительного механизма, недостатком - невысокая точность.

Метод измерения скорости нарастания усилия на исполнительном элементе является развитием силового метода для определения технического состояния гидросистем сельскохозяйственных машин, в которых в качестве исполнительных элементов используются гидроцилиндры. Для измерения усилия применяются быстросъемные накладные датчики. Достоинством метода является возможность быстрого получения информации для оценки общего состояния гидропривода, однако он не может использоваться для диагностирования гидросхем с гидромотором.

Кинематический метод, являясь наименее трудоемким, определяет общее техническое состояние гидропривода по скорости перемещения исполнительных элементов, нагруженных рабочим оборотом. Он достаточно прост и не требует применения специального оборудования, однако имеет невысокую точность.

На основе наиболее распространенного статопараметрического метода разработаны переносные и стационарные средства диагностирования гидропривода.

Наиболее простым по конструкции переносным средством диагностирования гидропривода является устройство КИ-5473, предназначенное для проверки гидросистем сельскохозяйственных и дорожно-строительных машин с рабочим давлением до 10 МПа. Оно состоит из дросселя-расходомера, комплекта сменных переходников и шлангов, размещенных в двух футлярах, и служит для проверки давления настройки предохранительных клапанов от 1,0 до 15 МПа и расхода рабочей жидкости в пределах от 10 до 90 л/мин. Дроссель-расходомер КИ-1097-1 (рис. 9.30) состоит из корпуса с входным и выходным штуцерами, рукоятки дросселя с лимбом и манометра. Действие прибора (рис. 9.31, а) основано на контроле

положения лимба дросселя, при котором измеряемый поток рабочей жидкости Q создает давление $P = 10$ МПа. Шкала лимба проградуирована в единицах расхода рабочей жидкости с вязкостью $(48 \dots 80) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при температуре $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Подачу насоса определяют по схеме, приведенной на рис. 9.31, б. Для чего сначала полностью открывают проходное сечение дросселя, вход прибора подключают к напорной магистрали, а выход соединяют с баком. Затем плавно поворачивают рукоятку дросселя из положения «Открыто» в положение «Закрыто» до установки давления, равного 10 МПа. Расход определяют по лимбу дросселя. При невозможности установки давления 10 МПа расход через прибор (л/мин) при давлении P находят по формуле

$$Q_p = 0,316 Q_n \sqrt{P},$$

где Q - расход по лимбу прибора, л/мин; P - давление при проверке, МПа.

Испытание насоса проводят при номинальной частоте вращения коленчатого вала ДВС. Если при этом подача насоса превышает верхний предел измерений прибора 90 л/мин, снижают частоту вращения и подачу насоса приводят к номинальной частоте вращения по формуле

$$Q_{п\text{ ном}} = Q_{п\text{ ном}} n_{\text{ном}} / n_{\text{из}},$$

где $Q_{п\text{ ном}}$ - подача насоса при $n_{\text{из}}$, л/мин; $n_{\text{ном}}$, $n_{\text{из}}$ - соответственно номинальная и измеренная частота вращения коленчатого вала, об/мин.

Давление настройки предохранительного клапана определяют по схеме, приведенной на рис. 9.31, в. Дроссель-расходомер подключают к выходным штуцерам гидрораспределителя и поворотом рукоятки дросселя поднимают давление. При срабатывании предохранительного клапана рост давления прекращается.

Утечки в гидрораспределителе определяют по схеме, показанной на рис. 9.31, в. Установив рукояткой дросселя давление 10 МПа,

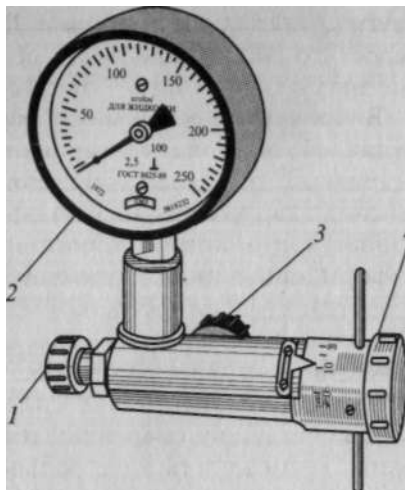


Рис. 9.30. Общий вид дросселя-расходомера КИ-1097-1:

1 - входной штуцер; 2 - манометр; 3 - выходной штуцер; 4 - поворотная рукоятка

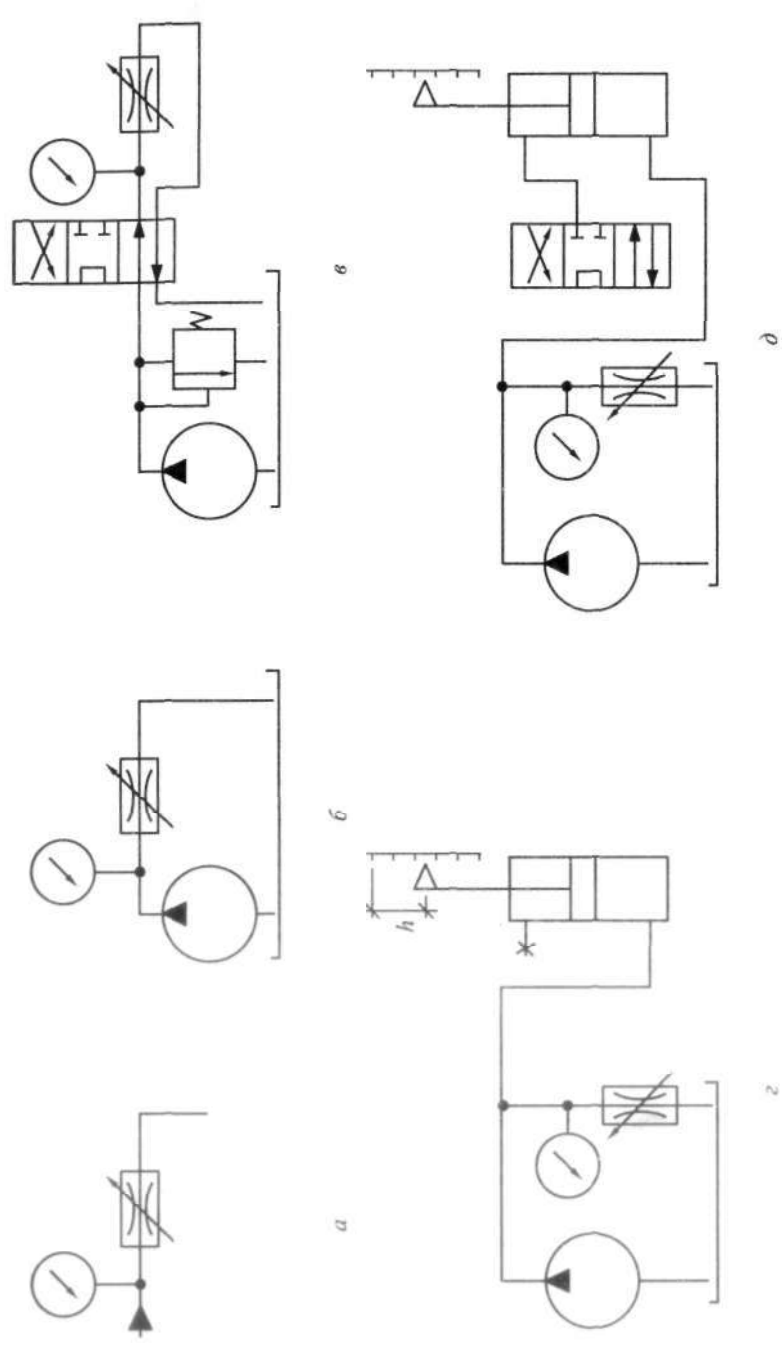


Рис. 9.31. Схема дросселя-расходомера (*а*) и схемы его включения для определения подачи насоса (*б*), давления настройки клапана (*в*), внутренних перетечек в гидроцилиндре (*г*) и утечек в гидрораспределителе (*д*)

фиксируют расход жидкости через прибор. При исправном предохранительном клапане утечки в гидрораспределителе соответствуют разнице между подачей насоса и расходом жидкости через прибор, приведенными к номинальной частоте вращения. Так как цена деления лимба прибора составляет 5 л/мин, данная схема может применяться лишь при больших утечках.

