

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО
Ульяновский ГАУ**

С.Н. Петряков
Е.А. Сидоров
А.А. Хохлов

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО
СЕРВИСА**
(краткий курс лекций)



Димитровград - 2019

УДК 629
ББК 39.3
П - 31

Петряков, С.Н. Оборудование предприятий технического сервиса / С.Н. Петряков, Е.А. Сидоров, А.А. Хохлов - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 128 с.

Рецензенты: Глущенко Андрей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ротанов Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественнонаучные и технические дисциплины», ПКИУПТ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ ИМ. К.Г.РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)»

Оборудование предприятий технического сервиса: краткий курс лекций предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Утверждено
на заседании кафедры «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов»
Технологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
протокол № 1 от 4 сентября 2019г.

Рекомендовано
к изданию методическим советом Тех-
нологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Протокол № 2 от 10 октября 2019г.

© С.Н. Петряков, Е.А. Сидоров, А.А. Хохлов., 2019
© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
2019

Раздел 1 Общая характеристика и устройство технологического оборудования предприятий технического сервиса

Тема 1.1 Общая характеристика, классификация и структура технологического оборудования

Технологическое оснащение предприятий автосервиса, являясь составляющим элементом производственно-технической базы (ПТБ), в значительной мере определяет производительность и качество работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, условия труда персонала, защиту окружающей среды и ресурсосбережение.

Техническое оснащение предприятия, предназначенное для осуществления технологических процессов основного производства, включает в себя инженерные сооружения, технологическое оборудование, оснастку, инструмент, средства измерения и контроля (рис. 1.1).

К инженерным технологическим сооружениям относятся осмотровые канавы, эстакады, одно- и многоярусные площадки и лестницы.

Технологическое оборудование состоит из машин и аппаратов. **Технологические машины** осуществляют воздействие на предмет труда за счет затрат и преобразований в основном механической энергии (металлообрабатывающий станок, пресс, автомобильный подъемник и др.). **В технологических аппаратах** обработка предметов труда происходит при помощи энергий немеханических видов (тепловой, химической, ультразвуковой и др.). К аппаратам относятся шланговые моечные установки, сварочное, окрасочное оборудование и др. В отдельных видах оборудования используется как механическая, так и немеханическая энергия. В этом случае отнесение оборудования к группе машин или аппаратов производится на основании определения вида энергии, дающей основное технологическое воздействие.

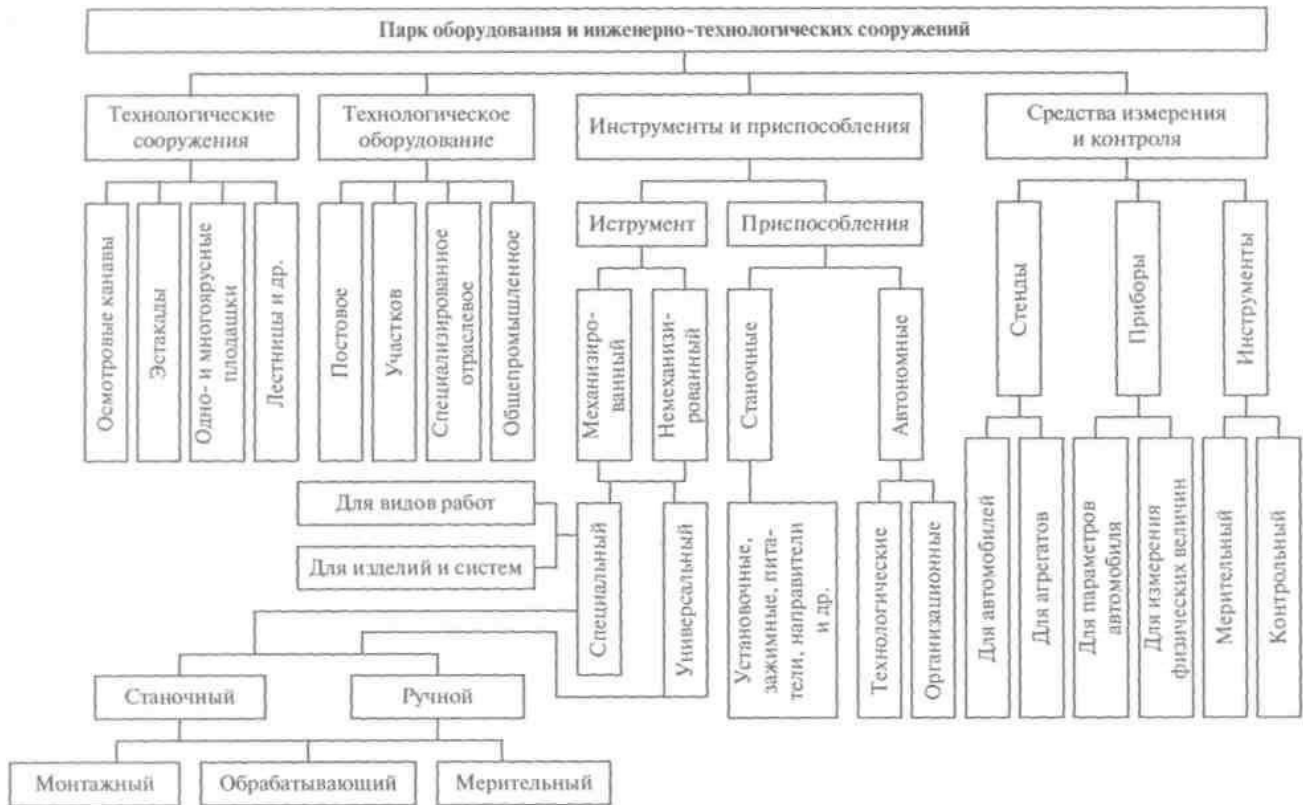


Рис. 1.1. Структура парка технологических сооружений, оборудования, оснастки и инструмента предприятий автосервиса

Технологическое оборудование, в зависимости от целевого назначения, делится на две группы: общепромышленное оборудование и оборудование отраслевое.

В первую группу входит производственное оборудование, которое широко применяется не только на предприятиях автосервиса, но и на других объектах разных отраслей экономики. Сюда относится оборудование для выполнения сварочных, кузнечных, металлообрабатывающих, медницких, аккумуляторных, электроремонтных, радиотехнических, деревообрабатывающих и прочих работ.

Отраслевое технологическое оборудование создано специально для использования на предприятиях автомобильного транспорта с целью поддержания или восстановления технически исправного состояния автомобиля, его агрегатов и систем.

Это оборудование является предметом рассмотрения данного учебного пособия, поэтому в дальнейшем термин «отраслевое оборудование» использоваться не будет.

Современное технологическое оборудование, выпускаемое отечественными и зарубежными заводами, достаточно разнообразно по номенклатуре, назначению, рабочим процессам, техническим параметрам, технологическим и конструктивным характеристикам, приводным устройствам и т. п. При всем многообразии конструкций парк технологического оборудования, в зависимости от вида обобщающих признаков, может быть разделен на отдельные классификационные группы. К таким признакам относятся: функциональное назначение; организационно-технологическая применяемость; технологическое назначение выполняемых операций; характер машинного или аппаратного процесса; физическое содержание технологического процесса, лежащего в основе машинной (аппаратной) операции; характер взаимодействия рабочих органов оборудования с объектом обработки; вид привода; степень автоматизации, конструктивное исполнение и др.

В зависимости от организационно-технологической применяемости на предприятиях автосервиса различают оборудование постовое и участковое.

Постовое оборудование предназначено для обслуживания и ремонта автомобиля, установленного на посту (автомобильные подъемники, порталные и туннельные моечные установки, оборудование для регулировки углов установки управляемых колес и др.).

Участковое оборудование используется для диагностики, регулировки и восстановления технической исправности отдельных агрегатов, сборочных единиц и деталей, снятых с автомобиля (балансировочные станки, стенды для проверки изделий электрооборудования автомобиля, станки для правки колесных дисков и др.).

Для малых предприятий автосервиса и мастерских такое деление оборудования является весьма условным, так как для них характерно совмещение в одном производственном помещении постовых и участковых работ.

Классическим является разделение оборудования на группы по функционально-технологическим признакам. Принято выделять следующие основные группы оборудования:

- уборочно-моечное;
- подъемно-транспортное;
- смазочно-заправочное;
- сборочно-разборочное;
- шиномонтажное и шиноремонтное;
- контрольно-диагностическое;
- окрасочно-сушильное;
- ремонтное для агрегатов и систем автомобиля.

Технологическое оборудование для автосервиса выпускается с различным видом привода: электромеханическим, электрогидравлическим, пневматическим, мускульным, комбинированным, — а также без привода.

Анализ технологических возможностей оборудования позволяет разделить его на две группы по уровню специализации — универсальное и специальное.

К *универсальному* относится оборудование, предназначенное для выполнения значительного количества разноименных операций на конструктивно различных изделиях. Наиболее характерным представителем этой группы является передвижная шланговая моечная установка высокого давления, которую можно использовать для наружной мойки любых моделей и типов автомобилей, мойки всех полостей кузова, а также агрегатов и деталей. К этой группе относятся также мотор-тестеры, оборудование для кузовных работ и др.

Специальное (или *специализированное*) оборудование предназначено для выполнения одной или нескольких технологически связанных операций (как правило, не более двух-трех) на различных изделиях (моделях) или обработки только одного вида (модели) изделия, например автомобильный подъемник или станок для балансировки коле* непосредственно на легковом автомобиле.

Степень универсальности является одной из важнейших технических характеристик оборудования, определяющих его применимость и экономическую эффективность на предприятиях различной мощности и специализации.

По уровню автоматизации технологическое оборудование может быть неавтоматизированным, частично автоматизированным или автоматического действия.

В *неавтоматизированном* оборудовании механизированы только основные операции. Выполнение всех вспомогательных операций осуществляется вручную. Оператор также вручную управляет рабочими органами оборудования в основных операциях и контролирует качество обработки.

В *частично автоматизированном* оборудовании все основные и часть вспомогательных операций, включая останов оборудования после обработки изделия, выполняется автоматически. Непосредственное участие оператора требуется для выполнения установочных, съемочных, контрольных или некоторых других вспомогательных операций (в зависимости от процента автоматизации машины), а также включения машины в следующий цикл работы.

Полностью автоматизированное оборудование обеспечивает обработку изделия без участия человека. На долю оператора оставлены функции подготовки оборудования к работе и наблюдения за ее исправностью. Рабочий периодически контролирует качество обработки изделий и проводит подналадку механизмов.

Универсальное оборудование автосервиса в подавляющем большинстве своем относится к неавтоматизированному или частично автоматизированному, исключение составляют многопрограммные моечные установки портального типа.

Система неавтоматизированных и (или) частично автоматизированных машин и аппаратов, расположенных в технологической последовательности, составляют поточную линию. Примером поточной линии в автосервисе является линия инструментального контроля технического состояния автомобиля при государственном техническом осмотре, а в автотранспортных предприятиях — линия ЕО или ТО-1, ТО-2 автомобилей. Перемещение автомобилей по линии может

осуществляться принудительно с помощью конвейерных устройств или своим ходом.

К автоматическим линиям в автосервисе относятся многопрограммные моечные установки туннельного типа модульной компоновки.

На предприятиях автосервиса достаточно широко применяется технологическая и организационно-технологическая оснастка. Технологическая оснастка имеет второе название — технологические приспособления.

Как элемент технического обеспечения производственного процесса **технологическое приспособление** представляет собой отдельное устройство, предназначенное для использования в основных и вспомогательных технологических операциях совместно с оборудованием или самостоятельно с целью повышения производительности труда, увеличения мускульных усилий рабочего, а также улучшения качества выполняемой операции.

Приспособления, устанавливаемые на оборудовании и используемые для выполнения хватных, прижимных, установочно-съемочных, мерительных и других операций, по аналогии с общемашиностроительной терминологией носят название *станочных*. Эти приспособления в автосервисе применяются в гораздо меньшей мере, чем *автономные*, номенклатура которых чрезвычайно широка. К последним относятся различные съемники, оправки, винтовые приспособления для запрессовки-выпрессовки деталей, струбцины для сборки-разборки сборочных единиц с упругими деталями, контрольные шаблоны, надставки и др.

Организационно-технологическая оснастка предназначена для улучшения условий труда рабочих и повышения культуры производства. В эту группу входят тележки и передвижные контейнеры для инструмента, агрегатов и деталей, снимаемых с автомобиля, телескопические и поворотные кронштейны для инструмента, специальные передвижные стойки для диагностической аппаратуры и др.

Отдельную, достаточно широкую по номенклатуре группу технического обеспечения технологических процессов автосервиса составляют **средства диагностики, измерения и контроля**. Сюда входят стенды, приборы и инструмент.

Стенды автомобильные диагностические и контрольные представляют собой стационарное оборудование, предназначенное для общей или поэлементной диагностики систем автомобиля, например, подвески или тормозной системы, а также для установления соответствия параметров автомобиля нормативным значениям.

Кроме этих стендов для контроля исправности, проверки работоспособности и обкатки после ремонта отдельных сборочных единиц и агрегатов автомобиля (двигатели, генераторы, топливная аппаратура и др.) на различных участках ПТС применяются агрегатные стенды, выполненные как стационарное оборудование, имитирующее работу систем автомобиля и снабженное необходимым, комплектом измерительных приборов.

Современная *приборная техника*, используемая для диагностики и регулировки агрегатов и систем автомобилей, может быть разделена на две группы. В первую группу входят средства считывания, измерения и контроля структурных и функциональных параметров, во вторую — средства измерения физических величин или процессов, являющихся диагностическими параметрами.

Приборы первой группы, как правило, конструктивно и функционально совместимы с системой бортовой диагностики автомобиля и включают в себя сканеры и электронно-вычислительные машины с различной конфигурацией периферийных устройств. Приборы второй группы по своей сути практически ничем не отличаются от общетехнических приборов для измерения физических величин и процессов. К ним относятся компрессометры, осциллографы, мотор-тестеры и др.

Мерительный и контрольный инструмент, созданный для работ в системе автосервиса, имеет конструктивные отличия от общемашиностроительного инструмента аналогичного назначения, вызванные конструктивными особенностями объекта измерения или контроля — автомобиля, его агрегатов,

сборочных единиц и деталей. В эту группу входят люфтомеры, специальные линейки, динамометрические ключи, шаблоны и др.

Структура технологического оборудования

Каждая единица технологического оборудования автосервиса как изделие машиностроения представляет собой иерархическую систему, охватывающую некоторую совокупность конструктивных и функциональных элементов. Эти элементы находятся в определенной взаимосвязи внутри системы и обеспечивают ее функционирование. С окружающей средой система (машина или аппарат) взаимодействует как единое целое через внешние связи. К ним относятся связи типа «человек — машина», «машина — обрабатываемый объект», «машина — машина» и т. п. Внутренние связи между элементами определяют структуру системы.

Любая сложная система может разделяться на крупные подсистемы (первый уровень), которые, в свою очередь делятся на более мелкие (от второго до «и-го» уровня). Подсистемы последнего уровня состоят из элементов. Этим обуславливается иерархичность системы. В зависимости от постановки и цели решаемой задачи (изучение конструкции, принципа действия и регулировки; проектирование и конструирование; разработка алгоритма технического обслуживания и ремонта и др.) один и тот же объект может рассматриваться на одном уровне как система, на другом — как подсистема, на третьем — как элемент.

С позиций системного анализа в зависимости от общих признаков, характерных для подсистемы и элементов, входящих в систему, одна и та же конструкция технологической машины или аппарата может представлять собой различные системы: функциональную, конструктивную, технологическую, динамическую и др.

Рассмотрим строение оборудования автосервиса как систему, обладающую одним из следующих характерных признаков: функциональным и конструктивным.

Структурно-функциональное строение оборудования. Структурные функциональные схемы оборудования дают общее представление, об их строении и связях между функциональными элементами. Эти схемы позволяют обособленно

рассматривать отдельные подсистемы, определять направление энергетических потоков или потоков информации в объекте, производить энергетические расчеты оборудования. Эти схемы используются при изучении оборудования и его проектировании.

Технологические машины (аппараты) автосервиса как *функциональные системы* включают подсистемы, элементы которых сгруппированы по функциональному назначению. К таким подсистемам относятся привод, передаточные и исполнительные механизмы, устройства управления и регулирования, безопасности и др. Совокупность исполнительных механизмов, элементов связей и рабочих органов называется рабочей машиной.

Структура технологических машин с электромеханическим приводом отличается от структуры машин электрогидравлическим и электропневматическим приводами.

Под *электромеханическим приводом* в общем случае следует понимать структурную подсистему технологического оборудования, предназначенную для преобразования электрической энергии в механическую и передачи ее исполнительным механизмам производственной машины.

Передача механической энергии осуществляется по кинематическим связям. Из-за возникновения больших динамических нагрузок на звенья и пары кинематической цепи транспортирование ее на значительные расстояния в пределах габаритов машины проблематично, поэтому конструкторы всегда стремятся расположить электромеханический привод как можно ближе к рабочим органам. С этой целью разработан и применяется многодвигательный привод (двухстоечные подъемники с двумя электродвигателями, порталные моечные установки с отдельным приводом каждой щетки и приводом перемещения портала и др.).

Электромеханический привод как структурная подсистема состоит из следующих элементов: *электродвигатель, передаточный механизм, устройство (механизм) включения.*

Как правило, скорость вращения вала электродвигателя намного выше скорости главного вала производственной машины, от которого получают движение все исполнительные механизмы машины. Поэтому в приводе предусматривается передаточный механизм. С помощью передаточных механизмов передается механическая энергия от вала электродвигателя к рабочей машине.

Эти механизмы разнообразны по виду и конструктивному устройству. Наибольшее распространение в технологическом оборудовании предприятий автосервиса получили ременные и зубчатые передаточные механизмы. Конструктивно оформленные как сборочные единицы такие механизмы носят название *редукторов*, выполненные заодно с электродвигателем — *мотор-редукторов*.

Следует отметить, что передаточные механизмы используются также и в структуре производственной машины для передачи вращательного движения от одного вала к другому. При этом передаточное отношение между валами может быть неизменным и изменяемым ступенчато или плавно. В случае ступенчатого изменения скорости вращения вала такие механизмы называются *коробками передач* и *вариаторами*, когда скорость выходного вала меняется плавно.

В кинематических схемах технологического оборудования предусматриваются два способа подключения производственной машины к приводу — напрямую и через механизм включения. В первом случае запуск двигателя осуществляется под рабочей нагрузкой, во втором — вхолостую без нагрузки. Второй способ включения машины предполагает наличие в структуре механизма включения устройства, демпфирующего динамический удар, тормозного устройства вала машины и, при необходимости, механизма останова вала машины в заданном положении.

Электрогидравлический и электропневматический приводы преобразуют электрическую энергию в потенциальную энергию рабочего тела (жидкости или газа). Эта энергия по линиям связи (трубопроводам) передается в рабочую машину

к исполнительным механизмам, где происходит ее преобразование в механическую и подведение к рабочим органам.

При использовании гидравлической или пневматической энергии проблемы передачи энергии на значительные расстояния не существует. Привод оборудования компактен и может быть расположен в любом удобном месте в пределах конструкции машины или выполнен в виде отдельного агрегата и размещен в любой точке производственного помещения. Более того, имеется возможность от одного привода снабжать энергией одновременно несколько рабочих машин.

Технологическое оборудование с гидравлическим и пневматическим приводами имеет одинаковую структуру функциональных элементов. Конструктивное отличие этих элементов обуславливается использованием различных рабочих тел (минеральное масло и воздух), передающих потенциальную энергию от привода к рабочей машине.

В структурно-функциональном строении оборудования с электрогидравлическим или пневматическим приводами предусматривается последовательное включение через линии связи *первичного* и *вторичного преобразователей энергии* — сначала механической в энергию рабочего тела, затем, наоборот, энергии рабочего тела в механическую. Первичный преобразователь является структурным элементом привода, а вторичный — рабочей машины.

В гидравлическом приводе первичным преобразователем является *насос* (шестеренчатый, пластинчатый, плунжерный или др.), в пневматическом — *компрессор*, как правило, поршневой.