Небольшие внутренние перетечки в гидроцилиндре измеряют по схеме, приведенной на рис. 9.31, з. Для чего поршень гидроцилиндра устанавливают в среднее положение, а на штуцер штоковой полости ставят заглушку. Рукояткой дросселя устанавливают давление 10 МПа и контролируют положение указателя, закрепленного на штоке гидроцилиндра. При наличии внутренних перетечек давление в штоковой и бесштоковой полостях гидроцилиндра выравнивается и, так как площадь поршня в этих полостях различна, появляется сила, выталкивающая шток гидроцилиндра. Скорость выталкивания штока зависит от внутренних перетечек (л/мин) в гидроцилиндре, которые можно определить по формуле

$$Q_{\text{гц}} = \frac{h_1 S}{1000 t},$$

где h_1 - выдвижение штока, см; S - площадь поршня в штоковой полости гидроцилиндра, см²; t - время измерения выдвижения штока, мин (в зависимости от размеров и состояния гидроцилиндра $t = 3 \dots 10$ мин).

Небольшие утечки в гидрораспределителе измеряют по схеме, показанной на рис. 9.31, д, в которой используются гидроцилиндр с определенными ранее внутренними перетечками 2гц- Навернув на выходной и входной штуцеры гидрораспределителя заглушки, рукояткой дросселя устанавливают давление 10 МПа, после чего скорость движения штока будет зависеть от внутренних перетечек в гидроцилиндре и герметичности золотниковой пары в проверяемом гидрораспределителе.

Утечки в гидрораспределителе, л/мин,

$$Q_{\text{гп}} = \frac{(h_2 - h_1) S}{1000 t},$$

где h_1 , h_2 - соответственно выдвижение штока при проверках герметичности гидроцилиндра и суммарной герметичности, см.

По этой схеме можно определять утечки и в других гидроагрегатах, например клапанах, гидрозамках, кранах.

Для диагностирования гидропривода СДМ с максимальным давлением до 32 МПа и расходом рабочей жидкости до 300 л/мин применяют специальные гидротестеры, представляющие собой компактный диагностический комплекс, состоящий из нагружающего устройства, датчиков и измерительных приборов.

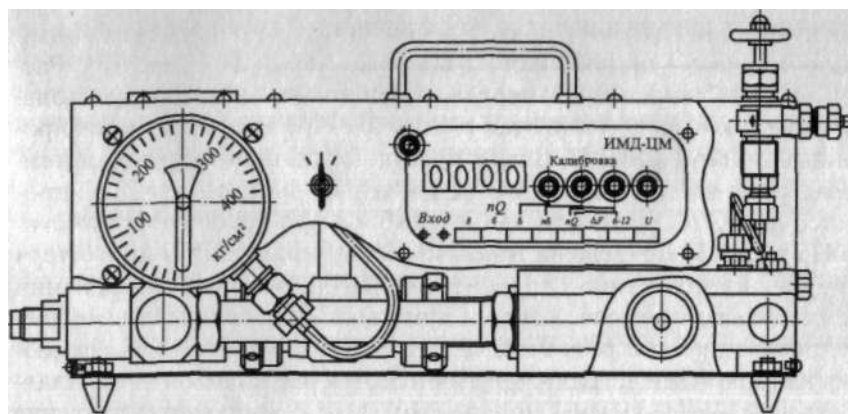


Рис. 9.32. Общий вид гидротестера

На рис. 9.32 показан общий вид гидротестера ГТ-150, предназначенного для измерения расхода рабочей жидкости до 150 л/мин при давлении до 32 МПа. Принципиальная схема гидротестера приведена на рис. 9.33. В качестве нагружающего устройства в нем используется предохранительный клапан непрямого действия, позволяющий более точно, чем дроссель, поддерживать давление нагрузки. Давление измеряется манометром, снабженным дросселем для гашения пульсаций. Дополнительно может устанавливаться дат-

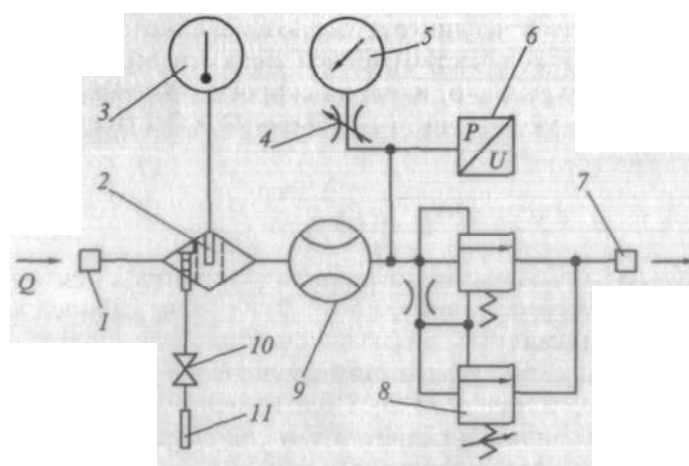


Рис. 9.33. Принципиальная схема гидротестера:

1, 7- соответственно входной и сливной штуцеры; 2 - датчик температуры; 3 - указатель температуры; 4 - дроссель манометра; 5 - манометр; 6 - датчик давления; 8 - предохранительный клапан; 9- датчик расхода; 10- кран проботоотборника; 11 - проботоотборник

чик пульсаций давления, позволяющий контролировать суммарный зазор поршень - шатун - вал в аксиально-поршневых насосах. Расход рабочей жидкости измеряется турбинным датчиком расхода, сигналы с которого подаются в блок электроники - модернизированный прибор ИМД-Ц. В него поступают сигналы с датчиков температуры и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Гидротестер имеет также устройство для отбора проб рабочей жидкости.

На рис. 9.34 приведены типовые схемы включения гидротестера при диагностировании гидросистем СДМ. При диагностировании гидронасосов наиболее часто используют последовательную схему, показанную на рис. 9.34, а, т. е. гидротестер включают в разрыв напорной магистрали между насосом и распределителем. Плавное увеличение нагрузки, определяют (и устанавливают) давление настройки предохранительного клапана и по приведенной ранее методике находят объемный КПД насоса.

Если давление в сливной магистрали превышает $0,05P_{\text{ном}}$, применяют байпасную схему включения, приведенную на рис. 9.34, б, при этом сливная магистраль гидротестера должна соединяться с баком через быстроразъемное соединение.

При определении объемного КПД гидрораспределителя $\eta_{\text{огр}}$ применяется схема, показанная на рис. 9.34, в. В этом случае измеряют расход на выходе из гидрораспределителя при номинальном и минимальном давлениях, определяют объемный КПД гидросхемы $\eta_{\text{огс}}$, а затем вычисляют $\eta_{\text{огр}} = \eta_{\text{огс}}/\eta_{\text{огн}}$.

При диагностировании гидроцилиндров гидротестер включают по схеме, приведенной на рис. 9.34, г. Нагрузив гидроцилиндр рабочим оборудованием и выдвинув шток, по шкале расходомера гидротестера определяют количество рабочей жидкости, подаваемой в гидроцилиндр. Одновременно, измерив скорость выдвижения штока гидроцилиндра, можно вычислить объемный КПД гидроцилиндра

$$\eta_{\text{огц}} = \frac{VS}{1000Q_a},$$

где V - скорость выдвижения штока гидроцилиндра, см/мин; S - площадь поршня гидроцилиндра, см²; Q_a - подача рабочей жидкости в цилиндр, л/мин.

Сократить затраты времени на подключение гидротестера позволяет Т-схема (см. рис. 9.34, д). Подключение гидротестера производится к встроенным в гидросистему специальным штуцерам и быстроразъемным соединениям.

Технология диагностирования по Т-схеме несколько отличается от традиционной, для создания нагрузки на гидросистему в ней используется рабочее оборудование. При установке поршня гидроцилиндра в одно из крайних положений давление в гидросистеме

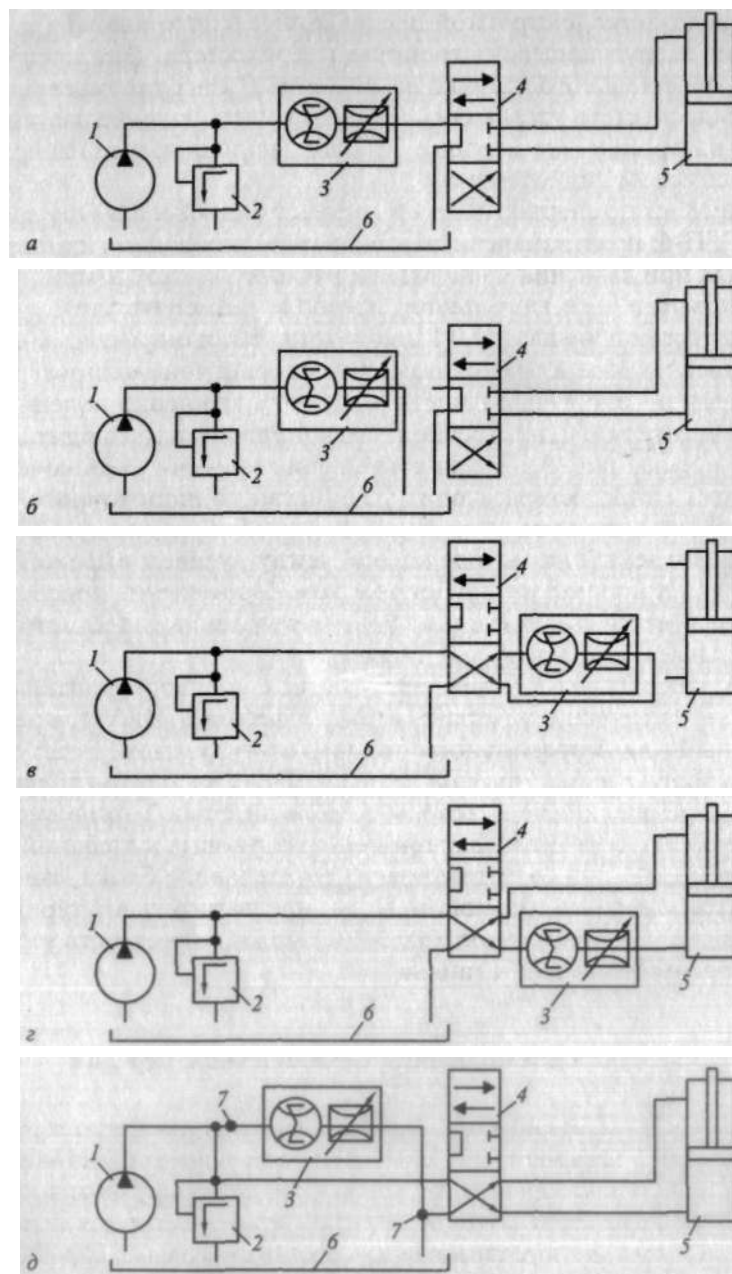


Рис. 9.34. Схемы включения гидротестера:
а - последовательная, *б* - байпасная, *в* - диагностирования гидрораспределителя, *г* - диагностирования гидроцилиндра; *д* - Т-схема; 1 - насос; 2 - предохранительный клапан; 3- гидротестер; 4- гидрораспределитель; 5- гидроцилиндр; 6- бак; 7- быстро-разъемное соединение

ме определяется настройкой предохранительного клапана и установкой нагружающего устройства гидротестера. Для настройки предохранительного клапана на давление P_x нагружающее устройство гидротестера устанавливают на большее значение давления, а после настройки - на меньшее, при этом подача насоса измеряется расходомером гидротестера.

Одной из последних моделей является гидротестер универсальный ГТП-6, предназначенный для диагностирования гидропривода СДМ при давлении до 40 МПа и расходе 20... 250 л /мин. Кроме больших расходов гидротестер позволяет измерять утечки рабочей жидкости в диапазоне 0,1... 20 л/мин. Его измерительный блок выполнен на базе микропроцессора, который контролирует также температуру рабочей жидкости и частоту вращения коленчатого вала двигателя. Подключение к гидроприводу производится также по схемам рис. 9.34. Для сокращения времени подключения в комплект гидротестера входит устройство полнопоточного отбора рабочей жидкости, представляющее собой трехходовой кран, устанавливаемый на выходе насоса между рукавом высокого давления и металлическим трубопроводом. Применение подсоединительного устройства позволяет без переключения гидротестера реализовывать байпасную или Т-схему.

Для реализации акустического метода диагностирования разработан измеритель ультразвуковых колебаний ИКУ-1, предназначенный для безразборного контроля внутренних утечек через неплотности распределительных и запорных элементов гидроприводов, а также поиска неисправностей в дизельной топливной аппаратуре. Он состоит из датчика ультразвуковых колебаний, присоединяемого к гидроагрегатам, и измерительного блока, снабженного стрелочным индикатором. После предварительной тарировки по уровню ультразвуковых колебаний можно определять утечки в гидрораспределителях, клапанах и т. д.

9.6. Диагностирование механических передач

Для диагностирования механических передач применяются различные методы. Например, определить общее техническое состояние передачи можно по мощности, затрачиваемой на прокручивание трансмиссии машины. Этот метод в основном применяется для колесных машин и может быть реализован на стендах с беговыми барабанами. Он не трудоемкий, однако требует использования дорогостоящего оборудования и большой площади для его размещения.

Виброакустический метод позволяет определить как общее техническое состояние трансмиссии, так и состояние ее отдельных элементов: зубчатых колес, подшипников, шлицевых соединений и т. д.

Однако он пока широко не применяется ввиду отсутствия серийно выпускаемых средств диагностирования.

По концентрации продуктов износа в смазке определяют износ сопряжений и отдельных деталей механических передач. Зная химический состав материала, из которого изготовлены детали, можно проследить за скоростью их изнашивания, при резком возрастании которой фиксируется начало аварийного износа. Для анализа пробы масла берут на работающей машине либо сразу после ее остановки пока продукты износа находятся во взвешенном состоянии. Наиболее точные результаты дает спектральный анализ проб путем сжигания масла в электрическом разряде. В этом случае по одной пробе масла можно оценить состояние различных деталей, однако отсутствие предельных значений концентрации продуктов износа и высокая стоимость спектрографической установки сдерживают широкое распространение данного метода.