Вторичный преобразователь через исполнительный механизм или напрямую передает энергию рабочему органу. В качестве вторичного преобразователя используются гидравлические или пневматические цилиндры, поворотные гидродвигатели или пневмотурбины.

Управление технологическим оборудованием осуществляется с помощью систем управления, которые состоят из подсистем:

- механической (кинематической) и электрической — в оборудовании с

электромеханическим приводом,

- механической (кинематической) и гидравлической — в оборудовании с электрогидравлическим приводом,

- механической (кинематической) и пневматической — в оборудовании с электропневматическим приводом.

Структурно-конструктивное строение оборудования. Структура технологического оборудования, являющегося изделиями машиностроения, по конструктивному признаку установлена стандартами ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

Технологические машины (аппараты) автосервиса как конструктивные системы включают подсистемы и элементы, которые сгруппированы по конструктивному признаку. К таким подсистемам относятся *комплексы, сборочные единицы, детали, комплекты*.

Под комплексом понимается совокупность двух или более единиц оборудования, не связанных между собой сборочными операциями, но задействованных в едином производственном процессе для достижения поставленной цели. К комплексу относятся оборудование, технологическая и организационная оснастки, а также инструмент соответствующих зон, участков и постов ПТС. Например, комплекс технического обеспечения шиномонтажного участка включает специальный автомобильный подъемник, шиномонтажный станок, балансировочный станок, вулканизатор, шероховальный станок, верстак, набор специального инструмента и др.

Сборочная единица представляет собой два или более изделий, соединенных между собой сборочными операциями (свинчиванием, пайкой, сваркой и др.). К сборочным единицам относятся: любая единица оборудования как единое целое, такие агрегаты машин как редукторы, двигатели, рабочие головки, механизированные инструменты и многое другое.

Сборочная единица — специфицируемое изделие. Основными конструкторскими документами на сборочную единицу являются спецификация и сборочный чертеж.

Под **деталью** понимают наиболее мелкий структурный элемент сборочной единицы — изделие, изготовленное из однородного по марке и наименованию материала без применения сборочных операций, либо с использованием таких операций, как нанесение на поверхность другого материала, местной спайки, сварки или склейки. Деталь — неспецифицируемое изделие (основной конструкторский документ — чертеж).

В конструкторских документах и каталогах оборудования сборочные единицы и детали как структурные элементы оборудования имеют следующее обозначение:

ABCD XXXXXXXX

шифр изделия многоразрядный цифровой код изделия

Многоразрядный код построен по иерархической схеме с разбиением на группы, соответствующие структурным уровням изделия. Более высокие разряды кода определяют номера сборочных единиц, последние два разряда отданы деталям.

Например

ABCO XX000000 — соответствует обозначению наиболее крупной сборочной единицы — составной части изделия;

ABCB XXXX0000 — соответствует обозначению сборочной единицы среднего уровня, входящей в крупную сборочную единицу;

ABCЭ XXXXXXOO — соответствует обозначению мелкой сборочной единицы, входящей в среднюю сборочную единицу;

ABCЭ XXXXXXXX — номер детали, входящей в сборочную единицу.

ABCЭ 000000XX — соответствует обозначению детали, не входящей ни в одну сборочную единицу;

Номера цифр в разрядах кода совпадают с номерами позиций на сборочном чертеже всего изделия или сборочных чертежах его сборочных единиц.

К **комплекту** относится совокупность нескольких изделий вспомогательного назначения, объединенных одним футляром (упаковкой). Например, комплект запасных частей к оборудованию, комплект ключей, отверток или иного инструмента. В комплект могут входить как сборочные единицы (манометр, домкрат и др.), так и детали (рожковый ключ, вороток и др.).

При описании устройства и работы какого-либо оборудования применяются термины — *узел* и *агрегат*.

Под **узлом** понимается часть сборочной единицы определенного функционального назначения, существующая только в сборе, например, подшипниковый узел, узел подвески каретки и др. Узел в отличие от сборочной единицы не может быть вычленен из изделия при его разборке, он может быть только разобран в процессе разборки всего или части изделия. Узел нельзя снять с оборудования и положить на верстак, а сборочную единицу — можно.

К **агрегатам** относят составные части технологической машины — сборочные единицы, выполняющие функции двигателя; исполнительных механизмов, оснащенных инструментальными головками; насосов; коробок скоростей и т. п.

Технологическое оборудование конструктивно может быть оформлено с использованием **агрегатно-модульного принципа компоновки**, когда отдельные части оборудования сконструированы и изготовлены в виде отдельных модулей, соединенных между собой конструктивно (агрегатно) либо посредством линий энергоснабжения и управления. Из оборудования автосервиса к агрегатированному относятся порталные, а к модульному — туннельные автоматические моечные установки. По желанию заказчика заводы-изготовители комплектуют автоматизированные моечные установки агрегатами и модулями в различном сочетании (в каталогах оборудования — как набор различных опций).

Тема 1.2 Качество, надежность и производительность технологического оборудования

Качество и надежность оборудования

Технологическое оборудование автосервиса, в большинстве своем, представляет собой сложные технические объекты с большим количеством потребительских свойств [14].

Потребительское свойство — объективная особенность продукции удовлетворять определенные потребности пользователей в соответствии с ее назначением, которая закладывается при создании продукции и проявляется непосредственно в процессах потребления или эксплуатации, а также при ее хранении. Конкретный перечень потребительских свойств называется номенклатурой. По сути, эта номенклатура определяет качественные характеристики любых потребительских товаров, в том числе и технологического оборудования.

Под *эксплуатацией оборудования* понимается потеря ресурса в процессе пользования, связанная с увеличением его наработки, под термином *потребление* — полный расход товара. Последний термин употребляют применительно к таким расходным эксплуатационным материалам, как смазочные масла, охлаждающие жидкости и т. п.

Любая единица оборудования, оснастки и механизированного инструмента является изделием машиностроения и может быть рассмотрена с трех точек зрения: как объект изготовления; как объект функциональной эксплуатации; как объект технической эксплуатации (технического обслуживания и ремонта).

Качество технологического оборудования автосервиса *как объекта функциональной эксплуатации* определяется совокупностью эксплуатационных свойств, определяющей возможность и эффективность его применения по назначению.

Эксплуатационные свойства — группа свойств, определяющих степень

приспособленности оборудования к эксплуатации в качестве орудий труда при техническом обслуживании и ремонте автомобиля, его систем, агрегатов, сборочных единиц и деталей.

Все свойства любого технического объекта, в том числе и технологического оборудования, разделяются на свойства простые и сложные (комплексные). Последние представляют собой совокупность простых свойств, к ним относятся, например, надежность изделия.

Свойства образуют иерархическую систему, включающую комплексные свойства, групповые свойства различного уровня иерархии и единичные свойства.

Каждое свойство оценивается количественно показателем. Показатель — число принятых единиц измерителя данного свойства. Например, одним из эксплуатационных свойств автомобильного подъемника является его грузоподъемность. Единичным измерителем этого свойства является один килограмм массы поднимаемого груза (автомобиля). Показателем этого свойства является максимальный вес автомобиля, который способен поднять подъемник, например, для двухстоечного электрогидравлического подъемника модели Powerlift 2.4 SPL грузоподъемность составляет 4000 кг.

По отношению к характеризваемым свойствам измерители и соответствующие им показатели качества могут быть единичными и комплексными.

Единичный измеритель и показатель свойства относится к одному простому свойству, например, наработка изделия в часах до отказа характеризует такое свойство надежности, как безотказность.

Комплексный измеритель и показатель свойств характеризует некоторую совокупность свойств, т. е. сложные свойства. Примером такого показателя надежности изделия является коэффициент готовности, выраженный в долях единицы.

В пределах номенклатуры потребительские свойства и показатели подразделяются на группы и подгруппы в зависимости от их особенностей и удовлетворяемых потребностей (рис. 1.2).

Для технологического оборудования, технологической оснастки и механизированного инструмента номенклатуру эксплуатационных потребительских свойств представляют в виде технической характеристики, знание которой позволяет обоснованно принимать решения по применению и использованию (эксплуатации) конкретного изделия.

Техническая характеристика представляет собой совокупность технических свойств и их показателей, характеризующих применяемость, технологические возможности и производственные потребности изделия.

1. В техническую характеристику входят:
2. Тип, модель (стационарный, передвижной, переносной, ручной).
3. Исполнение конструктивное (напольное, настольное, подвесное).
4. Исполнение кинематическое (для нормальных условий, для тропиков, для пониженных температур и др.).
5. Параметры обрабатываемого объекта.
6. Производительность (для специализированного оборудования) или основной параметр для расчета производительности (для универсального оборудования).
7. Производительная потребность (напряжение электросети; давление в подводящих магистралях воздуха, воды, масла; наличие канализации и др.).
8. Данные о приводе (вид, установленная мощность).
9. Габаритные размеры.
10. Масса.

Под показателями качества любой технической продукции, в том числе и технологического оборудования, понимаются показатели ее свойств.

Для целей оценки уровня качества вся промышленная продукция разделена на два класса. Во второй класс входят изделия долговременного пользования — ремонтируемые изделия (оборудование, транспортные средства, бытовая техника и др.). Для изделий технического назначения относительной характеристикой качества, отражающей только ее техническое совершенство, является технический

уровень продукции.



Рис. 1.2. Структура потребительских свойств технологического оборудования

Уровень качества продукции — относительная характеристика ее качества, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. За базовые принимаются значения показателей качества, указанные в нормативных документах (ГОСТ, РД, правила ЕЭК ООН и др.), или лучших отечественных или зарубежных образцов, по которым имеются достоверные данные о качестве.

Существуют два основных метода оценки уровня качества и технического уровня продукции: дифференциальный (детальное рассмотрение и изучение одной из групп потребительских свойств изделия) и комплексный (комплексное рассмотрение всей совокупности потребительских свойств изделия).

Оценка уровня качества по дифференциальному методу базируется на анализе относительных единичных показателей качества либо на сравнении единичных показателей исследуемого и базового образцов.

В первом случае используют обычно безразмерные шкалы, фиксирующие значения показателей анализируемого изделия $P_{\text{и}}$, в долях единицы или процентах от значения базового показателя $P_{\text{б}}$, во втором случае — шкалы качественных оценок.

Значения единичных базовых показателей P_B определяют из нормативных источников или на основе анализа аналогов (изделий, признанных лучшими на международных выставках, заслуживших признание массового потребителя, успешно конкурирующих с другими изделиями на внешнем рынке), при этом используется информация из журналов, каталогов, результатов экспертиз, проведенных потребительскими организациями.

Затраты на эксплуатацию изделия слагаются из следующих компонент: единовременные затраты (транспортировка, монтаж); длительные затраты (потребление и ремонт— расход энергии, материалов и др.); косвенные затраты из-за потерь, вызванных простоями, отказами.

Надежность является одним из комплексных потребительских свойств оборудования для автосервиса, определяющих уровень его качества.

Надежность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения эксплуатационных параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта, хранения и транспортировки.

Под *объектом* может пониматься деталь, единица оборудования как сборочная единица, его агрегат или иная его составная часть — сборочная единица или техническая система. Во всех случаях, когда нет необходимости конкретизировать предмет исследования, говорят об объекте и о надежности объекта. Если же изучается или рассматривается задача, специфичная только для определенного вида изделий, то говорят о надежности детали, о надежности оборудования или инструмента, о надежности человека-оператора, о надежности системы электроснабжения и т. д.

К «эксплуатационным» относятся параметры, которые могут изменяться в процессе эксплуатации и на которые в нормативно-технической документации (НТД) заданы допускаемые пределы их изменения, например производительность, скорость, расход электроэнергии и т. п.,

С позиции надежности оборудование как техническое изделие может находиться в следующих состояниях:

- исправном или неисправном;
- работоспособном или неработоспособном;
- непредельном или предельном.

Исправное состояние — состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным НТД. Если же хотя бы по одному из требований изделие не соответствует НТД, то считается, что оно находится в неисправном состоянии.

Повреждение — событие, заключающееся в нарушении исправности объекта. Следствием проявления повреждения является *дефект*.

Термин «дефект» связан с термином «неисправность», но не является его синонимом. Находясь в неисправном состоянии, изделие имеет один или несколько дефектов. Термин «дефект» применяют для указания на конкретную неисправность изделия при контроле качества продукции на стадии изготовления, а также при ремонте, например при составлении ведомостей дефектов, и контроле качества отремонтированной продукции.

В отличие от термина «дефект», термин «неисправность» распространяется не на всякую продукцию, в том числе не на всякие изделия. Например, не называют неисправностями недопустимые отклонения показателей качества материалов, топлива, химических продуктов, изделий пищевой промышленности и т. п.

Работоспособное состояние — состояние объекта, при котором он способен выполнять (или выполняет) заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных технической документацией.

Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД, называется *неработоспособным*.

Понятие «исправное состояние» шире, чем понятие «работоспособное состояние». Работоспособный объект, в отличие от исправного объекта,

удовлетворяет лишь тем требованиям НТД, которые обеспечивают его нормальное функционирование при выполнении заданных функций. При этом он может не удовлетворять, например, требованиям, относящимся к внешнему виду изделий. Работоспособный объект может быть неисправным, однако его повреждения при этом не настолько существенны, чтобы могли препятствовать функционированию объекта.

Различают следующие возможные сочетания состояний изделия:

- исправное, работоспособное, непредельное;
- исправное, работоспособное, предельное;
- неисправное, работоспособное, непредельное;
- неисправное, неработоспособное, непредельное;
- неисправное, неработоспособное, предельное.

Соотношение между состояниями «исправный объект» и «работоспособный объект» хорошо иллюстрирует диаграмма изменения какого-либо функционального или структурного параметра изделия. На рисунке 1.3 показана диаграмма состояний технического изделия.

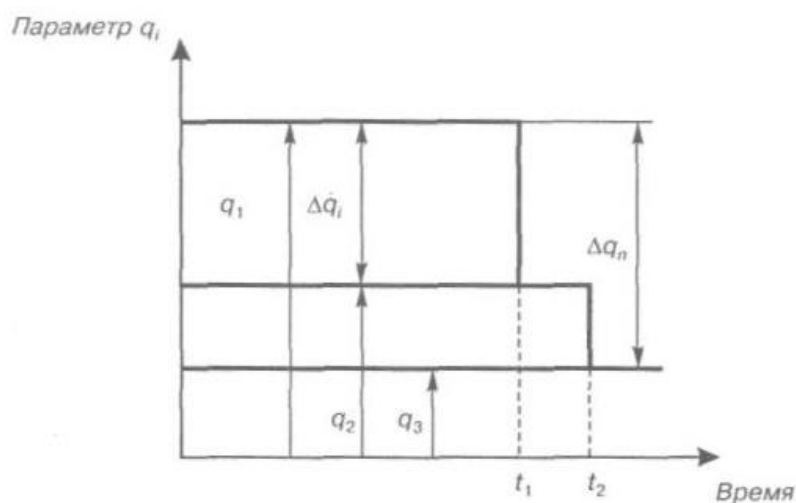


Рисунок 1.3

Предельное состояние определяется: физической невозможностью восстановления работоспособности; экономической нецелесообразностью восстановления работоспособности; недопустимым снижением эффективности

эксплуатации (моральный износ); требованиями безопасности (в этом случае наступление предельного состояния оговаривается в НТД).

Изделие переходит в неработоспособное состояние в результате отказа.

Отказ — событие, после которого функционирование изделия прекращается (перегорание электрической лампочки, поломка вала станка, разрыв трубопровода и т. п.) или хотя бы один из эксплуатационных параметров выходит за границы допуска (например, уменьшение коэффициента полезного действия ниже установленного уровня, увеличение погрешности обработки за пределы допуска и т. п.).

Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, т. е. изделие стало неработоспособным. Например, нарушение сплошного слоя лакокрасочного покрытия — дефект, но этот дефект может привести к отказу изделия при его эксплуатации только из-за коррозионного разрушения поверхности, которое наступает через достаточно длительный период времени с момента появления данного дефекта.

В зависимости от признаков отказы объектов — товаров длительного пользования, в том числе технологического оборудования, классифицируются следующим образом (табл. 1.1).

Внезапными являются отказы, характеризующиеся скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта, которые до момента наступления отказа находились на неизменном уровне. Сюда относятся отказы, обусловленные перегоранием электрических или электронных ламп, перегоранием спиралей нагревательных приборов, усталостным разрушением деталей и т. п. Чаще всего к внезапным отказам приводит нарушение правил эксплуатации техники или непредусмотренные техническими характеристиками значительные нагрузки на конструкцию объекта (включение электроприборов в сеть более высокого напряжения, механические поломки из-за неправильного использования, непредусмотренных нагрузок или попадания в зубчатые зацепления инородных

предметов, повреждения изоляции и др.).

К постепенным относятся отказы, характеризующиеся постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта до момента превышения их предельных значений. Постепенные отказы обусловлены износом деталей, коррозией, старением конструкционных материалов. Типичными постепенными отказами являются, например, недопустимое увеличение зазора в сопряжении, повышение контактного сопротивления в реле из-за коррозии материала, уменьшение КПД ниже установленных границ, снижение производительности, мощности, скорости и других параметров за границы, установленные в НТД.

Таблица 1.1 Классификация отказов

Признак классификации	Вид отказа
Характер изменения основного параметра объекта до момента возникновения отказа	Внезапный, постепенный
Возможность последующего использования объекта после возникновения его отказа	Полный, частичный
Связь между отказами	Независимый, зависимый
Устойчивость неработоспособности	Устойчивый, самоустраняющийся (сбой), перемежающийся
Наличие внешних проявлений отказа	Очевидный (явный), скрытый (неявный)
Причина возникновения отказа	Конструкционный, производственный, эксплуатационный
Природа происхождения	Естественный, искусственный

Время возникновения отказа	При испытаниях, в периоде приработки, в периоде нормальной эксплуатации, в запредельном периоде эксплуатации
Возможность устранения	Устранимый, неустрашимый

К полным относятся отказы, после возникновения которых использование объекта по назначению невозможно (для восстанавливаемых изделий — до проведения восстановления). К частичным относятся отказы, после возникновения которых изделие может быть использовано по назначению, но с меньшей эффективностью или когда вне допустимых пределов находятся значения не всех, а одного или нескольких основных параметров.

К независимым относятся отказы элемента изделия, не обусловленные повреждением или отказами другого элемента изделия, к зависимым — отказы элемента изделия, обусловленные повреждением или отказом другого элемента объекта.

Устойчивые отказы можно устранить только путем восстановления (ремонта). Если отказы устраняются без операции восстановления путем саморегулирования, то такие отказы относятся к самоустраняющимся. Самоустраняющийся отказ, приводящий к кратковременному нарушению работоспособности, называется сбоем. Сбой, как правило, возможен в работе электрических или электронных схем машин. Многократно возникающие сбои одного и того же характера называются перемежающимися отказами.

К очевидным (явным) относятся такие отказы, наступление которых приводит к отказу функционирования изделия и которые обнаруживаются без проведения специальных исследований. К скрытым (неявным) относятся отказы, для обнаружения которых требуется проведение специальных исследований и момент наступления которых может не совпадать с моментом наступления отказа изделия. Например, нарушение герметичности прокладки головки блока цилиндров компрессора, приводящее к потере давления воздуха на выходе, — скрытый отказ, так как он может быть не обнаружен в момент появления.

К конструктивным относятся отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и норм конструирования. Если причиной отказа является нарушение установленного процесса изготовления или ремонта, то отказ является производственным. Отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и условий эксплуатации, называются эксплуатационными.

К искусственным относятся отказы, которые вызываются преднамеренно, например, с исследовательскими целями, с целью необходимости прекращения функционирования и т. п. Отказы, которые происходят без преднамеренной организации их наступления в результате направленных действий человека (или автоматических устройств), относятся к категории естественных отказов.

К устранимым следует относить отказы, которые устраняются посредством операции технического обслуживания, регулировки или восстановления. Если же в результате отказа отказавший элемент не восстанавливается, а заменяется новым, то такой отказ является неустранимым (перегорание электролампы, поломка штыря вилки и т. п.). К неустранимым следует также относить отказы, которые устранять экономически нецелесообразно.