Наибольшее практическое применение получил метод диагностирования механических передач по оценке суммарного углового зазора, для определения которого затормаживают входной или выходной вал передачи, а незаторможенный вал проворачивают, оценивая угол поворота при помощи специального люфтомера, например КИ-4832. Этот прибор, предназначенный для определения угловых зазоров в трансмиссии автомобиля, представляет собой рычажный динамометр, снабженный жидкостным угломером с пределами измерений $\pm 90^\circ$ и ценой деления шкалы 30 мин. При помощи специальных зажимов люфтомер закрепляется на валу, проворачивая который в одну сторону до выбора зазора, устанавливают нулевую отметку шкалы угломера. Полный выбор зазора определяют по резкому увеличению показаний рычажного динамометра. Проворачивая вал в другую сторону, находят суммарный люфт передачи, соединенной с валом.

Для определения суммарного углового зазора в трансмиссии неработающего автомобиля вывешивают ведущий мост и устанавливают на заднюю вилку карданного шарнира люфтомер. Зазор в карданной передаче проверяют при затянутом стояночном тормозе, а при определении углового зазора в коробке передач его отпускают и, поочередно включая все передачи, проворачивают карданный вал. Из полученных значений вычитают угловой зазор в карданной передаче. Для определения зазора в главной передаче шестерни в коробке передач устанавливают в нейтральное положение и затормаживают ведущие колеса. Предельные значения угловых зазоров в трансмиссии грузовых автомобилей составляют: в карданной передаче $5 \dots 6^\circ$, в коробке передач $5 \dots 15^\circ$, в главной передаче $55 \dots 65^\circ$.

При диагностировании трансмиссии тракторов применяется также жидкостный угломер КИ-13909, рассчитанный на измерение

угла поворота до 9° с точностью до 15 мин. Смонтирован он в пластмассовом корпусе и крепится к валу при помощи магнита.

Для определения суммарного углового зазора в механизмах силовой передачи гусеничного трактора угломер устанавливают на ведущее колесо, освобожденное от звеньев гусеничной цепи. Угловой зазор в бортовой передаче проверяют при включении соответствующего бортового тормоза. Прикладывая к ведущему колесу через динамометрический ключ усилие 100... 120 Н-м, выбирают зазор в бортовой передаче, выставляют «0» на шкале угломера, проворачивают колесо в обратную сторону и определяют зазор. В зависимости от марки трактора предельное значение зазора составляет 2...4°. Для определения суммарного углового зазора в кинематической цепи всей силовой передачи выключают бортовой тормоз, и поочередно включая все передачи, проворачивают ведущее колесо. Суммарный зазор не должен превышать 7°, а разброс значений при включении разных передач - 30 мин.

Для проверки биения карданного вала применяют приспособление КИ-8902А, которое состоит из электромагнита и прикрепленного к нему через шарнир и телескопический зажим индикатора перемещений часового типа. Приспособление крепится к раме машины с помощью электромагнита, подключенного к бортсети напряжением 12 В. При диагностировании вывешивают ведущие колеса неработающей машины и включают нейтральную передачу. Используя шарнир и телескопический зажим приспособления, доводят поводок индикатора до соприкосновения с карданным валом и, провернув его на один оборот, определяют биение, которое для грузовых автомобилей не должно превышать 1,2 мм.

Пробуксовку сцепления проверяют при помощи стробоскопа, в котором момент возникновения вспышек синхронизирован с частотой вращения двигателя. Для двигателей с искровым зажиганием применяется стробоскоп Э-243, а для дизелей - стробоскоп из комплекта К-296. При проверке на карданный вал в месте, доступном для освещения стробоскопом, наносят меловую отметку. Для создания нагрузки на сцепление колесную машину устанавливают на стенд с беговыми барабанами, включают прямую передачу и стробоскопом освещают вращающийся карданный вал. При отсутствии пробуксовки сцепления меловая отметка будет казаться неподвижной.

9.7. Диагностирование тормозов, ходового и рулевого оборудования

Диагностирование тормозной системы колесных машин проводят в эксплуатационных и стационарных условиях.

В условиях эксплуатации определяют тормозной путь, для чего выбирают ровный горизонтальный участок дороги с твердым сухим покрытием и после резкого однократного нажатия на педаль тормоза при выключенном сцеплении измеряют следы, оставленные на покрытии. При этом также определяют синхронность срабатывания тормозов. Тормозной путь грузовых автомобилей при начальной скорости 30 км/ч должен составлять 9,5... 11 м, а колесных тракторов при скорости 20 км/ч - 6,6... 7,8 м.

В условиях эксплуатации можно также определить максимальное замедление при торможении с помощью деселерометра типа 1155М. Основой этого прибора является маятник, который отклоняется под действием сил инерции при торможении машины. Маятник, имеющий указатель, т. е. стрелку, фиксирующую максимальное отклонение, находится внутри корпуса, который при помощи присосок крепится к лобовому стеклу машины. Замедление грузовых автомобилей должно составлять не менее $4,2 \text{ м/с}^2$.

Тормозную силу определяют на специальных стендах, которые позволяют получить более точные значения диагностических параметров. В настоящее время наибольшее распространение получили силовые роликовые стенды, принцип действия которых заключается в измерении крутящего момента, необходимого для вращения заторможенного колеса. Как правило, стенды имеют два блока привода роликов, что позволяет проводить одновременное диагностирование тормозов одной оси машины. Блок привода роликов (рис. 9.35) состоит из рамы 13, на которой установлен приводной электродвигатель 12, вращающий через цепную передачу 1 и редуктор 2 беговой барабан (ролик) 8. Усилие на беговой барабан 9 передается через цепную передачу 5. Статор электродвигателя 12 установлен в подшипниковых опорах 10 и 14, что позволяет при помощи датчика 1 измерять реактивный крутящий момент при затормаживании беговых барабанов 8 и 9. Блоки привода роликов устанавливают по бокам смотровой канавы. Для обеспечения заезда и съезда машины между беговыми барабанами располагается площадка пневмоподъемника. Отбойный ролик 6 предохраняет машину от бокового съезда с барабана. После установки машины на стенд электродвигателями раскручивают барабаны до частоты вращения, соответствующей скорости движения 4... 6 км/ч, и нажимают на педаль тормоза. Роликовые стенды позволяют также определять усилие на педали тормоза, неравномерность распределения тормозных сил колес по оси и время срабатывания тормозного привода.

Современные конструкции стендов для грузовых автомобилей позволяют определять тормозную силу до 25 кН, а для энергонасыщенных тракторов и дорожных машин применяется следующая методика, разработанная в ГОСНИТИ. Мощность, затрачиваемая

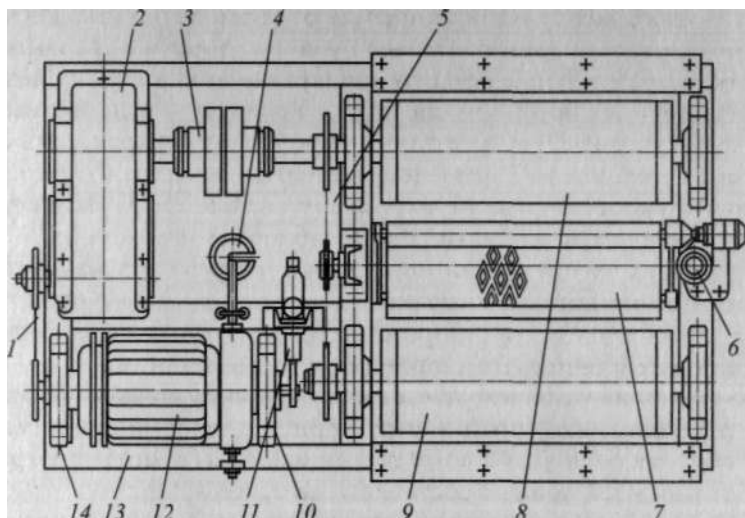


Рис. 9.35. Блок привода роликов стенда для диагностирования тормозов:
1,5- цепная передача; 2- редуктор; 3- муфта; 4- датчик реактивного момента; 6- отбойный ролик; 7- площадка пневмодатчика; 8,9- беговой барабан; 10, 14- подшипниковая опора; 11- тормоз; 12- электродвигатель; 13- рама

на вращение заторможенных колес, косвенно определяется по расходу топлива. При проведении измерений необходимо обеспечить свободное вращение ведущих колес, для чего машину устанавливают на роликовый стенд или вывешивают ось с ведущими колесами. В последнем случае для обеспечения неподвижности машины подкладывают под остальные колеса специальные упоры или заглубляют в грунт рабочее оборудование (отвал, рыхлитель и т. д.). После прогрева двигателя до рабочей температуры включают повышенную передачу и измеряют расход топлива на прокручивание расторможенных колес Q_p . Затем, нажав на педаль тормоза, определяют расход топлива на прокручивание заторможенных колес Q_z после чего находят расход топлива, затрачиваемого на торможение (л/ч): $Q_T = Q_z - Q_p$. Например, при торможении заднего моста трактора К-700А Q_T должен составлять не менее 34 л/ч. Меньшее значение свидетельствует о снижении эффективности тормозов (замасливание тормозных колодок и т. д.).

Для диагностирования пневматического привода тормозов применяют переносной комплект К-482, состоящий из манометров, переходников и шлангов, что позволяет измерять давление в характерных точках пневмопривода.

Основными диагностическими параметрами, определяющими техническое состояние гусеничного ходового оборудования, явля-

ются натяжение цепи, осевой люфт направляющего колеса, опорного катка, поддерживающего ролика и износ гусеничной цепи.

Степень натяжения гусеничной цепи контролируется по провисанию звеньев верхней ветки. Для определения провисания на грунтозацепы звеньев, расположенных над поддерживающими роликами, кладут деревянную рейку и линейкой измеряют расстояние между рейкой и грунтозацепом наиболее провисшего звена. Номинальные и предельные значения провисания приводятся в нормативно-технической документации. Например, у трактора ДТ-75 провисание может изменяться в пределах 40... 70 мм. Неправильное натяжение гусениц обуславливает повышение затрат мощности на перемещение машины до 9 %.

Осевой люфт в механизмах гусеничного ходового оборудования определяют приспособлением КИ-4850, состоящим из штатива, который с помощью электромагнита может устанавливаться на элементы гусеничного ходового оборудования, и шарнирно закрепленного на нем индикатора перемещений часового типа. Перемещая диагностируемые узлы (направляющее колесо, опорный каток, поддерживающий ролик) вдоль оси в обе стороны до отказа, по шкале индикатора, подведенного к их торцу, определяют зазор. Для обеспечения возможности перемещения опорного катка один борт трактора поднимают домкратом, а при определении зазора в подшипниках направляющего колеса разъединяют гусеницу.

Износ гусеничной цепи определяют по суммарной длине десяти звеньев в верхней части гусеницы. Перед измерениями гусеницу натягивают, для чего, начав движение назад, затормаживают трактор. У трактора ДТ-75 длина десяти звеньев может изменяться в пределах 1750... 1890 мм.

При диагностировании колесного ходового устройства основными параметрами технического состояния являются давление в шинах, дисбаланс колес и углы установки управляемых колес.

Отклонение давления в шинах от нормы приводит к ускоренному износу протектора и увеличению затрат мощности на перемещение машины. Давление измеряют манометрами со специальными наконечниками различных конструкций. Шинные манометры предназначены только для контроля давления, а наконечники для воздухозаздаточных шлангов, например 458М2, служат для подачи в шину сжатого воздуха и выпуска избыточного воздуха с одновременным измерением давления.

Дисбаланс вызывается неравномерным распределением массы колеса относительно его вертикальной плоскости симметрии и(или) оси вращения. Проверка и устранение дисбаланса могут производиться статическим и динамическим методами. Для грузовых автомобилей применяется в основном статическая балансировка на вывешенном колесе с обеспечением возможности его свободного

вращения. Колесо вращают, и найденное после его свободной остановки наиболее тяжелое место помечают мелом. При помощи специальных грузиков, перемещаемых по ободу колеса, добиваются восстановления равновесия, при этом колесо должно останавливаться в любом положении.

Определить сходжение можно двумя способами: измерением геометрических параметров установки управляемых колес на тракторах и оценкой взаимодействия вращающегося колеса с опорной поверхностью.

Наиболее простыми устройствами для измерения сходжения являются специальные линейки различных видов, общим для которых является наличие телескопической трубчатой конструкции, позволяющей поочередно измерять величины A и B (рис. 9.36). Нормальные значения разности $B-A$ (сходжения) приведены в нормативной документации. Измерение геометрических размеров также может производиться на специальных оптических стендах, работа которых основана на контроле отклонения луча осветителя. Световой луч отражается от зеркала, закрепленного на ободу колеса, и попадает на специальный проекционный экран с делениями. В современных стендах в качестве осветителя используется лазерный излучатель.

Для определения взаимодействия управляемых колес с опорной поверхностью применяют специальные стенды с двумя блоками беговых барабанов. Каждый блок оснащен датчиком бокового усилия, возникающего при установке на барабан колеса, плоскость вращения которого не перпендикулярна оси вращения барабана. Применение стендов для измерения бокового усилия позволяет быстро определять углы установки управляемых колес в условиях, приближенных к эксплуатационным.

При диагностировании рулевого управления определяют люфт рулевого колеса и усилие на нем с помощью динамометров-люфтомеров различных конструкций, устанавливаемых на рулевом колесе. Усилие на рулевое колесо передается через пружинный динамометр, люфт определяется по шкале люфтомера относительно неподвижной стрелки, закрепляемой на рулевой колонке или на ветровом стекле. Усилие на рулевом колесе трактора, снабженного гидроусилителем руля, не должно превышать 50 Н, а люфт - 30°.

При диагностировании гидроусилителя применяют прибор К-465М, с помощью которого измеряют производительность и максимальное давление гидронасоса, давление и герметичность в



Рис. 9.36. Установка направляющих колес

рулевым механизме, температуру рабочей жидкости. Встроенный тахометр прибора подключается к системе зажигания приводного двигателя, а для дизеля необходим дополнительный тахометр.

При диагностировании гидростатического рулевого механизма, не имеющего жесткой связи рулевого колеса с управляемыми колесами, дополнительно определяют число оборотов рулевого колеса между двумя крайними положениями. Этот параметр позволяет косвенно оценить внутренние перетечки в рулевом механизме.

9.8. Виброакустическая диагностика

Работа всех машин и механизмов, имеющих движущиеся части, сопровождается вибрацией и шумом. Причинами виброакустических колебаний являются соударения в кинематических парах, неуравновешенность перемещающихся деталей, гидромеханические процессы и др. Например, вибрация корпуса форсунки в процессе впрыска топлива вызывается колебаниями поднимающейся иглы и ее ударом во время посадки после окончания впрыска.

Самым мощным в ДВС является шум выпуска, возникающий в результате выхода с большой скоростью отработавших газов через изменяемое во времени проходное сечение выпускного клапана. Мощность шума выпуска в значительной мере зависит от избыточного давления в цилиндре и температуры газов, которые возрастают с увеличением нагрузки на двигатель.