При проведении расчетов надежности объектов и разработке мероприятий по устранению отказов следует также выделять критерии, причины, характер и последствия отказов и повреждений.

Под критерием отказа понимается установленный в нормативно-технической документации признак или совокупность признаков неработоспособного состояния изделия. Так как работоспособное состояние характеризуется условием, что установленные в технической документации параметры изделия находятся в заданных пределах (допусках), то критерием отказа будут служить название параметра и пределы его изменения.

К причинам отказов относятся события и процессы, приводящие к потере работоспособности. К такого рода событиям и процессам относятся допущенные при конструировании, производстве и ремонтах дефекты, нарушения правил и норм эксплуатации, различного рода повреждения, а также естественные процессы

изнашивания, старения.

Характером отказа (повреждения) являются конкретные изменения в объекте, связанные с возникновением отказа (повреждения), например, обрыв провода, деформация детали и т. п.

К последствиям отказа (повреждения) относятся явления, процессы и события, возникшие после отказа (повреждения) и находящиеся в непосредственной причинной связи с ним. Например, остановка двигателя, потеря тормозных свойств автомобиля и др.

Многие изделия после наступления отказа или с целью их предупреждения подвергаются операциям технического обслуживания и ремонта.

Объекты, исправность которых в случае возникновения повреждения подлежит восстановлению, называются *ремонтируемыми объектами*.

К *перемонтируемым* относятся такие объекты, исправность которых при возникновении повреждения не подлежит восстановлению.

Объекты, работоспособность которых в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации, называются *восстанавливаемыми*.

Если в рассматриваемой ситуации (например, на месте эксплуатации) восстановление работоспособности данного объекта в случае отказа нецелесообразно или неосуществимо, то такой объект относится к *невосстанавливаемым*.

Например, электрическая лампа — *невосстанавливаемый* объект, электродвигатель — *восстанавливаемый*. Таким образом, классификация объектов на *восстанавливаемые* и *невосстанавливаемые* производится применительно к конкретным условиям восстановления работоспособности в процессе эксплуатации.

Неремонтируемый объект обычно является и *невосстанавливаемым*, а ремонтируемый объект может рассматриваться как *невосстанавливаемый* в зависимости от условий эксплуатации.

Для *невосстанавливаемых* изделий предельное состояние наступает после

первого отказа.

Под наработкой понимается продолжительность или объем работы объекта. Размерность наработки определяется видом объекта и условиями его использования. Так, наработка деталей, работающих в условиях циклического нагружения, измеряется числом циклов, наработка реле — числом циклов замыканий и размыканий, наработка автомобильного подъемника — количеством подъемов. Нарботка может определяться до отказа изделия, до его списания или до некоторого фиксированного момента времени.

Нарботка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния называется техническим ресурсом (или просто ресурсом). Ресурс невосстанавливаемого объекта определяется через наработку объекта до отказа. Ресурс восстанавливаемого объекта равен сумме наработок до предельного состояния.

Надежность — сложное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации включает такие единичные свойства, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для объекта, так и для его частей.

Безотказность — свойство объекта сохранять непрерывно работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Показатели долговечности могут выражаться также через срок службы, под которым понимается календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния. Обычно различают срок службы до среднего (капитального) ремонта, между ремонтами и срок службы до списания. При этом учитывается только календарная продолжительность эксплуатации изделий независимо от фактической

наработки изделий в этот промежуток времени, т. е. возможна такая ситуация, когда срок службы некоторого изделия (например, до капитального ремонта) будет исчисляться годами, хотя фактическая выработка за этот период будет равна нулю, если изделие практически не работало. Другим крайним случаем будет ситуация, когда наработка изделия (в часах) будет равна сроку службы.

Ремонтопригодность — свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтопригодность изделий характеризуется продолжительностью операций обнаружения, поиска причин отказа и устранения последствий отказа. При этом следует учитывать, что полная продолжительность восстановления изделий включает в себя время, затрачиваемое на организационные мероприятия (доставка запасных частей, организационные простои и т. д), которое не зависит от ремонтопригодности изделий, и время, затрачиваемое непосредственно на проведение операций технологического обслуживания и ремонта. Это время, называемое оперативной продолжительностью (трудоемкостью), непосредственно зависит от уровня ремонтопригодности изделий.

Сохраняемость — свойство объекта сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения и (или) транспортировки. Это свойство особенно важно для тех видов продукции, для которых предусматривается, например, сезонная эксплуатация (большинство сельскохозяйственных машин) или которые вступают в эксплуатацию в некоторых аварийных или особых условиях (противопожарная техника, средства сигнализации и т. д).

Теория надежности является комплексной дисциплиной и состоит из таких разделов, как математическая теория надежности, надежность по отдельным физическим критериям отказов (физика отказов), расчет и прогнозирование надежности, обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла изделий, контроль надежности и техническая диагностика, теория восстановления

работоспособности деталей машин, экономика надежности.

Специфическая особенность надежности заключается в том, что точное значение ее показателей для конкретного изделия не может быть однозначно указано до начала эксплуатации. Значения всех показателей зависят от множества факторов, учесть которые практически невозможно. Сами факторы (действующие нагрузки, физико-механические характеристики материалов, допуски на размеры деталей и посадки сопряжений и др.) имеют значительное рассеяние величин, что приводит к разбросу наработок, ресурсов, сроков службы, моментов наступления отказов однотипных изделий. Поэтому в расчетах надежности многие параметры должны рассматриваться как случайные величины, которые могут принять то или иное значение, неизвестное заранее.

Случайные величины могут быть дискретными (число отказов, количество изделий, поставленных на испытания, и др.) и непрерывными (время, наработка, нагрузка и др.).

Теория надежности оперирует случайными событиями, количественные закономерности которых изучают теория вероятностей и математическая статистика. Вероятностная трактовка характеристик случайных событий и величин применяется для прогнозирования надежности изделий, статистические методы используются для обработки результатов испытаний или наблюдений конечных партий изделий.

Под номенклатурой показателей надежности понимается состав показателей, необходимый и достаточный для характеристики объекта или решения поставленной задачи. Номенклатура показателей надежности выбирается с учетом вида изделия, последствий отказов и других факторов, определяемых целями исследования. Полный состав номенклатуры показателей надежности, из которой выбираются показатели надежности для конкретного объекта и решаемой задачи, установлен государственным стандартом.

Показатели надежности принято классифицировать по следующим признакам:

- свойствам надежности, которые они характеризуют, — показатели

безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости;

- числу свойств, которые они характеризуют, — единичные показатели, характеризующие одно из свойств надежности, комплексные показатели, характеризующие одновременно несколько свойств надежности (например, одновременно безотказность и ремонтпригодность);
- числу характеризуемых объектов — групповые, индивидуальные и смешанные показатели.

К групповым относятся такие показатели, которые регламентируют требования к уровню надежности некоторой совокупности (партии) изделий. Эти показатели могут быть определены и установлены только для совокупности изделий; уровень надежности отдельного экземпляра изделий они не регламентируют.

К индивидуальным относятся показатели, которые устанавливают норму надежности для каждого изделия рассматриваемого типа. К таким показателям относятся: установленный ресурс (срок службы), установленная безотказная наработка и др.

К смешанным относятся показатели, которые одновременно могут выступать как групповые и как индивидуальные.

По размерности — показатели, определяемые наработкой и календарной продолжительностью. Первые применяются в случае, когда свойства изделий изменяются только во время непосредственного функционирования (работы) и наработка учитывается, вторые — когда свойства изделий изменяются в течение всего периода эксплуатации и наработка не учитывается.

Различают статистические (оценочные, приблизительные) и вероятностные (точные) показатели.

Статистические оценки — это результат наблюдения за некоторой выборкой ТУ изделий. Если $N \rightarrow \infty$, то выборка приближается к генеральной совокупности, а статистическая оценка — к вероятностной. При испытаниях значение числа наблюдений выбирается так, чтобы обеспечить приемлемую погрешность результатов. В этом случае статистические оценки могут быть приняты за

вероятностные.

Показатели безотказности. Безотказность — свойство объекта сохранять непрерывно работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Эти показатели характеризуют свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. К числу основных показателей безотказности относятся вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, у-процентная наработка до отказа, наработка до отказа, установленная наработка до отказа.

Показатели долговечности. Показатели долговечности характеризуют ресурс объекта, или срок службы. К основным показателям долговечности относятся процентный ресурс, средний ресурс, -/-процентный срок службы и средний срок службы, назначенный ресурс, установленный ресурс, ресурс.

Показатели ремонтпригодности. К показателям ремонтпригодности относятся вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления, интенсивность восстановления объекта, установленное время восстановления и др.

Показатели сохраняемости. К ним относятся у-процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости, установленный срок сохраняемости, срок сохраняемости. Выделим из них следующие показатели.

Комплексные показатели надежности. К комплексным показателям относятся коэффициент оперативной готовности в стационарном режиме, называемый просто коэффициентом готовности, коэффициент ремонтпригодности и коэффициент технического использования.

Все восстанавливаемые объекты, включая и системы, применяемые для непрерывной или временной эксплуатации, периодически требуют обслуживания. Обслуживание бывает двух видов:

- внеплановое, необходимое вследствие возникновения отказов или из-за неправильной работы эксплуатируемого объекта;
- плановое — обслуживание объекта через регулярные промежутки времени.

Целью внепланового обслуживания является восстановление функций объекта путем замены, ремонта или наладки элементов, вызывающих нарушение работы.

Целью планового обслуживания является сохранение объекта в работоспособном состоянии. Оно включает контроль, проверку, осмотры, ремонтные работы. Эти операции выполняются с целью предотвратить рост интенсивности отказов элементов и системы и не допустить превышения ее расчетного уровня. Такое обслуживание называют также профилактическим.

Периодичность выполнения обслуживания зависит от физических характеристик применяемых элементов объекта (деталей и сборочных единиц), статистических характеристик износа элементов, от интенсивности отказов элементов и от требований к надежности, с которой должен работать объект.

Периодичность внепланового обслуживания (ремонта) строго зависит от интенсивности отказов во время эксплуатации объекта и, следовательно, является функцией величины, обратной средней наработке на отказ.

Факторы, влияющие на надежность оборудования, и причины разрушения деталей конструкции. Надежность конструкций оборудования определяется стабильностью протекания рабочих процессов, сопротивляемостью конструкции разрушениям, стабильностью свойств конструкционных материалов и бездефектностью конструкции [14].

Рабочие процессы представляют собой совокупность различных физических, химических и физико-химических явлений, которые возникают в агрегатах и системах оборудования в процессе их работы. Стабильность протекания рабочих процессов обеспечивается наличием смазочной среды в рабочих зонах агрегатов и уплотнений, препятствующих проникновению агрессивной внешней среды внутрь агрегатов, а также оптимальным тепловым режимом работы агрегатов и устойчивой работой системы регулирования и т. п. Дефекты из-за нарушения стабильности рабочих процессов имеют определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации.

Сопrotивляемость конструкций разрушения зависит от свойств материалов, выбранных конструктором нормативов и условий эксплуатации. На сопротивление влияют нагрузочные (силовые воздействия на конструкцию), скоростные (изменение скорости перемещения элементов конструкции по величине и направлению) и температурные (изменение температуры во времени и по величине) режимы, а также внутренняя (газы или жидкости, заполняющие внутренние полости агрегатов) и внешняя (атмосфера) среды.

Характер возникновения дефектов из-за снижения сопротивления конструкции разрушениям показывает, что в начальный период эксплуатации они практически отсутствуют и начинают оказывать заметное влияние на надежность после 40% от ресурса до капитального ремонта.

Стабильность свойств конструкционных материалов характеризует неизменность с течением времени в условиях рабочих процессов геометрических форм и размеров деталей, их механических и физико-химических свойств. У современных моделей оборудования дефекты из-за нарушения стабильности свойств конструкционных материалов начинают оказывать заметное влияние на надежность после наработки несколько более 50% от их ресурса до капитального ремонта.

Бездефектность конструкции характеризует отсутствие в ней конструктивных, технологических и производственных погрешностей. Она зависит от культуры проектирования и производства, степени доводки конструкции, организации контроля и т. д. Дефекты, возникшие из-за снижения уровня бездефектности конструкции, оказывают определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации при наработке 5—10% от ресурса до капитального ремонта.

Надежность закладывается в изделие при проектировании, обеспечивается при изготовлении и поддерживается в процессе эксплуатации.

Как известно, все причины отказов могут быть сведены в три группы в зависимости от стадии жизнедеятельности объекта, когда эта причина возникла: ошибки (дефекты) проектирования и конструирования; ошибки (дефекты) изготовления; ошибки (дефекты) эксплуатации.

Типичными дефектами проектирования и конструирования, приводящими к преждевременным отказам и уменьшению долговечности изделий, являются:

- ошибки в моделировании или учете эксплуатационных нагрузок;
- неправильные силовые, прочностные и другие расчеты конструкции;
- неверный выбор конструкционных материалов;
- неправильно составленная принципиальная схема изделия, вызывающая неблагоприятное распределение нагрузок на силовые элементы изделия;
- неудачные конструктивные решения защиты узлов трения от внешних факторов, непродуманные решения по их смазке трущихся пар, наличие концентраторов напряжений в элементах деталей и т. п.

При производстве изделия могут иметь место технологические дефекты:

- по составу конструкционных материалов (инородные включения, охрупчивающие примеси, изменения в процентном соотношении входящих элементов и т. п.);
- по отступлениям от технологической дисциплины при заготовительных операциях, механической, термической и других видах обработки деталей (усадочные раковины, пористость, задиры, повышенная шероховатость поверхности, закалочные трещины, обезуглероживание, снижение механических характеристик поверхности и др.);
- по операциям сварки (трещины, коробление, непровар, недостаточная глубина шва и др.);
- по сборочным операциям (задиры, внесение абразива в места трения, повреждения при сочленении, несоосность и др.).

Дефекты эксплуатации могут быть субъективного и объективного характера. К первым относятся нарушения правил эксплуатации и неправильное техническое обслуживание объекта. Ко вторым — наличие перегрузок и непредвиденных нагрузок из-за нарушений в энергоснабжении, стихийных явлений природы, попадания в машину посторонних предметов и т. д.

Изделия, сконструированные, изготовленные и эксплуатируемые в

соответствии с установленными требованиями НТД, отказывают только из-за физико-химических процессов разрушения. Причинами отказов в этих случаях являются процессы, протекающие внутри детали, на поверхности детали, в сопряжениях, а также в электрических цепях.

Утрата работоспособности может происходить постепенно или мгновенно, в зависимости от вызвавших ее причин. Наиболее общими причинами достижения предельных состояний деталей являются: износ; статические нагрузки; усталость материала; старение; ползучесть материала; хрупкость; заклинивание.

В интегральной форме детали машин должны обладать комплексом свойств, чтобы оптимально сопротивляться внешним воздействиям. Способность деталей сопротивляться единичным перегрузкам называется прочностью. Способность деталей сопротивляться усталостным разрушениям называется выносливостью. Способность деталей сопротивляться изнашиванию их поверхности называется износостойкостью.

Изменения, которые происходят в машине и приводят к потере работоспособности, связаны с внешними и внутренними воздействиями. Практически все они носят энергетическую природу, и их можно подразделить на следующие виды воздействия:

- действие энергии окружающей среды;
- действие внутренних источников энергии, связанных с рабочими процессами в машине, а также взаимодействием деталей друг с другом;
- потенциальная энергия, накопленная в деталях машин в процессе их изготовления (остаточные внутренние напряжения в отливках, в посадках и т. д.) и в результате эксплуатации.

В процессе эксплуатации на машину воздействуют следующие виды энергии.

Механическая энергия. Она не только передается по всем звеньям (динамические нагрузки), но и проявляется в статических нагрузках. Силы, возникающие в машине, определяются характером рабочего процесса и конструкцией машины и являются систематическими, но при определенных условиях они могут носить случайный

характер (например, при непредвиденных перегрузках). Другая часть усилий накапливается в деталях машин в виде остаточных деформаций и сохраняется постоянно. Во времени действие механической энергии может происходить кратковременно (пиковые нагрузки, заклинивание и т. п.) или длительно (весь период эксплуатации).

Тепловая энергия. Воздействует на машину и ее элементы при изменении температуры окружающей среды или в рабочих зонах машины при осуществлении технологического процесса, а также при преобразовании части механической энергии в тепловую.

Химическая энергия. Проявляется в виде коррозии поверхности деталей и является следствием контакта поверхности деталей как с агрессивными рабочими компонентами, так и с окружающей средой.

Биологическая энергия. Проявляется в воздействии микроорганизмов на материалы конструкции, которые могут служить пищей и средой обитания для них.

Различные виды энергии суммарно воздействуют на конструкционные материалы и приводят к изменению первоначальных характеристик материалов, параметров машин. В связи с различиями по скорости проявления энергий изменение состояния элементов машину также может происходить с различной скоростью, а следовательно, с различной скоростью проявляются и отказы в системе.

Физическая природа отказов должна рассматриваться с учетом не только вида объекта, материалов, режима нагружения, но и факторов внешней среды, которые формируют то или иное негативное воздействие на изделие и вызывают соответствующий физико-химический процесс разрушения.

Для инженерно-технических работников, связанных с эксплуатацией технологического оборудования, важно знать организационные и технические мероприятия и решения, с помощью которых реализуется заложенная конструктором и изготовителем техники ее надежность. К ним относится следующее:

- повышение квалификации обслуживающего персонала (как рабочих,

непосредственно работающих на оборудовании, так и ремонтных рабочих);

- строгое соблюдение требований инструкций по эксплуатации техники,"

- соблюдение нагрузочных, скоростных, тепловых и иных режимов работы оборудования;

- использование рекомендуемых заводами-изготовителями марок смазочных материалов, охлаждающих жидкостей и иных расходуемых материалов;

- соблюдение требований технической документации в отношении правил транспортировки, хранения, монтажа и запуска в эксплуатацию оборудования;

- оптимизация периодичности и режимов технического обслуживания оборудования, включая своевременное проведение диагностики его технического состояния;

- правильный выбор системы технического обслуживания и ремонта оборудования;

- правильное использование методов и средств ремонта деталей, применение новейших технологических способов восстановления их исправности и работоспособности.

Производительность технологического оборудования

Машинный и аппаратный технологические процессы, являющиеся неотъемлемой частью производственного процесса, состоят из основных и вспомогательных операций, а операции — из элементов (переходов и проходов). При выполнении основной операции на предмет труда осуществляется технологическое воздействие с целью изменения его структурно-механических, физико-химических и других свойств, а также формы, размеров, шероховатости поверхности и пр. Под вспомогательной операцией понимается действие, направленное на закрепление, перемещение, измерение предмета труда, а также на контроль качества выполнения основных операций и управление орудием труда.

При выполнении производственного задания технологическое оборудование, обрабатывающее штучную продукцию (изделие), работает с определенной повторяемостью или цикличностью.

Технологический цикл включает совокупность действий и операций оборудования и персонала, периодически повторяющихся при технологической обработке каждой единицы однотипной продукции (изделия). Измеряется такой цикл периодом времени нахождения изделия в машине или временем обработки изделия оборудованием.

Период технологического цикла используется при расчете производительности оборудования.

Кинематический цикл представляет собой совокупность всех перемещений и выстоев рабочих органов, участвующих в технологическом процессе, по завершении которых они все возвращаются в исходное положение. Измеряется кинематический цикл временем или для оборудования с электромеханическим приводом и главным валом в углах поворота главного вала.

Кинематический цикл используется при проектировании кинематических схем оборудования для оптимизации взаимных перемещений рабочих органов с целью достижения максимальной производительности технологической машины.

Энергетический цикл определяется периодом времени, в течение которого повторяется закон изменения мощности, потребляемой машиной. Энергетический цикл используется для расчета привода, выбора типа и мощности электродвигателя.

Процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей, их агрегатов и систем являются периодическими процессами, поэтому технологическое оборудование относится к оборудованию периодического действия. В подавляющем большинстве машин и аппаратов автосервиса основные операции выполняются последовательно с перерывами, необходимыми для осуществления таких вспомогательных операций, как контрольные, переустановочные, уборочные и др. Технологический цикл обработки изделия (автомобиля, агрегата, детали) совпадает с кинематическим и энергетическим циклами их работы практически для всей

номенклатуры оборудования. Исключение составляют многопрограммные порталные струйно-щеточные моечные установки, в которых обработка автомобиля происходит за несколько проходов портала.