Работа аксиально-поршневых насосов сопровождается вибрацией корпуса и акустическим шумом, а также пульсацией давления рабочей жидкости в напорной магистрали. Причины этих явлений могут быть механического и гидромеханического характера.

Одна из причин механических шумов - наличие суммарного зазора поршень - шатун - вал, который в значительной мере определяет техническое состояние насоса.

Причиной гидродинамических шумов в основном является резкий перепад давлений при переходе рабочей жидкости из всасывающей полости насоса в нагнетающую, т. е. часть гидравлической мощности, развиваемой при этом насосом, идет на создание вибрации и шума. Шум и вибрацию механизмов давно используют при оценке их технического состояния. Опытные механики могут определить неисправность на слух. Использование же достижений современной науки позволяет проводить более точный и объективный анализ виброакустических сигналов, которые используются в качестве косвенных диагностических параметров.

Для измерения вибрации применяют специальные вибродатчики, а для измерения шума - микрофоны. Обработывают полученные электрические сигналы при помощи виброизмерительной ап-

паратуры. При диагностировании результаты измерения вибрации и шума представляют, как правило, в графическом виде на экране электронно-лучевых осциллографов.

При измерениях датчик воспринимает не только сигнал, несущий полезную информацию, но и посторонние сигналы, вызванные высокой виброактивностью работающих агрегатов, что обуславливает необходимость применения более сложной, чем простое усиление, обработки сигнала. Для выделения полезной информации из сложного виброакустического сигнала применяют различные методы: выбор определенного места установки датчика, фильтрацию сигнала и др. Применение для регистрации сигнала электронно-лучевого осциллографа позволяет выделить полезный сигнал при помощи временной селекции. Соударения различных деталей в механизмах происходят в строго определенные моменты времени или, если речь идет о вращательном движении, в определенные угловые промежутки фазового состояния механизма. Включая регистрирующую аппаратуру только в моменты возникновения полезного сигнала, можно значительно уменьшить количество мешающих сигналов, для чего горизонтальная развертка луча на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна работать в ждущем режиме. В этом случае движение луча на экране ЭЛТ, а значит, и регистрация процесса начнутся только после прихода внешнего синхроимпульса, для получения которого используют механические и электронные фазоизбирательные устройства (фазоизбиратели).

Механический фазоизбиратель устанавливают на машину так, чтобы валик фазоизбирателя вращался синхронно с валом машины. Тогда происходящие при вращении валика замыкания и размыкания контактов вызывают возникновение импульсов, синхронных вращению вала машины. Поворачивая корпус фазоизбирателя, выбирают момент возникновения синхроимпульсов.

Для работы электронных фазоизбирательных устройств (ЭФУ) не требуется наличия механической связи с вращающимися частями машин, что значительно расширяет область их применения. Принцип действия ЭФУ основан на фиксации момента подачи синхроимпульса посредством подсчета угловых отметок за определенный угол поворота вала машины.

При диагностировании ДВС в качестве угловых отметок могут использоваться импульсы, возникающие в индуктивном датчике, расположенном над зубьями венца маховика. Для подсчета угловых отметок применяют электронные счетчики с переменным коэффициентом пересчета (деления) K . При поступлении на вход такого счетчика числа угловых отметок, равного K , на выходе счетчика появляется импульс, запускающий развертку осциллографа. Если K равно числу зубьев на венце маховика Z , развертка будет

запускаться после каждого оборота ДВС. Для того, чтобы развертка запускалась один раз в течение полного рабочего цикла ДВС, коэффициент деления определяют по формуле $K = Zt/2$, где x - число тактов за полный цикл работы ДВС.

При исследовании вибрации агрегатов, связанных с валом ДВС через редуктор (например, гидронасоса), $K = Z/i$, где i - передаточное число редуктора.

При использовании ЭФУ начальная фаза включения развертки осциллографа определяется случайным образом. Поиск заданной фазы работы механизма осуществляется посредством увеличения или уменьшения значения K относительно расчетного. При этом осциллограмма на экране ЭЛТ смещается соответственно влево или вправо. Заданная фаза работы механизма определяется подсчетом угловых отметок между опорной отметкой и началом осциллограммы, регистрируемой на экране ЭЛТ в данный момент времени, для чего угловые и опорная отметки выводятся на второй луч ЭЛТ. Рабочая фаза ДВС (град.) относительно отметки ВМТ первого цилиндра $\phi = 360Z_x/Z$, где Z_x - число отметок зубьев, отсчитанных на экране относительно ВМТ.

В настоящее время специальное оборудование для виброакустической диагностики серийно не выпускается, однако используются виброакустические приборы общего назначения: шумомеры, измерители вибрации и т.д. На рис. 9.37 приведена схема измерений, примененная в МАДИ для виброакустической диагностики дизеля. Для регистрации сигналов в ней используется двухлучевой осциллограф, на экран которого выводятся сигналы от виброакустического датчика, датчика угловых отметок и ВМТ. Ждущая развертка осциллографа запускается в заданный момент с помощью ЭФУ. Предварительная обработка виброакустического сигнала производится с помощью шумомера.

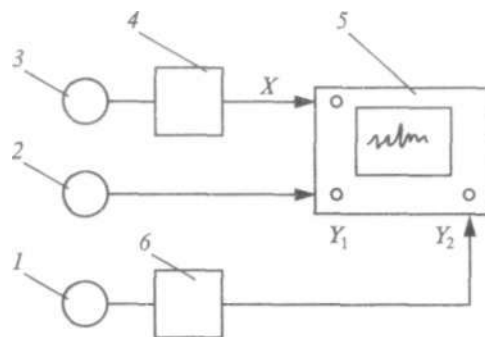


Рис. 9.37. Схема измерений виброакустических сигналов:
1 - датчик виброакустических сигналов; 2 - датчик ВМТ; 3 - датчик угловых отметок; 4 - электронное фазоизбирательное устройство; 5 - двухлучевой осциллограф; 6 - шумомер

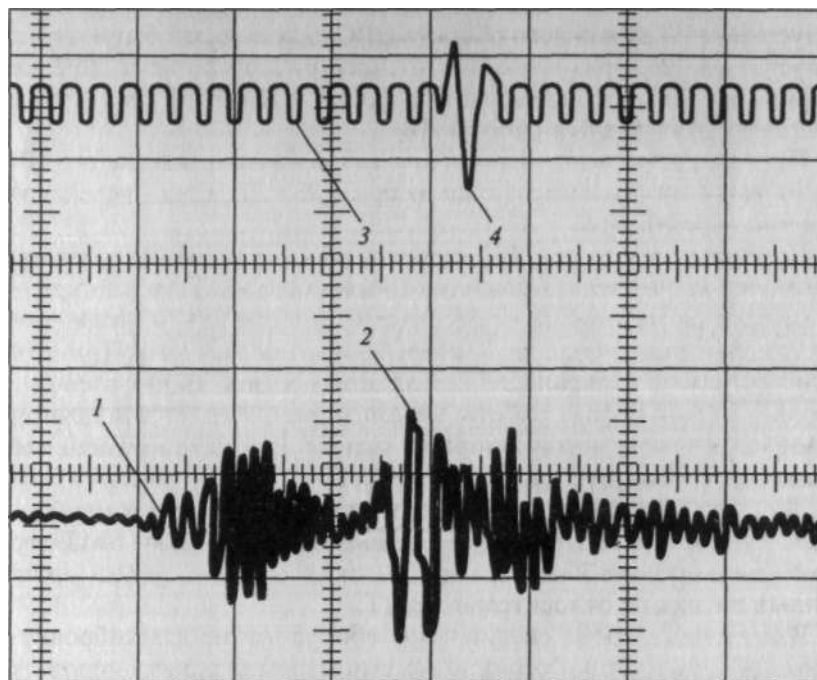
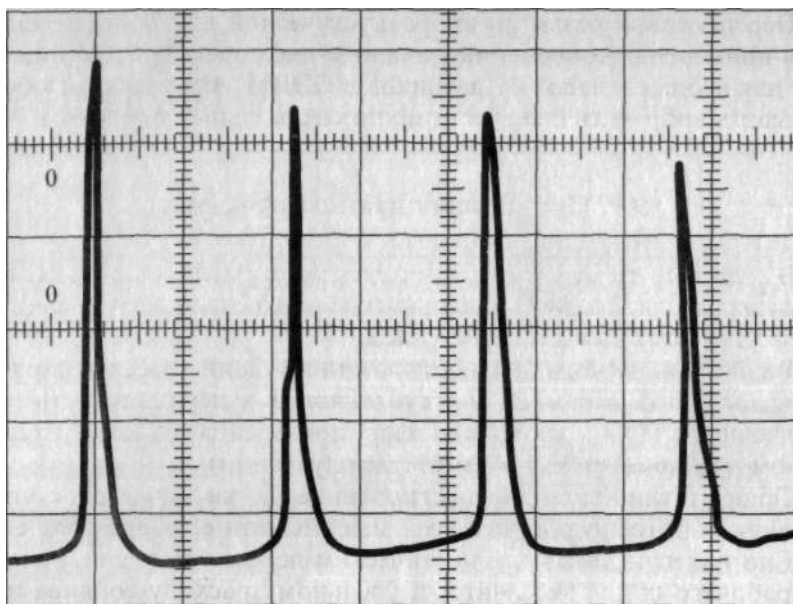


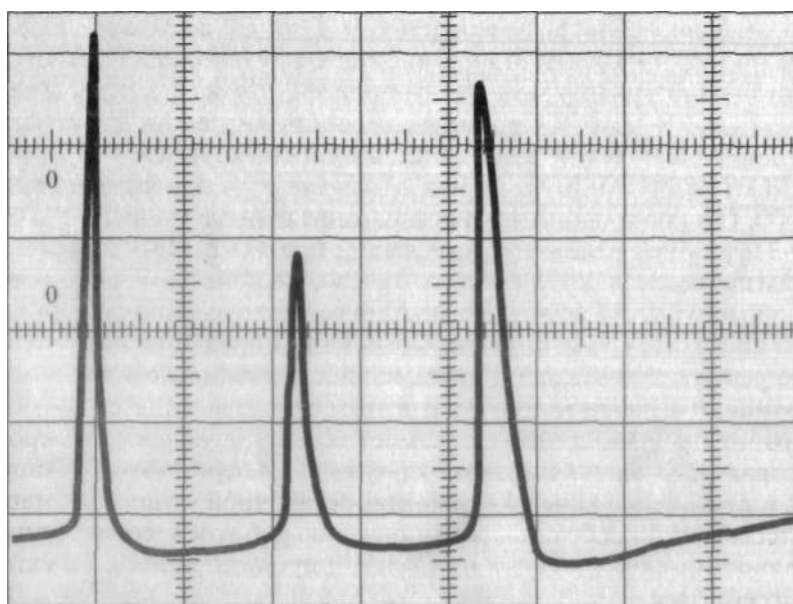
Рис. 9.38. Осциллограмма вибрации корпуса форсунки во время впрыска топлива:
1 - начало впрыска; 2 - конец впрыска; 3 - угловые отметки; 4 - отметка ВМТ

На рис. 9.38 показана осциллограмма вибрации корпуса форсунки во время впрыска. В этом случае сигнал от датчика виброускорений, установленного на корпусе форсунки, подавался на нижний луч экрана, а сигналы угловых отметок и ВМТ выводились на верхний луч. Угол опережения впрыска топлива определяется подсчетом угловых отметок между точкой начала впрыска 1 и отметкой ВМТ 4. Для определения продолжительности впрыска определяют угол поворота коленчатого вала между точками 1 и 2, в течение которого на осциллограмме отображаются колебания поднятой иглы форсунки. Применяя эту схему для диагностики топливной системы дизеля в эксплуатационных условиях, можно определять угол опережения впрыска и неравномерность подачи топлива секциями ТНВД.

На рис. 9.39 показаны осциллограммы шума выхлопа четырехцилиндрового дизеля. В качестве датчика в этом случае был применен микрофон, установленный сбоку от выхлопной трубы. Сравнение амплитуд звуковых импульсов от различных цилиндров позволяет определить неработающий цилиндр и неравномерность распределения мощности по цилиндрам.



a



б

Рис. 9.39. Осциллограммы шума выхлопа четырехцилиндрового ДВС при всех (*a*) и трех (*б*) работающих цилиндрах

Перспективой развития виброакустической диагностики является применение современных аналого-цифровых преобразователей для ввода сигналов от датчиков в ПЭВМ, что позволит обрабатывать вибросигналы при помощи специальных программ.

9.9. Организация диагностирования

В зависимости от парка машин диагностирование проводят силами эксплуатационного предприятия или на специализированных предприятиях технического сервиса.

Виды технического диагностирования машин классифицируют по назначению (общее Д1 и углубленное Д2), периодичности (совмещенное с ТО и заявочное) и месту проведения (на эксплуатационном предприятии или на месте эксплуатации).

Общее техническое диагностирование Д1 заключается в определении работоспособности всей машины или ее сборочных единиц по интегральным диагностическим параметрам (длительности рабочего цикла экскаватора, удельному расходу топлива при работе двигателя и т.д.). В результате проведения Д1 делается заключение о допустимости дальнейшей работы машины или необходимости проведения углубленного диагностирования Д2 с целью определения причины неисправности. При Д2 состояние сборочных единиц проверяют по частным диагностическим параметрам (расходу картерных газов для двигателей, утечкам в гидроагрегатах и т.д.). В табл. 9.4 приведен перечень диагностических параметров, используемых при проведении Д1 и Д2 дизеля.

Диагностирование, как правило, совмещают с проведением работ по ТО. Плановое общее диагностирование проводят при ТО-1, ТО-2, ТО-3 и текущем ремонте, а углубленное при ТО-2, ТО-3 и по результатам проведения Д1. Кроме того, при возникновении отказов машины проводят углубленное диагностирование по заявке оператора.

В последнее время появилась сеть малых предприятий по оказанию услуг технического сервиса машин, в том числе и диагностирования, т. е. диагностирование в этом случае выводится из состава работ по ТО и становится самостоятельной услугой (товаром), которая оказывается по заявке клиента как в период эксплуатации, так и при оценке качества ремонта, остаточной стоимости машины и стоимости работ по восстановлению работоспособности и исправности машин, а также при купле и продаже машин, бывших в употреблении.

Работы по диагностированию на эксплуатационном предприятии проводятся в зависимости от размера и состава парка машин на специализированном участке (посту) диагностирования или на участке (посту) ТО.