Технологические циклы оборудования периодического действия характерны тем, что в них часть времени (основные операции) затрачивается производительно, а другая часть времени (вспомогательные операции) — непроизводительно.

Производительностью оборудования называется количество продукции, обработанного им в единицу времени, шт./ч; шт./см.

Различают технологическую, цикловую (паспортную) и фактическую производительность:

Цикловая производительность называется паспортной потому, что[^] она рассчитывается по техническим параметрам машинного процесса в процессе конструирования и записывается в паспорт оборудования (для специализированного оборудования) или может быть рассчитана по технической характеристике на стадии приобретения (для универсального оборудования).

Фактическая производительность является реальной производительностью оборудования, полученной за достаточно длительный срок эксплуатации (не менее одного года). Соотношение между фактической и цикловой производительностями определяет коэффициент использования оборудования. С учетом простоев оборудования по различным причинам этот коэффициент всегда меньше единицы

Основные направления повышения производительности технологического оборудования состоят в следующем:

1. Совершенствование машинного (аппаратного) технологического процесса, интенсификация режимов обработки.

2. Улучшение кинематики, уменьшение длительности холостых ходов и выстоев, не совмещенных с рабочими ходами, уменьшение времени на подвод и перебеги инструмента, автоматизация и механизация вспомогательных операций.

3. Повышение надежности, технологичности оборудования, оптимизация его степени универсальности или специализации, расширение номенклатуры

обрабатываемых материалов, снижение требований к характеристикам обрабатываемых материалов и др.

4. Для увеличения фактической производительности оборудования необходимо улучшать организацию эксплуатации оборудования .

Тема 1.3 Устройство и принцип действия оборудования для технического обслуживания, диагностики и ремонта легковых автомобилей, их агрегатов и деталей

Оборудование для уборочных работ салона

При уборочных работах используются пылесосы переносного и стационарного типов, работающие в режимах «сухой» или «влажной» уборки. Переносные пылесосы с электродвигателями мощностью 0,3—1,5 кВт по устройству практически не отличаются от бытовых пылесосов. Стационарные пылесосы рассчитаны на обслуживание нескольких постов. Эти пылесосы относятся к группе промышленных пылесосов. Они имеют значительно большие емкости для сбора грязи и электродвигатели мощностью 5-7 кВт для привода одной или двух турбин. Главные отличительные особенности конструкции пылесосов для уборки салонов автомобилей заключаются в наличии специальных бумажных гофрированных фильтровальных элементов, способных принимать тяжелую грязь (мокрую пыль и мелкие металлические предметы), и системы самоочистки фильтров.

Оборудование для мойки автомобилей

К моечному относится оборудование, обеспечивающее удаление загрязнений с наружных поверхностей автомобилей, нанесение защитных материалов на лакокрасочные покрытия и сушку автомобилей. В настоящее время производители моечного оборудования предлагают установки для мойки автомобилей двух классов:

- шланговые стационарные и передвижные установки высокого давления;
- стационарные автоматизированные установки.

Шланговые моечные установки высокого давления относятся к установкам бесконтактной мойки.

Процесс мойки кузова автомобиля разделяется на два этапа. На первом этапе с помощью моечной установки на автомобиль под небольшим давлением распыляющей струей наносится моющий раствор из специального резервуара, подсоединенного к моещему пистолету. В качестве моющего раствора

используются водные растворы поверхностно-активных веществ (мыльная пена). На втором этапе производится смыв загрязнений. Смыв загрязнений с автомобиля осуществляется за счет кинетической энергии водяной струи, подаваемой из сопла ручного пистолета под средним (до 8 МПа) или большим давлением (до 12—16 МПа).

Осмотровые сооружения и подъемное оборудование

Осмотровые сооружения и подъемное оборудование являются основными элементами производственно-технической базы ПТС. В среднем, с использованием данного оборудования и сооружений на предприятиях автосервиса производится до 80—90% всего объема работ на автомобиле.

К инженерным сооружениям относятся смотровые канавы и эстакады. Группу подъемного оборудования составляют автомобильные подъемники, опрокидыватели, домкраты, передвижные краны и лифты (рис. 2.9).

Автомобильные подъемники

Подъемники необходимы для полного вывешивания автомобиля, что обеспечивает удобный доступ снизу и сбоку к двигателю, ходовой части, подвеске, трансмиссии и другим элементам конструкции при выполнении смотровых, ремонтных и демонтажнo-монтажных работ.

Подъемники для вывешивания автомобиля имеют ряд преимуществ по сравнению с смотровыми канавами. Они позволяют во время работы изменять положение автомобиля по высоте, что значительно уменьшает утомляемость рабочего и создает безопасные условия труда. Применение подъемников создает определенные удобства слесарю при регулировке, снятии и постановке колес; при осмотре и различных работах снизу автомобиля. Подъемники обеспечивают нормальные гигиенические условия для работающих, способствуют повышению производительности труда и качества выполняемых работ.

Все разнообразие автомобильных подъемников, представленных на рынке оборудования, можно разделить на отдельные типовые группы в зависимости от принятого признака классификации, к которым можно отнести степень

подвижности, конструктивно-монтажное исполнение, конструктивную схему, вид рабочих органов, технологическую схему подхвата автомобиля, вид привода

Контрольно-диагностическое и регулировочное оборудование

Общие сведения о средствах технического контроля и диагностирования

Технический контроль и техническое диагностирование автомобилей — комплекс увязанных между собой методов, технологических процессов, нормативов и средств, позволяющих установить исправное или неисправное состояние всего автомобиля как объекта, его агрегатов, сборочных единиц и систем.

Задачи диагностики возникли как логическое продолжение и развитие задач контроля. Однако процедура диагностики отличается от процедуры контроля, хотя и контроль и диагностика преследуют одну цель — определить, в каком из заранее установленного множества состояний находится исследуемый объект или система.

Технический контроль, в том числе автоматизированный, занимается установлением с помощью определенных методов и средств состояния объекта в целом (например, работоспособное или отказ, исправное или неисправное), при этом сам объект рассматривается как единое целое. При этом результат контроля не предусматривает установление конкретной причины, вызвавшей реальное состояние объекта или системы, выдачу рекомендаций по изменению этого состояния или прогнозирование состояния объекта на заданный период времени.

При диагностике объект или система может рассматриваться как в целом, так и поэлементно (углубленная диагностика), ибо состояние системы является функцией состояния отдельных элементов. Диагностика стремится установить не только состояние системы или элемента, но и причину их неисправности или отказа.

Обычно на основании полученного диагностического заключения о характере и причине неисправности объекта или системы предлагаются технические решения и технологические ремонтные воздействия или регулировочные операции, позволяющие восстановить их исправность.

Тяговые стенды для общей диагностики автомобиля и контроля его тягово-экономических показателей

Тяговые стенды (или иначе стенды контроля тяговых качеств автомобиля — СТК) роликового (барабанного) типа имитируют движение автомобиля с различными скоростными режимами и режимами нагружения двигателя. На стендах тестируются:

1. Комплексные параметры: мощность на ведущих колесах, тяговое усилие на ведущих колесах, линейная скорость на окружности колеса (скорость автомобиля), расход топлива, время (путь) разгона, выбега.
2. Элементные параметры (с добавлением дополнительных приборов): частота вращения коленчатого вала, пробуксовка сцепления, исправность спидометра, неисправности трансмиссии и др.
3. Диагностирование и контроль ведутся в режимах максимальной тяговой силы (крутящего момента), максимальной скорости.

Стенды выпускаются для легковых и грузовых автомобилей, для легковых с одной ведущей осью и полноприводных автомобилей.

Оборудование и приборы для контроля тормозной системы автомобиля

Тормозные стенды. Действие тормозных стендов основано на анализе сил сцепления заторможенных колес автомобиля с рабочей поверхностью стенда. Тормозные стенды выпускаются двух типов – площадочные и роликовые. В приложении Е представлены технические характеристики данного оборудования.

Стенды для диагностики и контроля ходовой части и рулевого управления автомобиля

Стенды контроля увода автомобиля. Эти стенды представляют собой площадочное устройство, платформа которого имеет возможность смещаться в сторону, противоположную силам увода автомобиля с траектории прямолинейного движения. Под платформой расположен датчик, передающий сигнал на информационное табло. Автомобилю достаточно проехать по платформе одним колесом, чтобы на табло загорелась сигнальная лампа, информирующая оператора-диагноста о том, что углы схождения колес не соответствуют норме и

требуется углубленная диагностика механизмов установки колес на специальном стенде. В приложении Е представлены технические характеристики данного оборудования.

Стенды диагностики подвески автомобиля. Стенды предназначены для диагностики пружинно-амортизаторной системы подвески автомобиля. Стенд состоит из силового шкафа, приборной стойки и блока измерительных пластин. В блоке находятся вибраторы, приводящие в колебания опорные пластины и подвеску автомобиля, который колесами стоит на пластинах, и датчики измерения параметров вибрации пластин. Работа стенда основывается на реализации амплитудно-резонансного метода диагностики колебательной системы. Вначале вибраторы сообщают через пластины подвеске автомобиля вынужденные колебания с заданной начальной частотой, которая находится в сверхкритическом диапазоне колебаний. Колебания подвески проходят весь диапазон низких частот и точку резонанса до полного прекращения колебаний. Затем вибраторы выключаются и включается система регистрации амплитуды и частоты свободных колебаний подвески. Результаты измерения выдаются в виде графиков зависимости: амплитуда (мм) – частота колебаний (Гц) и в виде процентов от максимального значения амплитуды по левому и правому колесам автомобиля. В приложении Е представлены технические характеристики данного оборудования

Стенды «люфт-детекторы» для диагностики зазоров в сочленениях подвески и рулевого управления автомобилей. Стенды позволяют визуально выявить люфты (люфт – зазор в кинематической паре, проявляющийся как относительное движение охватывающего и охватываемого элементов, при приложении к звеньям механизма знакопеременной нагрузки) в сочленениях подвески и рулевого механизмов. Стенды выпускаются в трех исполнениях:

- ✓ напольного (для грузовых автомобилей) с использованием в автономном режиме;
- ✓ заглубленного (для легковых автомобилей) с использованием в автономном режиме и устанавливаемых на осмотровую канаву;
- ✓ для встраивания в платформы автомобильных подъемников.

Стенды состоят из трех частей — гидравлической станции, переносного пульта управления с лампой подсветки, двух опор. Пульт и гидравлическая станция соединены между собой электрическим кабелем, а гидравлическая станция и опоры — гидравлическими шлангами. Опоры представляют собой пластины, расположенные в раме и имеющие возможность перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях в горизонтальной плоскости от встроенных в раму гидроцилиндров.

Комбинированные стенды общей диагностики автомобиля для диагностических участков ПТС и диагностических линий пунктов государственного технического осмотра автомобилей

Эти стенды представляют собой комбинацию трех стендов – тормозного, контроля увода автомобиля и диагностики подвески. Комбинированные стенды, обеспечивающие за короткий промежуток времени не только проверку эффективности действия тормозной системы, но и диагностику подвески и углов схождения колес, весьма привлекательны для участков приемки автомобилей в ремонт с использованием процессов общей диагностики.

Производители оборудования для автосервиса предлагают комбинированные стенды в двух исполнениях — с тормозными стендами площадочного или роликового типа и площадочными стендами увода автомобиля и диагностики подвески.

Раздел 2. Выбор и приобретение технологического оборудования

Тема 2.1 Оценка механизации технологических процессов на ПТС

Качество, сроки и экономичность ремонта автомобиля на ПТС в значительной степени зависят от состояния, уровня развития и условий функционирования производственно-технической базы предприятия автосервиса. Техническое перевооружение ПТБ предприятий должно предусматривать:

- ✓ применение новых прогрессивных форм и методов технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автомобилей;
- ✓ повышение уровня механизации и автоматизации производственных процессов;
- ✓ внедрение современного высокопроизводительного, надежного и безопасного оборудования технологической и организационно-технической оснастки.

Механизация и автоматизация производственных процессов ТО и Р автомобилей имеют первостепенное значение, так как позволяют резко повысить производительность труда и качество выполняемых работ, что напрямую улучшает экономические показатели предприятия.

Под механизацией технологических процессов понимается частичная или полная замена ручного труда машинным с сохранением участия человека в управлении машинами и механизмами.

Механизация бывает частичной или комплексной. Частичная механизация связана с механизацией отдельных движений в операциях или операций в производственном процессе. Полная (или комплексная) механизация охватывает все основные и вспомогательные операции технологического процесса или все работы в производственном процессе. Высшей стадией механизации является автоматизация средств труда и технологических процессов.

Автоматизация — это применение технических средств, экономико-математических методов, систем управления, освобождающих человека частично

или полностью от непосредственного участия в процессе получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации. Человеком выполняются следующие функции: наблюдение за ходом процесса, контроль качества выполнения работ, регулировочно-наладочные работы.

Автоматизация технологических процессов предполагает полную механизацию всех операций.

Механизация и автоматизация производства позволяют:

- ✓ снизить трудоемкость и себестоимость ТО и Р автомобилей;
- ✓ улучшить качество работ;
- ✓ снизить простой автомобилей в ТО и Р;
- ✓ сократить число ремонтных рабочих.

Оценка механизации производства и технологических процессов производится по ряду показателей [15]:

1. Уровень механизации (определяет фактическую долю механизированного труда в общих трудозатратах);

2. Уровень механизации производства в целом на предприятии;

В соответствии с ОНТП 01-91 (Отраслевые нормы технологического проектирования) уровень механизации и автоматизации производств по видам работ должен быть не ниже приведенных значений:

- ✓ для уборочно-моечных работ — 30—40%;
- ✓ полнообъемного технического обслуживания (ТО) — 25—30%;
- ✓ ТР - 20-25%.

3. Степень охвата рабочих механизированным трудом;

4. Степень оснащенности предприятия средствами механизации;

5. Степень оснащенности предприятия средствами механизации по отдельным видам оборудования;

6. Уровень механизированного труда;

7. Степень механизации технологических операций.

Тема 2.2 Выбор технологического оборудования для постов и участков ПТС

При проектировании новой ПТС или реконструкции действующего предприятия автосервиса выбирают номенклатуру (перечень), типы и модели технологического оборудования, определяют его количество и производят расстановку на производственных площадях.

Номенклатуру и количество технологического оборудования производственных участков принимают по таблице технологического оборудования и специального инструмента для ПТС, требованиям продуцентов (заводов-изготовителей) автомобильной техники (для дилерских ПТС) или рекомендациям консалтинговых фирм в зависимости от размера ПТС с учетом ее специализации по определенной модели автомобилей или видам ТО и Р [4, 15].

Номенклатура, количество оборудования, его мощность и пропускная способность, а также размещение на производственной площади должны удовлетворять нескольким условиям, в том числе:

- ✓ требованиям технологического обеспечения производства;
- ✓ поэлементной пропорциональности;
- ✓ повременной (суточной) пропорциональности;
- ✓ непрерывности и минимизации производственного цикла;
- ✓ прямооточности.

Первое требование заключается в том, что номенклатура оборудования должна обеспечивать выполнение всех необходимых операций технологического процесса ТО и Р автомобилей, поступающих на ПТС с учетом их типов, марок (моделей) и года выпуска.

Требования поэлементной и повременной пропорциональности относятся к числу оборудования и пропускной способности каждой отдельной единицы оборудования. Эти проектно-технические показатели должны быть такими, чтобы соответствовать требованиям производственной программы ПТС с учетом сезонных и временных колебаний. Число любых элементов ПТБ (число подъемников, стендов, станков и другого оборудования) должно соответствовать,

т. е. быть пропорциональным, производственной программе, а пропускная способность этих элементов, зависящая от производительности и режима работы оборудования, не должна вызывать задержку выполнения производственного процесса.

Требования непрерывности и минимизации производственного цикла заключаются в том, что производственное оборудование должно обеспечивать наименьший срок производственного цикла за счет сокращения оперативного времени на выполнение основных технологических операций и минимизации технологических и организационно-технических цикловых перерывов. Последнее требование относится к размещению оборудования. Оно заключается в том, что размещение оборудования должно быть таким, чтобы во время выполнения всех технологических и дополнительных операций объем транспортной работы был наименьшим.

В настоящее время рынок технологического оборудования для автосервиса чрезвычайно велик и разнообразен. Дистрибьюторные фирмы поставляют в Россию и предлагают к продаже десятки моделей однотипного оборудования разных производителей оборудования из ряда стран Европы, Азии и Америки.

Предлагаемое покупателям технологическое оборудование одинакового назначения имеет разный вид привода, близкие или существенно различающиеся технические параметры и стоимость, порой отличающуюся в разы. В связи с этим у потребителей техники зачастую возникают сложности с выбором той или иной модели технологического оборудования для ПТС.

Аналогичный случай имеет место, когда при техническом перевооружении ГТТБ предприятия производится замена устаревшего оборудования на новое. При этом возникает необходимость оценки эффективности применения той или иной модели нового оборудования для выполнения одинаковых операций или работ.

Правильный выбор конкретной модели технологического оборудования должен основываться на сопоставлении их двух параметров — технические возможности и цена, применительно к конкретным условиям эксплуатации и финансовым возможностям владельца ПТС.

Анализ возможностей оборудования производится по его технической характеристике.

Сравнительная оценка двух моделей однотипного (с точки зрения технологического применения) оборудования может производиться качественно и количественно с помощью ряда показателей.

Качественное сравнение двух или более моделей аналогичного технологического оборудования производится путем сравнения их технологических возможностей, положительных и отрицательных свойств качества, которые могут проявиться в конкретных условиях эксплуатации.

Количественная оценка производится по отдельным показателям, выбранным из трех групп.

I группа. Экономические показатели

1. Экономический эффект (годовой);
2. Средняя трудоемкость выполнения работ на оборудовании;
3. Стоимость единицы работы (услуг) на оборудовании;
4. Объем работы, выполненный на оборудовании в течение определенного промежутка времени (смена, месяц, год).

II группа. Оперативные показатели (временные)

1. Среднее время обслуживания одного автомобиля, агрегата или иного изделия на оборудовании;
2. Коэффициент использования оборудования по времени;
3. Фактическая производительность оборудования.

III группа. Технические показатели

1. Показатели надежности (коэффициент готовности, среднее время безотказной работы, срок службы, коэффициент ремонтпригодности, среднее время восстановления).
2. Показатели эксплуатационной технологичности (трудоемкость обслуживания и ремонта, коэффициент унификации, удельная (на единицу мощности) материалоемкость, удобство обслуживания и др.).
3. Коэффициент использования площади

4. Коэффициент универсальности

5. Коэффициент доступности изделия

6. Коэффициент использования оборудования по основному технологическому параметру

Выбор конкретной модели из всей номенклатуры оборудования, которое предлагается на рынке, может быть произведен с использованием расчетных или экспертных методов оценки их технического уровня и уровня качества по следующим критериям:

- ✓ одному доминирующему для данного предприятия техническому параметру машины или аппарата;
- ✓ совокупности технических параметров оборудования;
- ✓ средневзвешенному показателю качества оборудования;
- ✓ интегральному показателю качества оборудования.

Критерий — совокупность технических параметров оборудования. Этот критерий применяется тогда, когда все параметры оборудования одинаково влияют на его выбор.

Для анализа выбираются либо единичные технические показатели из технической характеристики оборудования, например, для подъемника — грузоподъемность, высота подъема, мощность электродвигателя, масса, габаритные размеры и др., либо показатели эффективности из группы III — технические показатели, рассчитываемые по формулам 3.12—3.16, либо и те и другие вместе.

За образец сравнения принимается какая-либо одна модель из рассматриваемой группы машин, стандов или другого оборудования. Ее показатели становятся базовыми.

Критерий — средневзвешенный показатель качества оборудования. Этот критерий целесообразно использовать в тех случаях, когда единичные технические параметры оборудования по-разному влияют на технический уровень, т. е. каждый показатель имеет свой вес (уровень значимости). Например, для пользователя балансировочных стандов такие технические показатели, как точность

балансировки, диаметры балансируемых колес, ширина шины, тип диска, количество программ балансировки, вид привода, установленная мощность привода, габаритные размеры, масса стенда и др., имеют не одинаковую значимость, одни показатели для них являются более важными, чем другие.

Для учета этих обстоятельств выбор оборудования ведут по значению средневзвешенного показателя K . Для определения степени значимости каждого показателя (его веса) пользуются экспертным методом, когда один эксперт (профессионал в данной области) или группа экспертов устанавливают значения весов \wedge единичных показателей.

Та модель из рассматриваемой группы однотипного оборудования будет по техническому уровню наиболее приемлемой для приобретения, у которой значение средневзвешенного показателя окажется большим.

Критерий — интегральный показатель качества оборудования. Этот критерий устанавливает соотношение «цена — качество» оборудования. Интегральный показатель качества рассчитывается по формуле 1.5 или 1.6, либо — 3.8.

Лучшим считается та модель оборудования, у которой данный показатель качества выше.

Тема 2.3 Приобретение технологического оборудования

Рынок оборудования

На российском рынке технологического оборудования и инструмента для автосервиса сегодня действуют продуценты техники, региональные дистрибьюторы, полномочные дилеры, независимые торговцы и покупатели — потребители техники.

Продуцентами техники являются фирмы, компании, заводы и научно-производственные предприятия — изготовители оборудования и инструмента.

Отечественные продуценты осуществляют продажу своей продукции напрямую независимым торговцам и потребителям через отделы по сбыту, представительства или поставляют ее полномочным дилерам. Зарубежные продуценты действуют через свои представительства (филиалы) или поставляют технику региональным дистрибьюторам и полномочным дилерам.

В настоящее время в России можно приобрести технологическое оборудование, приборы и инструмент для автосервиса, произведенные более чем 150 зарубежными и отечественными фирмами (предприятиями и объединениями предприятий).

Торговое представительство продуцента представляет собой обособленное структурное подразделение завода — изготовителя техники в ином городе своей страны или в зарубежье, призванное решать все вопросы, связанные с продвижением продукции на рынок, ее установкой у покупателя, техническим обслуживанием и ремонтом. За рубежом обычно вместо торговых представительств поставщики машин создают свои филиалы в виде дочерних фирм или совместных предприятий. Эти филиалы являются дистрибьюторами, они имеют свой склад, являются оптовыми продавцами и реализуют продукцию через сеть дилеров.

В общем случае региональный дистрибьютор (с англ.— распределитель) — это монопольный импортер оборудования в страну или в регион страны. Дистрибьютор является оптовым торговцем техники, он уполномочен одним или

несколькими продуцентами реализовать их продукцию со своего склада через сеть полномочных дилеров или напрямую потребителям. Сеть полномочных дилеров создается самим дистрибьютором. В России в качестве дистрибьюторов выступают как филиалы продуцентов, так и специально созданные независимые торговые компании с иностранным или отечественным капиталом. Независимые дистрибьюторы работают одновременно с рядом продуцентов и берут на себя также функции уполномоченного (или официального) дилера этих производителей оборудования. В качестве примера можно привести две компании — «ИТО» и «Инжтех-сервис», действующие на российском рынке оборудования для авто-сервиса и выполняющие как функции дистрибьютора, так и дилера.

ИТО — это компания с итальянским капиталом, которая специализируется на продаже, установке и обслуживании различного оборудования. ИТО распространяет свою деятельность на рынке бывшего СССР, имеет представителей более чем в 76 различных городах республик СНГ и Балтии, а именно: России, Украины, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана, Молдавии, Грузии, Армении, Азербайджана, Белоруссии, Литвы, Латвии, Эстонии.

По договору с продуцентом региональный дистрибьютор берет на себя следующие функции [4, 5]:

- ✓ изучение рынка, условий конкуренции, цен, законодательства, импортного регулирования;
- ✓ сертификация продукции согласно требованиям законодательства РФ;
- ✓ разработка торговой политики, мер по закреплению на рынке и расширению сбыта;
- ✓ содержание регионального склада оборудования продуцентов и запасных частей к нему;
- ✓ создание территориально распределенной дилерской сети, подбор дилеров и контроль их деятельности;
- ✓ продажа оборудования дилерам;
- ✓ содержание учебного центра для дилеров и покупателей оборудования;

- ✓ проведение рекламной кампании и др.

Обычно дистрибьютор не занимается непосредственным сервисом поставляемой техники, если только он не взял на себя функции дилера в одном из пунктов региона.

Полномочный (в России принято говорить официальный) дилер, или просто дилер, представляет собой независимое коммерческое предприятие, являющееся монопольным торговцем техникой определенного производителя или нескольких производителей в каком-либо районе региона страны.

Торговая политика дилера основана на его соглашении с поставщиком оборудования, по которому последний непосредственно или через дистрибьютора поставляет в согласованный район региона страны свою продукцию только дилеру. В связи с тем, что на рынке оборудования в России количество конкурентов-поставщиков оборудования достаточно велико, а число компаний, занимающихся дилерским бизнесом, незначительно, дилер может представлять как одного, так и несколько производителей с обязательным условием не быть одновременно представителем конкурирующего производителя техники.

Дилер уполномочен производителем решать все вопросы не только по продаже техники, но и по ее монтажу, гарантийному обслуживанию и ремонту с использованием технологий, оборудования и методик данного производителя.

В обязанности дилера кроме перечисленных выше входит также содержание определенного количества запасных частей к оборудованию, сохранение коммерческой тайны производителя, проведение рекламной кампании, поддержание установленной ценовой политики.

Поставщики оборудования обеспечивают дилеров постоянно обновляемым комплектом нормативно-технической, организационно-методической, экономической, справочной и иной литературы по всем аспектам их деятельности. В перечень литературы, в частности, входит следующее:

- ✓ бюллетени о новинках продукции;
- ✓ каталоги техники;

- ✓ руководство по организации сервиса продукции;
- ✓ каталоги запасных частей;
- ✓ информационные листы об изменениях в конструкциях машин;
- ✓ ремонтная документация;
- ✓ каталог специального инструмента и оснастки для ремонта и обслуживания поставляемой техники;
- ✓ руководство по эксплуатации оборудования для владельца;
- ✓ инструкции по ценовой политике, взаимодействию с клиентами в гарантийный период и др.

Независимый торговец является посредником на рынке оборудования. Он закупает по своей инициативе технику в ограниченном количестве у различных дилеров или дистрибьюторов для последующей продажи потребителям оборудования или работает «йод заказ» покупателя на определенный вид (модель) оборудования.

Сегодня потребитель техники — потенциальный покупатель технологического оборудования и инструмента для автосервиса получает информацию об имеющемся на рынке товаре в основном по трем каналам — из интернета, печатных изданий, специализированных выставках.

В настоящее время каждый оптовый или розничный торговец технологическим оборудованием и инструментом стремится иметь свой интернет-сайт (в переводе с англ. — электронную страницу) в глобальной компьютерной сети. Наличие интернет-сайта — показатель уровня развития компании, часть ее имиджа, возможность представить предлагаемую к продаже номенклатуру продукции с указанием технических характеристик, моделей, цен и других сведений. Кроме того, сайт торговой фирмы позволяет организовать виртуальный торговый зал и интернет-торговые операции.

Обычно на интернет-сайте представляется следующая информация:

- ✓ о самой компании, ее статусе, месте расположения;
- ✓ адрес и схема проезда к офису и складу;
- ✓ информация о производителях техники;

- ✓ технические сведения об оборудовании (технические характеристики модельного ряда, технологические возможности, конструктивные отличия и др.);
- ✓ прайс-листы (информация о ценах на продаваемый товар);
- ✓ отклики клиентов о приобретенном оборудовании и др.

Специализированные печатные издания, содержащие сведения об оборудовании для автосервиса, — это каталоги и периодические журналы с вкладными прайс-листами.

Каталоги выпускаются заводами-изготовителями техники, оптовыми продавцами техники или редакциями журналов «За рулем», «Автомобиль и сервис» и др. Обычно в каталогах оборудование, оснастка и инструмент сгруппированы по торговым маркам (продуцентам) и/или технологическому назначению. Дополнительно приводятся сведения о том, где и за какую цену можно приобрести данное оборудование и как связаться с продавцом техники. Примером такого каталога является справочное издание «Мир оборудования для автосервиса», в котором собраны сведения о двух с половиной тысячах наименований продукции более 150 ведущих отечественных и зарубежных производителей.

Ежегодно в разных городах России проводятся тематические выставки автомобильной техники, технологического оборудования и технологий для автосервиса, автомобильных эксплуатационных материалов и аксессуаров. На этих смотрах в определенные дни специально для профессиональных работников автосервиса организуются тематические лекции по различным аспектам автосервисного бизнеса с демонстрацией новинок в области технологий и оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Посетители выставки могут получить рекламные проспекты фирм-производителей техники и необходимые консультации по приобретению их продукции. Зачастую прямо на выставках заключаются контракты на поставку оборудования для предприятий клиентов.

Виды предпринимательских сделок по приобретению оборудования

В зависимости от поставленных целей, финансовых возможностей и сложившихся реальных условий на рынке оборудования потребители технологического оборудования (владельцы ПТС и автомастерских) могут приобретать технику в пользование или собственность, используя различные виды предпринимательских сделок в рамках системы хозяйственных договоров. В эту систему входят договоры купли-продажи, лизинга, аренды и аренды с правом выкупа [4].

Договор купли-продажи — договор между продавцом и покупателем оборудования, в соответствии с которым продавец обязуется передать в собственность покупателю конкретное оборудование (тип, модель, серийный номер) с заданными техническими характеристиками в полной исправности и комплектности, а покупатель обязуется принять это оборудование и уплатить за него покупную цену в порядке, предусмотренном данным договором.

Договор купли-продажи оборудования содержит следующие разделы: предмет договора; сведения об оборудовании; права и обязанности сторон; порядок передачи оборудования; цена договора и порядок оплаты; переход права собственности; гарантии качества товара; обстоятельства непреодолимой силы; ответственность сторон; прочие условия.

Договор лизинга (финансовой аренды) — договор, в соответствии с которым арендодатель, в данном случае он называется лизингодателем, обязуется приобрести в собственность указанное арендатором, он же лизингополучатель, оборудование у определенного продавца и предоставить лизингополучателю это оборудование за плату во временное владение и пользование. Договор лизинга, как правило, предусматривает возможность последующего перехода оборудования в собственность лизингополучателя по истечении срока договора лизинга или до его истечения на условиях, предусмотренных соглашением сторон.

Лизинг включает в себя элементы долгосрочного кредита, финансирования, приобретения оборудования в пользование и аренды. В лизинге участвуют арендодатель, который приобретает имущество для передачи лизингополучателю,

банк, который финансирует сделку, продавец оборудования, выбранный лизингополучателем, и, наконец, сам лизингополучатель, т. е. предприятие, заинтересованное в приобретении в аренду при сравнительно низких затратах, а затем и в собственность дорогостоящего оборудования.

Лизинговая сделка представляет собой комплекс договорных отношений, состоящий из обязательных и сопутствующих договоров. К обязательным относится договор купли-продажи оборудования, к сопутствующим — договоры о привлечении денежных средств, залога и др.

Договор лизинга содержит следующее [4]: предмет лизинга; объем передаваемых прав собственности; место и порядок передачи оборудования, срок действия договора лизинга; порядок балансового учета имущества лизинга; порядок содержания и ремонта оборудования лизинга; перечень дополнительных услуг, предоставляемых лизингодателем; порядок расчета и график платежей; обязательства по страхованию и др.

Договор аренды оборудования предусматривает передачу оборудования арендодателем (владельцем данного имущества) арендатору в пользование на ограниченный срок с последующим его возвратом. За пользование оборудованием арендатор платит владельцу согласованную арендную плату.

Договор аренды целесообразно заключать в тех случаях, когда оборудование требуется для выполнения разовых работ (например, для монтажных, транспортных, ремонтных работ) или когда стоимость арендной платы за весь срок использования оборудования не превышает его стоимости при покупке.

В договоре аренды имеют место следующие разделы: предмет аренды и общие условия договора; обязанности арендодателя и арендатора; арендная плата и порядок расчетов; ответственность сторон; порядок разрешения споров и др.

Разновидностью аренды является аренда с правом выкупа арендованного имущества. Для арендатора эта форма аренды приемлема тем, что оборудование по истечении срока аренды может быть приобретено у арендодателя по остаточной стоимости или по иной цене, согласованной сторонами договора.

В договоре аренды с правом выкупа арендованного оборудования должны быть четко оговорены порядок и условия приобретения взятого в аренду оборудования.

Раздел 3 Монтаж оборудования

Тема 3.1 Общие сведения и документация по монтажу оборудования.

Предмонтажная подготовка оборудования и монтажной площадки.

В общем случае монтаж (ГОСТ 23887—79) — это процесс установки изделия или его составных частей на месте использования. Однако, как и любой процесс, монтажный процесс характеризуется комплексом приемов, переходов, операций, регламентированных определенными требованиями и выполняемых в определенной последовательности с соответствующим обеспечением и оснащением [8, 9, 18].

Под монтажом оборудования понимается комплекс работ, включающих сборку машин (агрегатов и др.), их установку в рабочее положение на предусмотренном проектом месте, сборку и соединение в технологические линии и установки, испытания на холостом ходу и под нагрузкой, а также вспомогательные, подготовительные и пригоночные операции, не выполненные по каким-либо причинам предприятием-изготовителем.

В практике производства монтажных работ сформировались также такие понятия, как шефмонтаж и перемонтаж. Под шефмонтажом понимают процесс монтажа, осуществляемый под контролем представителей завода-изготовителя или фирмы-поставщика оборудования. Перемонтаж оборудования — это процесс монтажа, связанный с демонтажом ранее установленного оборудования и монтажом его на новом месте эксплуатации.

Работы, которые относятся к монтажу технологического, энергетического, подъемно-транспортного и нестандартного оборудования, трубопроводов и металлоконструкций, объединяются таким понятием, как механомонтажные работы. Различают собственно механо-монтажные и пусконаладочные механомонтажные работы.

К собственно механомонтажным работам относят следующие работы:

- ✓ проверка фундаментов и приемка их под монтаж; установка фундаментных болтов и закладных частей;

- ✓ подготовка оборудования к монтажу;
- ✓ перемещение оборудования или его сборочных единиц и деталей в пределах монтажной зоны;
- ✓ установка оборудования в проектное положение (такелажные работы);
- ✓ выверка и крепление к фундаментам;
- ✓ сборка и установка входящих в состав поставки оборудования металлических конструкций, трубопроводов, арматуры, вентиляторов, насосов, питателей, контрольно-измерительной и пуско-регулирующей аппаратуры, ограждений, систем пневмо-гидроуправления, централизованной смазки, охлаждения и т. п.

К *пусконаладочным механомонтажным работам* относят работы, связанные с обеспечением проверок соответствия техническим условиям смонтированного оборудования:

- ✓ производится проверка на герметичность и прочность, точность установки сборочных единиц и деталей;
- ✓ проводится испытание работы оборудования на холостом ходу и под нагрузкой (эти работы проводятся как для отдельных механизмов, машин, аппаратов и трубопроводов, так и в комплексе для всего оборудования);
- ✓ выполняются наладочные работы, связанные с регулировкой, контролем, управлением параметров, режимов его работы.

Монтажные работы осуществляются на определенной территории — монтажной зоне или монтажной площадке. Монтажной зоной называется территория, на которой ведутся работы по монтажу нескольких единиц оборудования, участка трубопроводов или металлоконструкций. Монтажной же площадкой называется территория, на которой выполняются работы по монтажу комплекса машин, агрегатов и другого технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций объекта.

Различают производственный и технологический процессы монтажа оборудования.

Производственный процесс монтажа оборудования представляет

совокупность взаимосвязанных действий, в результате которых исходные изделия машиностроения превращаются в смонтированный агрегат, линии, комплексы или технологические установки, предназначенные для производства определенных видов продукции.

Технологический процесс монтажа — это часть производственного процесса монтажа, непосредственно связанная с последовательным изменением или/и определением пространственного и качественного состояния элементов монтируемого оборудования или агрегата. Таким образом, отличительной особенностью технологического процесса монтажа от производственного является возможность выделить, зарегистрировать и оценить измененное состояние монтируемого элемента или оборудования. Технологические процессы монтажа подразделяются на основные, подготовительные и пусконаладочные.

К основным технологическим процессам монтажа относятся: сборка оборудования и узлов на месте монтажа; такелаж оборудования; установка его в проектное положение с требуемой точностью и последующим закреплением на фундаменте.

К монтажным подготовительным технологическим процессам относятся такие, как укрупнительная сборка оборудования, трубных узлов и металлических конструкций на специальных площадках для укрупнительной сборки; комплекс погрузо-разгрузочных, а также транспортных операций.

К монтажным пусконаладочным технологическим процессам относятся испытание и комплексное опробование оборудования, а также его наладка.

Технологические процессы монтажа состоят из операций, переходов и приемов.

Монтажной операцией называется законченная часть технологического процесса монтажа, выполняемая непрерывно над узлом, машиной или агрегатом на одном рабочем месте или в пределах одной монтажной зоны, одним или группой рабочих, объединенных целью. Монтажная операция характеризуется постоянством состава рабочих, рабочего места, орудий и предметов труда. Основным признаком монтажной операции — это возможность ее нормирования,

выделения и контроля полученных результатов.

Монтажным переходом называется часть технологической операции, характеризующаяся неизменностью сопрягаемых поверхностей, оборудования и применяемой оснастки или инструмента.

Монтажным приемом называется совокупность отдельных движений рабочего, связанных единой целью, в процессе выполнения монтажной операции.

Документация, используемая для производства монтажных работ, подразделяется на техническую, нормативную, проектно-сметную, технологическую монтажную и производственную исполнительскую.

Технологическую документацию разрабатывают заводы — изготовители оборудования и к ней относят:

- сборочные и установочные чертежи со спецификациями и комплектовочно-отгрузочными ведомостями;
- паспорта машин, аппаратов, арматуры и контрольно-измерительных приборов, входящих в комплект поставки;
- схемы деления негабаритного оборудования на поставочные части с указанием маркировки;
- заводские технические условия (ТУ) на изготовление и поставку оборудования, а также инструкции на его сборку, монтаж, сварку, испытание и обкатку вхолостую;
- акты завода-изготовителя на контрольную сборку, обкатку и испытание оборудования с приложением формуляров (монтажных карт) и указанием допускаемых и фактических зазоров, полученных при сборке;
- упаковочный лист (один экземпляр);
- схемы строповки отдельных составных частей оборудования и машин в целом;
- чертежи фундамента под оборудование.

На основании документации завода — изготовителя оборудования разрабатываются строительно-монтажные чертежи, в которых учитываются конкретные условия установки оборудования у потребителя (площади и

планировка производственного помещения) и рекомендации разработчиков оборудования.

К нормативной документации относят: строительные нормы и правила (СНиП), отраслевые (ОСТ) и государственные стандарты (ГОСТ); сборники ЕН и Р (единых норм и расценок), ЕРЕР (единых районных единичных расценок) и ведомственных расценок; ценники и прейскуранты действующих цен на материалы и оборудование; технические условия на производство и приемку монтажных работ, изготовление и поставку оборудования; нормы продолжительности строительства объектов, монтажных работ и опробования оборудования.

Проектно-сметная документация включает ряд документов, в том числе сметы на приобретение и монтаж оборудования, заказные спецификации на монтажные материалы и нестандартизированное оборудование.

К технологической монтажной документации относят:

- проект производства работ (ППР);
- технологические карты и технологические схемы производства работ;
- журналы производства монтажных работ.

ППР состоит из пояснительной записки, графической части и приложения. Он содержит краткую характеристику объекта, данные по объему, стоимости и трудоемкости монтажа, схему монтажной площадки; решения по технологии монтажа и организации труда; сведения об энергоресурсах, материалах и средствах монтажа; требования к геодезическому обоснованию; технологические карты или схемы выполнения производственных процессов монтажа; схемы энергоснабжения, проекты производства сварочных работ; схемы строповки и перемещения монтируемых узлов.