Таблица 9.4

Перечень параметров, используемых при проведении общего и углубленного диагностировании дизеля

Диагностируемые системы и механизмы	Диагностические параметры	Д1	Д2
Дизель	Частота вращения коленчатого вала	+	-
	Мощность двигателя	+	-
	Удельный расход топлива	+	-
Кривошипно-шатунный механизм	Шумы и стуки	-	+
Цилиндропоршневая группа	Компрессия в отдельных цилиндрах	-	+
	Количество газов, прорвавшихся в картер	-	+
Система воздухоподачи	Степень загрязненности воздухоочистителя	-	+
	Герметичность впускного воздушного тракта	-	+
	Пропускная способность фильтрующих элементов грубой и тонкой очистки	-	+
Система топливоподачи	Давление впрыска и качество распыла топлива форсунками	-	+
	Производительность топливного насоса	-	+
	Степень неравномерности подачи топлива элементами топливного насоса	-	+
	Угол опережения впрыска топлива	-	+
	Частота вращения кулачкового вала топливного насоса	-	+
	Давление масла	+	-
	Частота вращения центрифуги	-	+
Система смазки	Продолжительность вращения центрифуги	-	+
	Плотность прилегания клапанов	-	+
	Зазоры между элементами механизма	-	+
Механизм газораспределения	Угол начала открытия впускных клапанов	-	+
	Стук и шумы	-	+
Система охлаждения	Натяжение ремня вентилятора	+	-

Специализированный участок диагностирования располагается в специально предназначенном для этого помещении и должен быть оснащен всем необходимым стационарным и переносным диагностическим оборудованием в соответствии с составом парка

машин. Примерная планировка специализированного участка диагностирования для смешанного парка машин приведена на рис. 9.40. Здесь зона 1 предназначена для машин на пневмоходу, а зона 2 - для гусеничных. Обе зоны оборудованы смотровыми канавами.

В первой зоне на смотровой канаве установлен стенд с беговыми барабанами для проверки тяговых и тормозных характеристик колесных машин. Оборудование для углубленного диагностирования колесных машин размещается в специальных шкафах. Для диагностирования тормозов лебедок грузоподъемных кранов установлен специальный стенд, позволяющий проверять автокран, находящийся рядом со специализированным участком. Вторая зона оснащена оборудованием для диагностирования дорожных машин на гусеничном ходу. Универсальное диагностическое оборудование (мотортестер, приборы для диагностирования электрооборудования, гидротестер) располагается между зонами. Каждая зона оснащается вентиляционными установками, позволяющими проводить диагностирование машин с работающими двигателями.

Для выполнения работ на местах эксплуатации машин диагностическое оборудование размещают в передвижных мастерских для

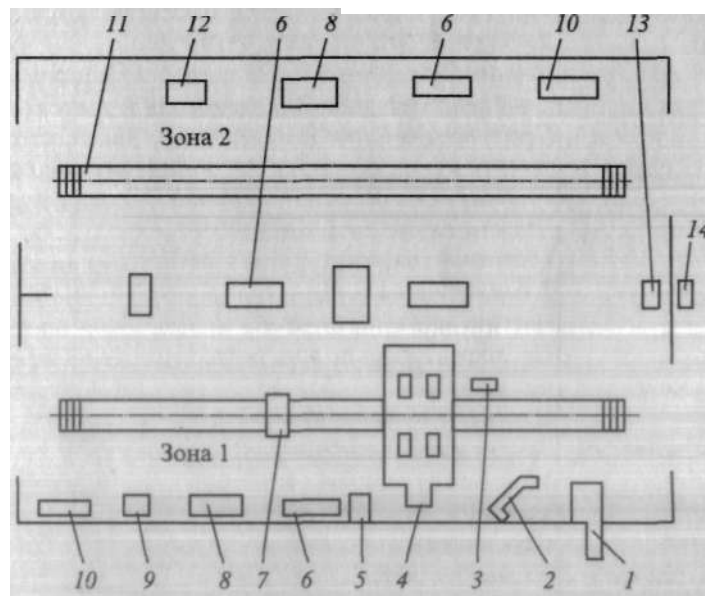


Рис. 9.40. Планировка специализированного участка диагностирования:
1 - стенд для диагностирования лебедок автокранов; 2 - пульт управления тормозным стендом; 3 - газоанализатор; 4 - тормозной стенд; 5 - реостат; 6 - верстак; 7 - подъемник гидравлический; 8- шкаф с диагностическим оборудованием; 9- мотор-тестер; 10 - стеллаж для деталей; 11 - смотровая канава; 12 - стенд для диагностирования гидрооборудования; 13 - компрессор; 14 - вентиляционная установка

ТО или специальных передвижных диагностических лабораториях. Комплект диагностического оборудования, размещаемого в передвижных мастерских для ТО, включает в себя приборы для проверки всех основных систем и агрегатов дорожных машин: двигателя, гидропривода, электрооборудования и т.д. Специальные передвижные диагностические лаборатории, как правило, предназначены для оценки технического состояния конкретного агрегата или системы дорожных машин, например гидропривода. В зависимости от состава парка машин и вида диагностирования оборудование в этом случае размещают в грузовых автомобилях повышенной проходимости или микроавтобусах. Для выполнения заявочного диагностирования конкретной машины может использоваться малогабаритное оборудование, размещаемое в легковом автомобиле.

Основными документами по организации диагностирования дорожных машин на базе автомобилей являются Инструкция по эксплуатации или Инструкция по техническому обслуживанию, а для дорожных машин на базе тракторов - Техническое описание и инструкция по эксплуатации. На основании этих документов разрабатывают раздел карты типового технологического процесса диагностирования; диагностическую карту, накопительную карту и комплект учетно-отчетных документов.

Диагностическая карта является первичным документом, в котором фиксируются результаты диагностирования и дается заключение о необходимом техническом воздействии. Накопительная карта предназначена для сбора сведений об изменении диагностических параметров, зафиксированных в диагностических картах в течение всего срока эксплуатации машины.

Последовательность измерений задается алгоритмом диагностирования, для реализации которого разрабатываются технологические карты, в которых приводятся порядок выполнения операций, перечень необходимого оборудования, режимы измерений, предельные значения диагностических параметров и трудоемкость работ.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите примеры результатов внедрения методов и средств диагностирования.
2. Какие методы и средства определения мощности дизелей в условиях эксплуатации вы знаете?
3. Какие методы и средства диагностирования цилиндропоршневой группы вы знаете?
4. Какие методы и средства диагностирования кривошипно-шатунного механизма вы знаете?
5. Какие методы и средства диагностирования системы питания дизеля вы знаете?

6. Какие существуют методы и средства диагностирования автотракторного электрооборудования?
7. Какие существуют методы и средства диагностирования гидропривода?
8. Поясните принцип работы и схемы включения дросселя-расходомера.
9. Поясните принцип работы и схемы включения гидротестера.
10. Какие методы и средства диагностирования механических передач вы знаете?
11. Какие существуют методы и средства диагностирования тормозов и ходового оборудования?
12. Объясните работу схемы виброакустической диагностики.

Учебное издание

**Головин Сергей Филиппович
Коншин Виктор Михайлович
Рубайлов Александр Васильевич
Локшин Евгений Семенович
Белобров Анатолий Онуфриевич**

**Эксплуатация и техническое обслуживание
дорожных машин, автомобилей и тракторов**

Учебник

Редактор *В. Н. Махова*
Технический редактор *О. С. Александрова*
Компьютерная верстка: *О. А. Москвитин*
Корректоры *А. П. Сизова, С. Ю. Свиридова*

Диапозитивы предоставлены издательством.

Изд. № М-78. Подписано в печать 04.06.2002. Формат 60х90/16. Гарнитура «Тайме».
Бумага тип. № 2. Печать офсетная. Усл. печ. л. 29,0. Тираж 8000 экз. Заказ № 1767.

Лицензия ИД № 00520 от 03.12.99. Издательство «Мастерство».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.002683.05.01 от 18.05.2001.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс: (095)334-8337, 330-1092.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.