На работы по транспортировке и подъему оборудования (конструкций), не требующие сложных инженерных решений, оформляют не технологические карты, а технологические схемы. Они выполняются на типовом бланке с приложением плана монтажной зоны, схем подъема и перемещения грузов.

Журналы производства работ ведут при монтаже ответственного оборудования, сварке трубопроводов и оборудования.

К производственной исполнительной документации относят: схемы фундаментов под оборудование; формуляры установки ответственных машин (компрессоров и др.); акты скрытых работ и др. При этом в исполнительных схемах и формулярах указываются проектные и фактические размеры, положения осей и высотных отметок элементов фундаментов, оборудования, конструкций и трубопроводов, а также допускаемые и фактические зазоры в подшипниковых опорах, зубчатых и червячных зацеплениях и т. п. Производственную исполнительную документацию составляют в процессе выполнения работ.

Предмонтажная подготовка оборудования и монтажной площадки

Подготовкой производства монтажа называется разработка и осуществление взаимоувязанных организационных, технических и технологических, планово-экономических и финансовых документов и мероприятий, обеспечивающих эффективное выполнение работ в установленные сроки при заданных технико-экономических показателях.

На стадии подготовки производства монтажа должны быть выполнены следующие мероприятия [18]:

- ✓ рассмотрена и укомплектована документация для монтажных работ;
- ✓ проверена правильность сметной документации и уточнены объемы работ;
- ✓ разработаны, согласованы, утверждены и выданы исполнителям проекты и схемы производства работ, технологические карты и другая документация по производству, механизации и сдаче монтажных работ;
- ✓ составлены графики производства работ и обеспечения их материально-техническими ресурсами;
- ✓ проведено обеспечение монтажных участков монтажными механизмами, инструментом и приспособлениями, такелажным оборудованием и оснасткой;
- ✓ определен порядок установки и закрепления оборудования на фундаментах;

- ✓ проведен анализ монтажной технологичности оборудования;
- ✓ подготовлена монтажная площадка и др.

К подготовительным монтажным работам относят: приемку и подготовку оборудования к монтажу; приемку строительной готовности монтажной зоны; предмонтажное укрупнение оборудования; установку фундаментных болтов.

Подготовка оборудования к монтажу включает следующие работы:

- а) приемка оборудования в монтаж (проверка: комплектности, соответствия чертежам и ТУ, исправности, наличия пломб);
- б) частичная расконсервация (при необходимости) — удаление консервационных смазок и защитных покрытий с поверхности оборудования или его деталей (перед укрупнительной сборкой);
- в) предмонтажная ревизия;
- г) укрупненная сборка.

Предмонтажная ревизия — комплексная проверка состояния оборудования и устранения повреждений, вызванных хранением оборудования на складах сверх нормативных сроков, установленных ТУ, включает:

- разборку; осмотр вращающихся и движущихся деталей;
- удаление коррозии, грязи и пыли;
- замену антикоррозионных смазок рабочими;
- при необходимости замену сальников, прокладок, шабрение посадочных мест; шлифование шеек и цапф валов;
- сборку оборудования (приведение в состояние комплектации поставки).

Перед началом монтажа оборудования должна быть в необходимом объеме подготовлена строительная часть монтажной зоны. Для этого в общем случае должны быть подготовлены фундаменты и опорные конструкции под оборудование, подземные коммуникации; выполнены обратная засыпка и уплотнение грунта, черновые полы, каналы и туннели; закончены стены, остекление окон и фонарей, уложена кровля, навешены ворота и двери, подготовлено временное или постоянное освещение; смонтирована система

отопления, которая позволила бы в зимнее время, при необходимости, поддерживать в помещении температуру 5 °С. В помещениях должны быть закончены штукатурные, а к началу опробования и отделочные работы. На специальных местах (на строительных конструкциях, фундаментах, закладных деталях и т. п.) должны быть нанесены высотные и осевые отметки.

Тема 3.2 Основы проектирования и контроля фундаментов и опор.

Контроль качества монтажных работ

При изготовлении и приемке новых фундаментов под оборудование, а также при анализе возможности использования фундаментов, на которых ранее (например, до реконструкции цеха) уже было установлено оборудование, подлежащее замене или модернизации, может возникнуть необходимость проверки их соответствия определенным требованиям, например, допустимым геометрическим, высотным отклонениям их элементов; устойчивости к опрокидыванию и скольжению; устойчивости против резонанса и вибрации.

При проектировании фундаментов определяют их размеры в плане (опорную площадь основания) (рисунок), координаты расположения колодцев под анкерные болты, уступов, каналов и т. п. под конструктивные элементы оборудования, трубопроводы и др., общую высоту и высоту заглубления фундамента в грунте.

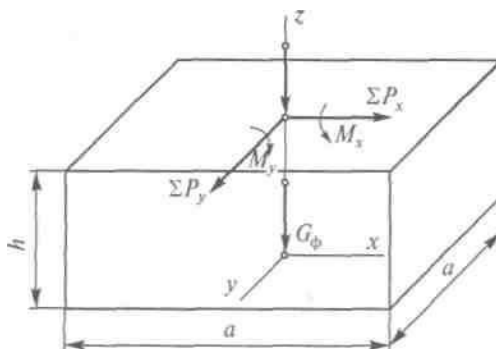


Рис. Расчетная схема при проектировании фундамента

Опорную площадь основания фундамента определяют предварительно с учетом размеров оборудования в плане и окончательно — с учетом нагрузки на грунт и категории грунта.

Устойчивость фундаментов против резонанса проверяется путем расчета и сопоставления частот колебаний, возбуждаемых оборудованием (вынужденных колебаний) и частот собственных колебаний станины, фундамента и грунта, на котором он установлен. Частоты вынужденных и собственных колебаний должны отличаться более чем в 2,5 раза.

С целью снижения величины и частоты динамических сил, передаваемых

виброактивной системой (машиной) на другую, защищаемую от вибрации систему, оборудование подлежит виброизоляции посредством виброизоляторов. На практике получили распространение следующие виброизоляторы:

а) в виде отдельных опор: пружинные виброизоляторы¹, основным рабочим элементом которых являются одна или несколько стальных винтовых цилиндрических или конических пружин (параллельно с пружинами иногда устанавливают демпферы колебаний); резиновые или резинометаллические виброизоляторы, основным рабочим элементом которых является резиновое тело, нередко имеющее сложную форму; пневматические виброизоляторы, обычно регулируемые; виброизоляторы из тонкой пресованной стальной проволоки («металлическая резина»);

б) слоя упругого материала, укладываемого между машиной и фундаментом;

в) пола на упругом основании — обычно применяется при установке оборудования на перекрытиях зданий.

Для оценки эффективности виброизоляции используются различные критерии, наиболее важный из которых называют виброизоляцией (ВИ).

Используют также методы расчета, а затем сравнения, критерия виброизоляции через импедансы машины, фундамента, виброизоляции и характеристические коэффициенты четырехполосника (машины, виброизоляторы, элементы, представленные массами, рассматриваются как механические четырехполосники).

Размеры колодцев (отверстий) под фундаментные (анкерные) болты должны соответствовать типу болтов и условию их прочного закрепления в фундаменте.

При определении глубины колодца можно руководствоваться следующими данными: нижняя точка болта должна находиться от подошвы фундамента на расстоянии не менее 100—150 мм; глубина заделки в бетон болта прямого примерно должна быть равной 20—30 его диаметрам, болта изогнутого (с крюком на конце) равной 15—20 диаметрам, съемного болта с анкерными плитами — 400—500 мм.

Перед началом монтажа фундаменты должны отвечать определенным

требованиям, нормам точности для установки и крепления на них оборудования. Точность закладки фундаментных болтов определяется установочным чертежом рамы тормозного стенда для разметки колодцев под фундаментные болты (рис. 4.4).

Различают два способа установки оборудования на фундамент — без подливки раствором и с подливкой раствором.

Так, фундаменты под оборудование, устанавливаемое без последующей подливки раствором, должны сооружаться на полную проектную отметку и сдаваться под монтаж с выверенной поверхностью.

Способ установки оборудования на фундамент «с подливкой раствором» заключается в том, что оборудование предварительно выставляется над готовым основным фундаментом на временных монтажных опорах, выверяется на горизонтальность и вертикальность, наживляются гайки на фундаментные болты, устанавливается опалубка. Затем производится подливка раствором бетона фундамента и после его застывания — окончательная затяжка гаек фундаментных болтов.

Для способа «с подливкой раствором» верхняя плоскость фундамента выполняется на 50—80 мм ниже проектной отметки опорной поверхности или выступающей части монтируемых изделий. На рисунке изображена схема установки оборудования на фундамент по способу «с подливкой раствора».

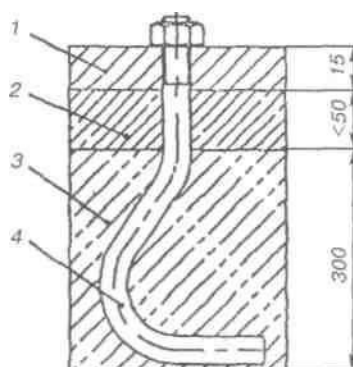


Рис. Схема установки оборудования на фундамент по способу «с подливкой раствора»:

- 1 — опора оборудования; 2 — слой подливки раствора бетона;
3 — основной фундамент; 4 — фундаментный болт

Контроль качества монтажных работ

Точность монтажа. Под точностью монтажа понимается степень соответствия действительных значений параметров, достигаемых при выполнении монтажных работ, значениям, заданным чертежами и техническими требованиями.

Заданная точность монтажа достигается ее метрологическим и геодезическим обеспечением.

Метрологическое обеспечение точности монтажа — это установление и применение научных и организационных основ метрологии, технических средств, методов, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Технологическое обеспечение точности монтажа включает: выбор технологии и методов достижения заданной точности; способы и средства регулировки; отработку оборудования на монтажную технологичность по критерию точности (в том числе выбор и предъявление требований к необходимому качеству изготовления проверочных (выверочных) и основных монтажных баз; назначение производственных монтажных допусков и требований к точности вспомогательных монтажных и действительных измерительных баз).

К основным монтажным базам относят базы, принадлежащие к устанавливаемому оборудованию, а базы, относящиеся к элементам строительных конструкций или ранее установленному оборудованию, с которыми сопрягаются основные, относят к вспомогательным.

Геодезической основой монтажа называют совокупность продольных и поперечных осей и высотных отметок, служащих для установки и выверки технологического оборудования. Параллельно продольным и поперечным строительным разбивочным осям располагают монтажные оси, которые подразделяются на контрольные и рабочие. Рабочие оси и высотные отметки служат для установки и выверки в проектное положение объектов монтажа, а контрольные — проверки рабочих осей и отметок.

Оси устанавливаются с помощью различных геодезических и монтажных инструментов (теодолитов, оптических или лазерных приборов), а фиксируются знаками (плашками на фундаментах), струнами, отвесами.

Высотные отметки устанавливаются с помощью нивелиров, реек, а фиксируются реперами или простановкой на строительных конструкциях.

Контроль качества монтажа типовых деталей, узлов и механизмов оборудования. Оборудование, машины и механизмы, используемые

на предприятиях автосервиса, поставляются в монтажную зону, как правило, в собранном виде (шиномонтажный стенд, балансировочный станок и др.) или комплектными сборочными единицами (автомобильный подъемник, тормозной стенд и др.)- Поэтому контроль качества монтажа оборудования сводится в основном к контролю точности его установки на проектное место и контролю точности сборочных операций. Последний вид контроля при приемке оборудования в эксплуатацию, естественно, относится не только к сборочным операциям, выполненным в процессе монтажа, но и к технологическим операциям сборки, выполненным на заводе-изготовителе. Рассмотрим критерии качества выполнения этих операций на примере монтажа, сборки типовых элементов оборудования.

Валы и муфты. При контроле качества монтажа валов и муфт проверяются отклонения от соосности, перпендикулярности и параллельности. Отклонение от соосности валов вызывает торцовое и радиальное биение соединительных муфт, что приводит к недопустимым вибрациям и перегрузкам элементов оборудования, снижению долговечности деталей муфт, подшипников. Отклонение от перпендикулярности и параллельности валов приводит к нарушению работоспособности кинематически связанных передач.

Контроль герметичности и прочности сосудов и трубопроводных систем при монтажных работах. Контролю на герметичность и прочность подвергаются сосуды, аппараты, трубопроводы и системы: смазочные, гидравлические, пневматические и т. д., работающие под давлением и сборка которых производилась в процессе монтажа, а также при истечении их срока гарантийного

хранения.

Контроль на герметичность и прочность производят водой или воздухом пробным давлением.

При этом коэффициентом k учитывается снижение прочности материала стенок контролируемых сосудов, трубопроводов и т. п. при рабочих температурах. Значение этого коэффициента принимают для наименее прочного материала деталей монтируемого изделия (сосуда и др.), равным отношению пределов прочности этого материала при нормальной и рабочей температурах.

Для сосудов и аппаратов, работающих под давлением при отрицательных температурах, пробное давление такое же, как и при 20 °С. Температура воды и окружающей среды не должна различаться более чем на 5 °С. Изделие должно находиться под пробным давлением в течение определенного времени (табл. 4.10), после чего давление снижают до рабочего значения и изделие осматривают. Изделие признается годным при контроле водой, при отсутствии на нем признаков разрыва, течи, потения и видимых остаточных деформаций.

После выдержки пробное давление снижают до рабочего и проверяют герметичность сварных соединений нанесением на них мыльного раствора. Герметичность же в целом сосуда, аппарата проверяется по критерию «падение давления» в течение 24 ч.

Для токсичных рабочих газов допустимое падение давления за один час не должно превышать 0,1 и 0,2% при взрыво- и пожароопасных средах соответственно.

Контроль качества монтажа систем вентиляции для шланговых отсосов на участках и постах ПТС. При подготовке технического задания (проекта) на монтаж системы вентиляции или ее приемке после монтажа возникает необходимость в расчете, оценке вентиляторов и воздухопроводов на их соответствие нормам [22].

Вентилятор подбирают по сумме полных давлений всасывающего и напорного воздухопроводов с учетом потерь или подсосов воздуха по таблицам и номограммам или по индивидуальной его характеристике, представляющей собой зависимость полного давления, развиваемого вентилятором, потребляемой

мощности и коэффициента полезного действия от его подачи (расхода) перемещаемого воздуха при постоянной частоте вращения рабочего колеса.

Расход перемещаемого воздуха определяют в зависимости от требуемой величины теплообмена с учетом потерь (вводится коэффициент, равный 1,1—1,15). Приводной электродвигатель вентилятора должен соответствовать расчетной мощности.

По окончании монтажа системы вентиляции подлежат предпусковым испытаниям, регулированию. При испытании проверяют соответствие производительности вентилятора и объема воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства проектным данным; выявляют неплотности в воздуховодах; измеряют шум и вибрацию на участках системы. После непрерывной работы системы вентиляции в течение 7 ч составляют приемосдаточный акт на выполненные работы по монтажу, предпусковым испытаниям и регулированию.

Раздел 4 Техническая эксплуатация оборудования

Тема 4.1 Общие положения. Эксплуатационная документация. Анализ систем технической эксплуатации оборудования и критерии их выбора.

Общие положения

Под эксплуатацией понимается совокупность использования изделий по назначению, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

В технической литературе и официальных эксплуатационно-ремонтных документах применяются термины «Техническая эксплуатация» и «Производственная эксплуатация» машин и оборудования [13].

Первое определение (техническая эксплуатация) охватывает комплекс мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, направленных на обеспечение работоспособности оборудования в течение всего срока его службы.

Второе (производственная эксплуатация) охватывает все, что связано с производственно-технологическим использованием оборудования.

Под термином техническое обслуживание подразумевается комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности оборудования при его хранении и транспортировании, подготовке к использованию по назначению, а также в процессе производственной эксплуатации.

Эксплуатационные свойства оборудования характеризуются рядом показателей. Среди них важное место занимает эксплуатационная технологичность, под которой понимают такое свойство конструкции оборудования, которое определяет приспособленность его к работам, выполняемым при подготовке к использованию в процессе непосредственного применения и по окончании использования.

Эксплуатационная технологичность, в свою очередь, оценивается несколькими количественными показателями, такими как: периодичность технического обслуживания; трудоемкость технического обслуживания, ремонта; коэффициенты приспособленности конструкции изделия к

техническому обслуживанию, ремонту, коэффициент применяемости инструмента и др.

Оборудование после приобретения или монтажа не сразу вводится в эксплуатацию, особенно в обустраиваемых производственных участках нового предприятия, а через определенное время, связанное с организацией производства. В течение этого времени должна быть обеспечена его сохранность, для чего выполняют ряд мероприятий.

При хранении оборудования в течение более месяца оно должно быть подвергнуто консервации и очередному техническому обслуживанию с целью сохранения его в полной исправности и работоспособности.

Надлежащим образом должно быть обеспечено хранение оборудования с длительными перерывами в работе (сезонное, энергетическое оборудование и т. п.). При этом неокрашенные и хромированные поверхности покрывают защитным лаком; резиновые изделия снимают и хранят при температуре 15 °С. Также снимают и хранят в закрытых помещениях электрооборудование, аккумуляторы, приборы и др.

Ввод в эксплуатацию оборудования после его длительного хранения производят в определенной последовательности — производят наружную расконсервацию; проверяют техническое состояние внешним осмотром; устраняют выявленные неисправности; проверяют работоспособность опробованием вхолостую и под нагрузкой на рабочих режимах.

Если в течение гарантийного срока нормальной эксплуатации оборудования обнаруживаются заводские дефекты, то в этом случае заводу-изготовителю предъявляются рекламации, обоснованность которых подтверждается актом, составленным и подписанным специально созданной для этого комиссией, в состав которой при необходимости включаются представители завода-изготовителя.

Морально устаревшее, а также изношенное и непригодное к дальнейшей эксплуатации оборудование после отработки им установленных сроков службы и при условии, что восстановление или модернизация его невозможны или

экономически нецелесообразны, подлежит списанию.

Эксплуатационная документация

Согласно ГОСТ 2.601-2006 «Эксплуатационная и ремонтная документация» предусмотрена следующая номенклатура основных эксплуатационных документов: техническое описание; инструкция по эксплуатации; инструкция по техническому обслуживанию; инструкция по монтажу; формуляр; паспорт; этикетка; ведомость ЗИП. Эти документы могут быть объединены в различных вариантах.

Техническое описание предназначено для изучения устройства и принципа действия изделия, его технических характеристик и возможностей. Структура технического описания включает следующие разделы: введение; назначение изделия; технические данные изделия; состав изделия; устройство и работа изделия и его составных частей; контрольно-измерительные приборы, а также инструмент и принадлежности, поставляемые с изделием; размещение и монтаж; маркировка и пломбирование; тара и упаковка; приложения.

В инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его применения отражается следующая информация: указания мер безопасности; подготовка изделия к монтажу; монтаж; наладка и монтажные испытания; пуск (опробование); регулирование; комплексное опробование; обкатка; сдача в эксплуатацию смонтированного изделия; приложения. Инструкцию по монтажу составляют в случаях, когда перечисленные выше вопросы нецелесообразно или невозможно изложить в инструкции по эксплуатации изделия.

В инструкции по эксплуатации должны быть отражены и в достаточной мере регламентированы правила и критерии качества производственной и технической эксплуатации технического объекта. Для этой цели инструкция по эксплуатации включает следующие разделы: введение; общие указания; указания мер безопасности; порядок установки; подготовка к работе; порядок работы; измерение параметров; регулирование и настройка; проверка технического состояния; возможные неисправности и способы их устранения; правила хранения;

транспортирование; приложения.

Во введении указывается назначение инструкции, возможный период ее использования и т. п. В общих указаниях конкретизируются назначение технического объекта и условия, необходимые для его функционирования (виды энергии и др.). В указаниях мер безопасности приводятся правила (в том числе нормативные) и критерии безопасной эксплуатации (уровни звука, освещенность и др.). В указанном выше стандарте дается более полная характеристика возможного содержания разделов инструкции по эксплуатации.

В инструкции по техническому обслуживанию излагаются порядок и правила технического обслуживания оборудования. Содержание инструкции раскрывается в таких ее разделах, как: введение; общие указания; указания мер безопасности; периодичность и виды технического обслуживания; подготовка к работе; порядок технического обслуживания; порядок технического обслуживания составных частей изделия; консервация; приложения. Инструкция по техническому обслуживанию составляется тогда, когда необходимо установить единые правила технического обслуживания изделия и его составных частей, а также с целью уменьшения объема инструкции по эксплуатации изделия.

Формуляры на изделия составляют в тех случаях, когда необходимо вести учет их технического состояния и данных по эксплуатации (времени работы, наработке, неисправностях, результатах периодического контроля и др.).

Формуляр должен содержать следующую информацию: общие сведения об изделии, его основных технических данных и характеристиках; комплект поставки; свидетельство об упаковке; гарантийные обязательства; сведения о рекламациях, хранении, консервации и расконсервации при эксплуатации; учет работы; учет неисправностей, технического обслуживания; особые замечания по эксплуатации изделия и аварийным случаям; периодический контроль основных эксплуатационно-технических характеристик; проверка измерительных приборов; техническое освидетельствование; сведения об изменениях конструкции, замене составных частей, установлении категории изделия, его ремонте; особые отметки в процессе эксплуатации; приложения.

Паспорт составляют на изделия, для которых гарантированные предприятием-изготовителем технические данные необходимо сообщить потребителю. Паспорт не составляется, если на изделие составляется формуляр. Если паспорт не совмещается в одном документе с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации, то он должен содержать такие разделы: общие сведения об изделии; основные технические данные и характеристики; комплект поставки; свидетельство о приеме; сведения о консервации и упаковке; гарантийные обязательства; сведения о рекламациях.

Руководство по эксплуатации составляется в том случае, когда до сведения потребителя необходимо довести описание конструкции, правил использования изделия, *его основные* характеристики и параметры, гарантируемые заводом-изготовителем.

Руководство по эксплуатации должно состоять из следующих разделов: общие указания; технические данные; комплект поставки; требования по технике безопасности; устройство изделия; подготовка к работе; порядок работы; техническое обслуживание; правила хранения; возможные неисправности и методы их устранения; сведения о приемке; гарантийные обязательства; приложение.

Анализ систем технической эксплуатации оборудования и критерии их выбора

Под наработкой изделия понимают продолжительность или объем его работы, выраженные в часах или единицах работы, например, для подъемников — в количестве подъемов автомобиля.

Технический ресурс — наработка изделия до предельного состояния от начала эксплуатации или ее возобновления после ремонта определенного вида.

Техническое состояние технологического оборудования определяет способность и потенциальную возможность качественно и экономично выполнять заданные функции.

Оборудование может находиться в одном из следующих состояний: исправном и работоспособном; неисправном и работоспособном; неисправном и

неработоспособном.

Как известно из теории надежности, отклонения фактических технических параметров от их начальных значений определяют уровень работоспособности оборудования.

Вероятность отказа

В процессе эксплуатации оборудование и его составные части подвергаются постоянному воздействию ряда факторов, по-разному влияющих на техническое состояние.

К ним относятся конструктивно-производственные факторы (схемное и конструктивное решение изделия, технология изготовления и сборки, качество производства) и эксплуатационные факторы.

Эксплуатационные факторы делятся на субъективные (связаны с воздействием на оборудование обслуживающего персонала — выбор режимов эксплуатации, ТО и Р, ошибки в управлении и т. п.) и объективные (отражают влияние нагрузок в техпроцессе, температурный режим, физико-химические характеристики материалов и т. п.).

Система ТО и Р представляет собой совокупность взаимодействующих объектов ТО и Р (оборудования), средств ТО и Р, программы ТО и Р и мероприятий. Реализация системы ТО и Р осуществляется силами ИТР и рабочих цехового персонала и РМЦ [15, 20, 21].

Программа ТО и Р — совокупность основных принципов и принятых решений по применению наиболее эффективных методов и режимов ТО и Р изделий при эксплуатации с учетом заданных требований и условий.

Таким образом, основное значение системы ТО и Р заключается в поддержании области исправного и работоспособного состояния оборудования с максимальным использованием его потенциального ресурса.

Система проведения ТО и Р по потребности. Ремонт оборудования выполняется только тогда, когда дальнейшая эксплуатация его оказывается невозможной. Мероприятия по восстановлению работоспособности выполняются здесь после обнаружения отказа при неработоспособном состоянии оборудования,

по объему работ и затратам они соответствуют аварийному режиму. Система проста, но имеет существенные недостатки: отсутствие планирования; невозможность управления надежностью оборудования; невозможность исключения внезапного выхода машины из строя.

Система стандартных ремонтов. Эта система предусматривает принудительный вывод оборудования в ремонт и принудительную замену деталей и сборочных единиц на запасные в заранее установленные сроки эксплуатации независимо от состояния оборудования. Ремонт выполняется по единой разработанному процессу с определенной схемой, технологией и объемом работ. Система имеет как достоинства, так и недостатки.

К достоинствам относится наличие планирования материально-технического и технологического обеспечения при реализации ТО и Р оборудования.

К недостаткам — неэкономичность технической эксплуатации, так как при проведении работ заменяются все детали, в том числе и те, межремонтный ресурс которых не вышел, а также то, что не учитывается техническое состояние конкретной единицы оборудования.

Система послеосмотровых ремонтов. Согласно этой системе планирование сроков и видов ремонта конкретного оборудования осуществляется на основе анализа его технического состояния во время осмотров.

Достоинством системы является возможность планирования ТО и Р.

Недостатки: субъективизм оценки технического состояния из-за отсутствия объективных критериев и методов определения состояния; отсутствие критериев расчета сроков и видов ремонтов; возможность внеплановых выходов оборудования в ремонт.

Система ТО и Р по состоянию с контролем параметров. Объем, сроки и периодичность ремонтных и профилактических работ устанавливаются на основе объективного анализа технического состояния. Объективная оценка технического состояния производится за счет непрерывного или периодического контроля параметров оборудования.

Планируется в этой системе: часть стандартных операций при соответствующей их переработке; работы по техническому диагностированию и контролю параметров и их периодичность.

Система носит упреждающий характер и обеспечивает максимально возможное использование технического ресурса всех элементов оборудования. Основная сложность — обеспечение точного непрерывного или периодического объективного контроля параметров в процессе эксплуатации, поэтому в настоящее время данная система нашла очень ограниченное применение.

Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания (ППР). Эта система имеет следующие разновидности:

- ✓ ППР по наработке (регламентный);
- ✓ ППР по сроку службы (календарный);
- ✓ ППР комбинированный.

В соответствии с принципами этой системы оборудование с определенным объемом эксплуатации (наработкой или сроком) подвергают техническим осмотрам и плановым ремонтам различных видов. В промежутках между плановыми ремонтами оборудование подвергают текущему и междуремонтному обслуживанию.

Регламентная система ППР характерна для оборудования или отдельных его агрегатов, систем и сборочных единиц, изменение показателей качества функционирования которых зависит от конкретных условий эксплуатации и действительной наработки. Основной критерий оценки технического состояния — величина физического износа. Календарная система ППР характерна для оборудования, его агрегатов, систем и сборочных единиц, изменение показателей качества функционирования которых зависит от процессов старения в условиях воздействия окружающей среды и не зависит от наработки.

Комбинированная система ППР представляет собой комбинацию регламентной и календарной систем.

Рассмотрим более подробно систему ППР.

Основные принципы, положенные в основу системы:

- ✓ все профилактические и ремонтные работы в течение ремонтного цикла проводятся планомерно, периодически;
- ✓ все профилактические и ремонтные работы выполняются в объеме, необходимом для восстановления утраченной на данный момент работоспособности и достаточном для создания запаса работоспособности до следующего ремонта или ТО;
- ✓ объем и содержание профилактических и ремонтных работ устанавливается предварительно в зависимости от наработки до момента их проведения, ремонтпригодности и ремонтсложности по типам оборудования и окончательно, на момент проведения работ в зависимости от условий, режимов эксплуатации оборудования в предшествующем периоде и действительного технического состояния на момент проведения работ.

В систему ППР входят: текущее ежесменное (ЕТО) и периодическое обслуживание (ПТО); технический осмотр (О); текущий ремонт (ТР); средний ремонт (СР); капитальный ремонт (КР).

Текущее и периодическое обслуживание, технический осмотр являются составными частями технического обслуживания (ТО) оборудования. Все работы по ТО проводятся в соответствии с инструкциями и планами-графиками в периодах между сменами, после работы и в нерабочие дни.

Результаты осмотров фиксируются в специальном журнале учета.

Одним из основных принципов ППР является периодичность и цикличность проведения всех профилактических и ремонтных работ. При планировании используют следующие понятия:

Ремонтный цикл – наименьший повторяющийся период эксплуатации оборудования, в течение которого в определенной последовательности осуществляются установленные виды ТО и Р, предусмотренные нормативной документацией.

Межремонтный цикл – период времени между двумя капитальными ремонтами или с момента сдачи оборудования в эксплуатацию до первого капитального ремонта.

Межремонтный период – период оборудования между двумя ближайшими плановыми ремонтами.

Межосмотровый период – период между двумя осмотрами или ремонтами и осмотром.

Структура межремонтного цикла – последовательность выполнения ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию в межремонтном цикле.

Структура межремонтного цикла зависит от сложности и количества потребных ремонтов, конструкционных особенностей оборудования, срока износа основных деталей, условий эксплуатации.

На основании структуры межремонтного цикла на предприятии составляют графики капитального, среднего и текущего ремонтов, а также периодических профилактических осмотров.

Возможны следующие сочетания ремонтов и осмотров в межремонтном цикле:

- ✓ капитальный, средний, текущий ремонты — осмотр;
- ✓ капитальный, средний ремонты — осмотр, совмещенный с текущим ремонтом;
- ✓ капитальный, текущий ремонты — осмотр.

Для различных видов специфичного и уникального оборудования нормативы ППР должны разрабатываться главным механиком предприятия и утверждаться директором.

Разработка нормативов ППР для такого оборудования осуществляется на основе сравнения его технических показателей (надежность, интенсивность отказов, конструктивная сложность, ремонтная сложность и др.) с типовыми видами оборудования.

Структура межремонтных циклов оборудования задается в табличной форме и схематичном изображении чередования работ [15, 19].

Степень сложности ремонта оборудования или его агрегата (составной части) оценивается категорией ремонтной сложности *K*. Она зависит от конструктивных и

технологических особенностей. Устанавливается K на основании анализа конструкции и технических характеристик.

Категория ремонтной сложности оценивается в единицах ремонтной сложности (или в ремонтных единицах).

Единица ремонтной сложности — это ремонтная сложность некоторого условного агрегата с нормированными затратами времени на выполнение работ.

Нормируемая трудоемкость на единицу ремонтной сложности зависит от профиля предприятия. Для механической части оборудования при капитальном ремонте:

- а) предприятия машиностроения — 50 ч;
- б) ремонт и эксплуатация автомобилей — 35 ч;
- в) для теплотехнического оборудования — 40 ч.

Тема 4.2 Инженерное обеспечение технического обслуживания оборудования

В процессе технической эксплуатации оборудования должно выполняться два вида его технического обслуживания — ежесменное техническое обслуживание (ЕТО) и периодическое техническое обслуживание (ТО).

При ЕТО рекомендуется выполнять такие работы:

- ✓ наружный осмотр, чистку и смазку оборудования;
- ✓ устранение небольших неисправностей и регулировку отдельных устройств;
- ✓ надзор за соблюдением правильности эксплуатации оборудования.

Указанный перечень работ ориентирован на техническую эксплуатацию оборудования применительно к системе ППР по наработке (или ресурсу).

Однако применение этого варианта системы ППР без постоянного учета технического состояния оборудования неэффективно с точки зрения управления безотказностью и долговечностью этого оборудования. Поэтому указанный перечень работ целесообразно дополнить операцией, работой по контролю технического состояния (КТС) оборудования.

Оценка (контроль) технического состояния (КТС) — комплекс процедур и мероприятий, позволяющий определить исправность и степень работоспособности оборудования.

Различают следующие КТС: ежесменный (ЕС КТС); еженедельный (ЕН КТС); периодический (П КТС); предремонтный (ПР КТС); аварийный (А КТС) — выполняется по потребности.

Инженерное обеспечение ежесменного технического обслуживания оборудования сводится к проработке методов и средств КТС, поиска и устранения неисправностей (при начале эксплуатации импортных, новых моделей оборудования).

При периодическом, плановом ТО рекомендуется выполнять такие работы, как:

- ✓ постоянную очистку оборудования и помещений, в которых оно

- установлено;
- ✓ ежемесные и периодические технические осмотры;
 - ✓ периодическую замену смазки в картерах оборудования;
 - ✓ периодическую промывку резервуаров и систем смазки;
 - ✓ регулировку подвижных сопряжений деталей в механизмах оборудования;
 - ✓ подтяжку креплений разъемных соединений оборудования;
 - ✓ периодическую проверку параметров оборудования и его юстировку (контроль точности);
 - ✓ проверку и испытание электрооборудования и программных устройств.

Как видно из перечисленного вида работ, при плановом ТО контроль технического состояния уже предусмотрен, хотя лишь по точности и выходным параметрам функционирования оборудования. Однако и здесь, как и при ЕТО, заложены принципы системы ППР по наработке (замене подлежат детали, имеющие ресурс меньше межремонтного ресурса, т. е. фактически без учета их технического состояния). Таким образом, этот вид ТО, с точки зрения инженерного обеспечения, также сводится к проработке методов и средств КТС, а также методов и средств поиска и устранения неисправностей для новых или впервые внедряемых на предприятии моделей импортного или отечественного оборудования.

В процессе ТО оборудования рекомендуется проводить пять видов КТС, из которых ЕС КТС, ЕН КТС проводятся постоянно, ТО КТС и ПР КТС можно проводить планово в сроки проведения периодического ТО и перед плановыми ремонтами, а аварийный (А КТС) — по потребности. В зависимости от интенсивности, ремонтосложности, количества однотипного оборудования может оказаться рациональным ЕС КТС не проводить, ограничиваясь лишь ЕН КТС.

Ежесменный контроль технического состояния в принципе является обязательным, его содержание и порядок проведения следующие:

— производится предварительная оценка технического состояния оборудования на основе опроса (экспертных оценок) лиц, работающих на этом

оборудовании;

— проводится регистрация средствами контроля технических и энергетических параметров, их экспертная оценка и анализ соответствия заданным значениям.

При отсутствии отклонений значений параметров от нормативных КТС считается завершенным.

При наличии отклонений параметров необходимо выполнить следующее:

— установить абсолютные значения выявленных отклонений параметров;

— провести операции по регулировке, поднастройке регулирующей аппаратуры и элементов, деталей машины с целью компенсации изменений звеньев размерных цепей и отклонений параметров. Результаты контроля технического состояния заносятся в журнал учета и контроля технического состояния (табл.).

Таблица Форма журнала учета КТС

Журнал учета технического состояния оборудования цеха месяца г.

Наименование оборудования	Дата и вид последнего КТС	Ежесменный КТС по дням недели (результат и подпись)					Еженедельный КТС (результат и подписи)
		1	2	3	4	5	

Средствами ЕС КТС являются: элементы контроля и сигнализации, постоянно установленные на контролируемой машине и дополнительные средства прямого измерения; алгоритмы контроля технического состояния машины.

Методами ЕС КТС являются: опрос обслуживающего машину персонала; регистрация показаний элементов контроля и сигнализации; сравнение результатов с заданными значениями.

ЕС КТС проводится в конце смены слесарем по обслуживанию оборудования, является обязательным, периодическим и включает проведение

анализа работоспособности машины за неделю. Он совмещается с ежесменным контролем и проводится, как правило, в последний день рабочей недели.

При установлении наличия за неделю отклонений параметров необходимо:

1. Выявить характер возможных отклонений технологических и энергетических параметров (случайные, систематические) путем анализа данных, зарегистрированных в журнале контроля технического состояния.

2. Сравнить интенсивность и абсолютные значения систематических отклонений с заданными значениями.

3. Определить возможные причины систематических отклонений.

4. Сформулировать альтернативный вывод:

а) о проведении регулировочно-настроечных работ систем, являющихся источниками причин;

б) контроля технического состояния в объеме предстоящего планового ТО. Дата его заносится в график ППР

Результаты контроля технического состояния заносятся в журнал учета контроля технического состояния.

Средствами ЕН КТС являются: элементы контроля и сигнализации, постоянно установленные на контролируемой машине, и дополнительные средства прямого контроля; алгоритмы контроля технического состояния машины.

Методом ЕН КТС является анализ данных о контроле технического состояния за неделю. Этот вид КТС проводится слесарем по обслуживанию оборудования при участии представителей отдела главного механика (энергетика).

Контроль технического состояния в объеме периодического ТО (ТО КТС) является плановым. При этом анализу подвергаются не только выходные параметры качества функционирования оборудования, но и параметры его сборочных единиц, сопряжений, деталей. Содержание и порядок проведения ТО КТС заключается в следующем:

1. Проведение предварительного анализа причин появления систематических отклонений технологических и энергетических функциональных параметров оборудования.

2. Определение дефектных деталей, элементов оборудования прямым (путем разборки предполагаемой неисправной сборочной единицы и замера значений параметров сопряжений, деталей) или косвенным методами (по остаточному ресурсу, безразборными методами, например, методом подобия технических состояний).

3. После замены дефектных деталей, элементов проведение операции по регулировке, поднастройке соответствующих механизмов, систем оборудования.

4. Проведение повторного КТС в объеме ЕН КТС.

При несоответствии или предельных значениях выходных параметров оборудования по отношению к их нормативным значениям, необходимо скорректировать сроки ближайшего планового ТО или ремонта, намеченных планом-графиком ППР.

Средствами контроля являются элементы контроля и регистрации, штатно установленные на контролируемом оборудовании, и дополнительные средства прямого контроля.

Методами контроля при ТО КТС являются: анализ данных о КТС после последнего проведенного ТО КТС, косвенные методы оценки состояния деталей, сопряжений оборудования.

Этот вид КТС совмещается с одним из ЕН КТС и проводится высококвалифицированным слесарем по ремонту и обслуживанию оборудования при участии инженера по оборудованию отдела главного механика предприятия.

Предремонтный контроль технического состояния оборудования (ПР КТС) является контролем, проводимым перед плановым ремонтом, поэтому заранее планируется. Порядок и содержание его заключаются в следующем:

1. Проведение контроля технического состояния в объеме ТО КТС.
2. Определение наиболее вероятных причин зафиксированных систематических отклонений.
3. Проведение КТС источников причин систематических отклонений параметров с возможными состояниями источников:

- а) без демонтажа и разборки;

- б) без демонтажа с частичной разборкой;
- в) с демонтажом, но без разборки;
- г) с демонтажом и разборкой.

4. Проведение КТС системы контроля самой машины.

5. Проведение по результатам КТС технического обслуживания источников причин с регулировкой, заменой сборочных единиц, деталей, материалов, рабочих сред и др.

6. Проведение повторного КТС источников причин.

7. Проведение повторного КТС всей машины в объеме ЕН КТС.

8. Принятие решения о сроках выполнения ближайшего или иного предстоящего планового (по плану-графику ППР) ремонта оборудования.

9. Регистрация проведенного контроля технического состояния в журнале учета.

Средствами контроля являются: приборы прямого и косвенного контроля, имеющиеся и дополнительно установленные на машине; тесты, алгоритмы, критерии.

Для ПР КТС методами контроля являются: тестирование, в том числе методом подобию, термовиброакустические измерения, анализ экспертных оценок; сравнение действительных значений параметров, критериев с заданными.

По результатам ПР КТС отделом главного механика (энергетика) составляется акт. Сроки контроля заранее планируются, например, за неделю до планового ремонта. ПР КТС проводится в нерабочее время для персонала, эксплуатирующего данное технологическое оборудование.

При выполнении рассмотренных выше видов КТС основной целью является определение истинных значений параметров деталей, сопряжений, определяющих их состояние и возможность дальнейшей эксплуатации.

Использовать для этого прямой метод определения значений — непосредственное измерение размеров, деформаций и т. д. — не всегда возможно и, в принципе, нежелательно, так как этот метод связан с разборочно-сборочными операциями, увеличивающими время простоя оборудования и, как правило, снижающими кинематическую и иную точность оборудования. Чтобы избежать

этого, используют различные косвенные методы измерений, диагностики.

К таким методам относится, например, метод подобия функционирования, в котором действительное состояние машины рассматривается как аналог заданному. Соответствие действительного технического состояния заданному в этом случае можно оценивать критериями подобия, которые содержат информацию о процессах, реализуемых машиной, механизмом, и могут быть составлены из групп параметров, связанных функциональной зависимостью.

При контроле технического состояния интерес представляют критериальные зависимости, составленные из диагностических (скорость, давление и т. п.) и структурных (зазор и т. п.) параметров машины, агрегата, механизма.

В составе работ по техническому обслуживанию оборудования важное место занимают работы по выявлению причин возможных или имеющихся на момент ТО неисправностей. Как правило, каждая отдельная неисправность в общем случае является следствием множества возможных причин. Рациональная последовательность выявления истинной причины, особенно сложных систем оборудования, является условием сокращения времени ТО и повышения его качества.

Один из методов установления рациональной последовательности поиска и устранения причин неисправностей основан на статистических (экспертных) данных о времени поиска и устранения причин, а также о вероятности их появления.

Сущность метода заключается в определении коэффициента последовательности проверок.

Первой проверяется причина, для которой значение K_{np1} является максимальным, последней проверяется причина с минимальным значением K_{np1} . Для сложных систем после установления рациональной последовательности поиска и устранения причин неисправностей целесообразно составлять схемы поиска и устранения, на которых показывается последовательность и содержание работ по устранению причин. В принципе такая схема является алгоритмом поиска и устранения неисправностей.

В последнее время при технической эксплуатации импортного

оборудования широко используется его техническое обслуживание отечественными или смешанными сервисными организациями, фирмами-поставщиками, фирмами-изготовителями. В этом случае периодичность и содержание ТО оговариваются контрактами.

Анализ неисправностей и предельного состояния элементов оборудования

Образование и развитие неисправностей оборудования объясняется действием существующих закономерностей. Неисправности появляются в результате постоянного или внезапного снижения физико-механических свойств материала деталей, их истирания, деформирования, смятия, коррозии, старения, перераспределения остаточных напряжений и других причин, вызывающих разрушение деталей. В большинстве случаев происходят изменения в сопряжениях — нарушения заданных зазоров в подвижных соединениях или натягов в неподвижных. Практически любая неисправность является следствием изменения состава, структуры или механических свойств материала, конструктивных размеров деталей и состояния их поверхностей.

Появление неисправностей обусловлено конструктивными, технологическими и эксплуатационными факторами.

К конструктивным факторам относятся: расчетные нагрузки, скорости относительного перемещения, давления, материалы, их физико-механические характеристики и структура, конструктивное исполнение деталей и сборочных единиц, форма и величина зазоров или натягов в сопряжениях, макрогеометрия, шероховатость и твердость поверхностей, условия смазывания и охлаждения деталей.

Технологическими факторами являются приемы, способы, точность и стабильность получения заготовок, виды механической, термической, упрочняющей и финишной обработки при изготовлении деталей, правильность сборки, регулирования, приработки и испытания узлов, агрегатов и машин.

Эксплуатационные факторы оказывают решающее воздействие на сохранение свойств элементов машин, обеспечиваемых их конструкцией и

технологией изготовления. К эксплуатационным относятся следующие факторы:

- ✓ определяемые назначением машины, ее нагрузочными и скоростными режимами, а также интенсивностью эксплуатации;
- ✓ не зависящие от назначения машины (условия эксплуатации, своевременность, полнота и качество технического обслуживания и др.).

Например, детали типа валов и осей в процессе эксплуатации подвергаются действию переменных нагрузок. Эти детали испытывают четыре вида нагрузки: односторонний изгиб, одностороннее кручение, переменный изгиб и переменный изгиб с кручением. Около 75% цилиндрических поверхностей имеют различные концентраторы напряжений: галтели, пазы под шпонки, кольцевые канавки, отверстия, лыски и резьбы.

Различный срок службы (ресурс) даже однотипных деталей обусловлен многими причинами. Основными из них являются следующие: разнообразие функций деталей в машине; широкий диапазон изменения действующих на детали нагрузок; наличие как активных (движущихся), так и пассивных (неподвижных) деталей; разнообразие видов трения в сопряжениях; использование разных материалов в парах трения, вызванное необходимостью снижения сил трения; отклонения в свойствах материалов; точность и качество обработки сопрягаемых деталей; условия эксплуатации.

Неисправности деталей машин можно разделить на три группы: износы, механические повреждения и химико-тепловые повреждения.

Износы деталей машин определяются давлением, циклическими нагрузками, режимом смазывания и степенью его стабильности, скоростью перемещения поверхностей трения, температурным режимом работы деталей, степенью агрессивности окружающей среды, качеством обработки и состоянием поверхностей трения и т. д.

Различают следующие виды изнашивания:

1. Механические: абразивное; гидроабразивное; газоабразивное; усталостное; кавитационное.

2. Молекулярно-механическое (при заедании).

3. Коррозионно-механическое: окислительное; фреттинг-коррозия.

В зависимости от условий работы все детали по виду изнашивания можно разбить на пять групп.

К первой группе относятся детали, для которых основным фактором, определяющим их долговечность, является абразивное изнашивание.

Ко второй (шлицевые детали, зубчатые муфты, венцы маховиков) — детали, у которых основным фактором, лимитирующим долговечность, является износ вследствие пластического деформирования.

К третьей (гильзы, головки блоков цилиндров, распределительные валы, толкатели, поршни, поршневые кольца) — детали, для которых доминирующим фактором является коррозионно-механическое или молекулярно-механическое изнашивание.

К четвертой (шатуны, пружины, болты с циклической осевой нагрузкой) — детали, долговечность которых лимитируется пределом выносливости.

К пятой (коленчатые валы, поршневые пальцы, вкладыши подшипников, отдельные зубчатые колеса коробки передач и др.) — детали, у которых долговечность зависит одновременно от износостойкости трущихся поверхностей и предела выносливости материала деталей.

Интенсивность нарастания износа деталей и изменение зазоров подвижных сопряжений в зависимости от продолжительности работы происходят в определенной закономерности (рис.).

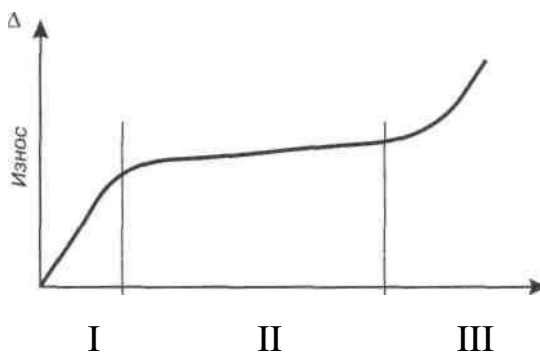


Рис. Интенсивность износа

Первый период характеризуется интенсивным нарастанием износа за

сравнительно малый период работы — это время приработки деталей. Износ в этот период во многом зависит от шероховатости поверхности деталей, условий смазывания и нагрузки. С ростом шероховатости рабочей поверхности, а также с увеличением нагрузки в начальный период работы износ деталей значительно повышается.

Второй период, наибольший по протяженности, соответствует нормальной работе деталей и сопряжений. За время нормальной эксплуатации износ деталей увеличивается на сравнительно небольшую величину, часто называемую естественным износом. Интенсивность изнашивания при этом во многом зависит от условий эксплуатации, а также от своевременности и качества проводимого технического обслуживания.

Третий период характеризуется интенсивным нарастанием износа деталей вследствие увеличивающихся зазоров в сопряжениях.

Механические повреждения вызываются ударным воздействием, перенапряжением, концентрацией местных нагрузок.

К ним относятся: трещины; пробоины; риски и задиры; выкрашивание; разрушение; изгибы; вмятины; скручивание и др.

Химико-тепловые повреждения возникают в результате одновременного воздействия нескольких физических и/или химических факторов.

К ним относятся: коробление; коррозия; раковины; нагар; накипь; электроэрозионное разрушение; изменение намагниченности и др.

Неисправности деталей называются дефектами. Различают дефекты:

- а) по вероятности появления: закономерные; случайные;
- б) связям с другими дефектами: независимые; зависимые;
- в) возможности устранения: устраняемые; неустраняемые;
- г) виду: нарушения целостности; несоответствие формы; несоответствие размеров; отклонение качества поверхности;
- д) причине возникновения: конструкционные; производственные; эксплуатационные.

Вероятность появления дефектов количественно оценивается на основании

обработки статистических материалов и характеризуется коэффициентами повторяемости дефектов.

Тема 4.3 Предельные и допустимые значения критериев работоспособности деталей и сопряжений конструктивных элементов оборудования

Работа сопряжений с износами, превышающими допустимое значение, как правило, характеризуется нарушением условий смазки, сопровождается перегревом деталей, появлением шумов и стуков и часто заканчивается аварийным разрушением. Такие износы называются предельными. Детали, имеющие предельные износы, к работе не допускаются. Они должны быть восстановлены или заменены новыми.

Предельным износом называют износ, соответствующий предельному состоянию изнашивающегося изделия.

Допускаемым износом называют износ, при котором изделие может сохранить работоспособность в течение межремонтного периода.

Значение допускаемого износа всегда соответствует второму периоду нормальной эксплуатации.

Подшипники скольжения. Работа подшипников скольжения в условиях жидкостного трения характеризуется тем, что трущиеся поверхности будут разделены масляным слоем, имеющим клиновидность. Клиновидность масляного слоя в сопряжении вал—подшипник скольжения может обеспечиваться при наличии зазора и относительного перемещения между трущимися поверхностями. Исследованиями установлено, что наибольший допустимый зазор в сопряжении вал—подшипник скольжения при жидкостном трении связан с параметрами этой системы зависимостью

Сопряжения деталей, изготовленных по переходным посадкам. Как известно, к переходным посадкам или посадкам центрирования относятся: глухая — Г, тугая — Т. Эти посадки чаще всего применяют в разъемных неподвижных соединениях или в сопряжениях, относительно часто подвергающихся демонтажу и переборке в процессе эксплуатации.

От проворачивания при таких посадках детали удерживаются за счет специальных деталей (шпонок, стопорных болтов и др.). В то же время переходные

посадки позволяют значительно снижать биение деталей в собранных узлах.

Анализ характера сопряжений по переходным посадкам показывает, что при них в большинстве случаев в соединениях получаются зазоры (в среднем 62%).

Основными критериями для определения максимально допустимых износов в узлах, собранных по переходным посадкам, могут служить данные об изменениях прочностных характеристик, входящих в них деталей, вызываемых износом их поверхностей, а также показатели, характеризующие нарушение кинематических связей с сопрягаемыми деталями. Первый фактор, как правило, не является лимитирующим при износах деталей, собираемых по переходным посадкам.

Соединения по переходным посадкам неподвижны, поэтому изменение размеров поверхности их сопрягаемых деталей вызывается не за счет механического изнашивания металла, а вследствие старения материала, уплотнения микронеровностей во время сборки узлов.

Поэтому даже после длительной работы изменения первоначальных размеров сопрягаемых поверхностей в узлах, собираемых по переходным посадкам, бывают незначительными.

Нарушение кинематических параметров из-за износа сопрягаемых поверхностей вызывается, главным образом, появлением дополнительного биения в детали, установленной на вал. Поэтому величина допускаемого износа деталей, входящих в узел, собранных по переходным посадкам, при всех условиях не может быть больше значений, при которых суммарный зазор в сопряжениях будет более максимально допускаемого биения охватываемой детали в процессе работы.

Анализ работы новых узлов, собираемых по этим посадкам, показывает, что допустимое радиальное биение наиболее точной охватываемой детали не может быть полностью использовано для определения максимальных зазоров в сопряжениях.

Износ сопряжений, соединенных по посадкам с натягом. В процессе сборки и разборки, а также в процессе эксплуатации (при наличии вибрации и т. д.) величина натяга в подобных сопряжениях снижается.

Допустимые износы элементов зубчатых и червячных передач. Основными

видами повреждений зубьев колес являются: поломка зуба; выкрашивание или отслаивание рабочих поверхностей; задиры или

заедания на контактных поверхностях; износ зубьев; пластические деформации поверхностных слоев металла.

На основании теоретических и экспериментальных исследований можно рекомендовать принимать величину допустимого износа зубьев по постоянной хорде в нормальном сечении.

Износ цилиндров, поршней, поршневых колец. В результате работы цилиндро-поршневой группы происходит износ ее элементов. У цилиндров наблюдаются отклонения формы (конусности, овальности) и износ по окружности.

При определении допускаемых значений возможных дефектов деталей, кроме вышеуказанных методов, можно использовать практический опыт эксплуатации конкретных деталей, машин. Например, исходя из практического опыта, максимально допустимую величину износа цементированных, азотированных или цианированных зубьев зубчатых передач рекомендуется принимать такой, при которой толщина упрочненного слоя на рабочих поверхностях зубьев, оставшегося после изнашивания, будет не менее 0,2 – 0,25 мкм.

Износ поршневых колец допускается в пределах 1 – 2 мм по толщине и не менее 0,2 мм по ширине при установке на поршень с неизношенной канавкой, а зазор между ними не должен превышать 0,3 мм.

При определении предельных значений критериев работоспособности подшипников качения можно руководствоваться следующими практическими рекомендациями:

— предельный радиальный зазор у шарикоподшипников

$$[D_{шрп}] = (0,05-0,32), \text{ мм};$$

— предельный осевой зазор у шарикоподшипников

$$A_{шпо} = (0,18-0,6), \text{ мм};$$

— предельный радиальный зазор у роликоподшипников

$$D_{рпр} = (0,08-0,26), \text{ мм};$$

— предельный износ упрочненных рабочих поверхностей цилиндрических

зубчатых передач

$$D_{\text{шц}} = (0,25-0,5) \cdot I_{\text{упр}},$$

где $I_{\text{упр}}$ — глубина упрочненного слоя зубьев, мм;

— предельный износ конических зубчатых колес, шестерен

$$D_{\text{кзш}} = (0,05-0,08), \text{ мм.}$$

Для тихоходных зубчатых передач предельным является 30%-ный износ зубьев по начальной окружности и 3–10%-ный для быстроходных.

Для сопряжения вал—втулка предельным является увеличение зазора в 2—4 раза от номинального.

Если износ шпоночного паза по ширине не превышает 5%, то шпоночные пазы можно применять для сборки при условии исправления их формы и изготовления переходной шпонки с соблюдением характера посадки, указанного на чертеже машины.

Раздел 5 Ремонт оборудования

Тема 5.1. Общие положения о ремонте

Основные термины и определения в области ремонта оборудования стандартизированы и содержатся в государственных стандартах: ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения»; ГОСТ 28.201-89 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Порядок сдачи в ремонт и приемки из ремонта. Общие требования»; ГОСТ 21623-76 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения»; ГОСТ 2.601-2006 «ЕСКД. Эксплуатационные документы»; ГОСТ 2.602-95* «ЕСКД. Ремонтные документы»; ГОСТ 2.602-95 «ЕСКД. Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию»; ГОСТ 2.604-2000 «ЕСКД. Чертежи ремонтные»; ГОСТ 2.606-95 «ЕСКД. Эксплуатационные документы изделий бытовой техники. Общие технические требования»; ГОСТ 2.609-2000 «ЕСКД. Порядок разработки, согласования и утверждения эксплуатационных и ремонтных документов».

Указанные стандарты устанавливают следующие основные термины и определения в области ремонта.

Ремонт — комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

Капитальный ремонт — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Средний ремонт — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделий с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей в объеме, установленном нормативно-технической документацией.

Текущий ремонт — ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и/или

восстановлении отдельных частей.

Планный ремонт — ремонт, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Непланный ремонт — ремонт, постановка изделий на который осуществляется без предварительного назначения.

Регламентированный ремонт — плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта.

Ремонт по техническому состоянию — ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяются техническим состоянием изделия.

Обезличенный ремонт — ремонт, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия.

Необезличенный ремонт — ремонт, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия.

Агрегатный ремонт — ремонт, при котором неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными.

Поточный ремонт — ремонт, выполняемый на специализированных рабочих местах с определенными технологической последовательностью и ритмом.

Ремонт специализированной организацией — ремонт организацией, специализированной на операциях ремонта.

Фирменный ремонт — ремонт предприятием-изготовителем.

Ремонтные документы — рабочие конструкторские документы, предназначенные для подготовки ремонтного производства, ремонта и контроля изделия после ремонта. Ремонтные документы подразделяются на следующие виды: опытного ремонта; установочной ремонтной серии; установившегося серийного или массового ремонтного производства.

Ремонтные размеры — размеры, установленные для ремонтируемой детали

или для изготовления новой детали взамен изношенной, отличающихся от аналогичных размеров детали по рабочему чертежу. Ремонтные размеры подразделяются на категорийные (для определенной категории ремонта) и пригоночные (с учетом припуска на пригонку детали «по месту»).

Производственный процесс ремонта оборудования — совокупность действий, в результате которых восстанавливается работоспособность и исправность отдельных деталей, узлов, агрегатов или оборудования, машин в целом. Производственный процесс ремонта включает основные, а также подготовительные и сопутствующие (доставка объектов ремонта, материально-техническое снабжение, контроль и сортировка деталей, контроль сборки объектов ремонта и испытание) технологические процессы.

Основной технический процесс ремонта — часть производственного процесса, в течение которого происходит последовательная смена состояния ремонтируемого объекта и его составных частей.

Организационные методы ремонта оборудования зависят от того, где (на каком предприятии) будет он производиться и какое количество однотипного оборудования имеется на предприятии, которое это оборудование эксплуатирует.

Функционально-централизованные предприятия (подразделения) специализируются на выполнении ремонтов отдельных функциональных систем оборудования, например гидравлических систем и агрегатов, входящих в них.

Предметно-централизованные предприятия специализируются на ремонте отдельных видов оборудования.

Разновидностью этой организационной формы ремонта является фирменный ремонт, когда ремонт осуществляется предприятием – изготовителем оборудования.

Если ремонт оборудования осуществляется на предприятии, эксплуатирующем оборудование, то:

- ✓ к централизованному ремонту относится такая форма организации, когда все виды ремонта осуществляет бригада отдела главного механика;

- ✓ децентрализованному ремонту относится выполнение всех ремонтов силами ремонтных ячеек цехов, участков;
- ✓ смешанному методу относится такая организация ремонта, при которой контрольный (или капитальный и средний) ремонт осуществляет ОГМ, а средний и текущий или только текущий — силы цехов и участков.

При обезличенном ремонте детали после разборки и дефектации обезличиваются, т. е. не сохраняется их принадлежность конкретной единице оборудования.

При необезличенной форме ремонта на сборку поступают только отремонтированные детали с этого же оборудования. Заменяют лишь те детали, которые не подлежат восстановлению.

Агрегатный метод ремонта является формой обезличенного метода, его сущность состоит в том, что ремонт оборудования сводится к замене снятых сборочных единиц новыми или отремонтированными ранее. Снятые агрегаты поступают в ОГМ на ремонт (обезличенный или необезличенный) и в дальнейшем — на хранение на склад.

В основу этих методов положены принципы централизации и специализации ремонтных работ.

Большой интерес для инженера-механика в настоящее время представляет опыт организации ремонта оборудования в промышленности США, Англии, Франции и других стран.

По подсчетам Международного института эксплуатации и ремонта, в американском машиностроении на каждые 10 производственных рабочих приходится один ремонтник. Такой удельный вес ремонтных рабочих в США объясняют следующие характерные черты организации ремонта: строгая централизация выпуска запасных частей; создание подрядных ремонтных организаций, специализированных на определенных видах оборудования или на определенном виде ремонта; внутризаводская централизация и специализация ремонтных работ.

Кстати, предприниматели мелких и средних промышленных фирм США

считают, что выгоднее заключать контракты со специализированными фирмами, чем выполнять ремонтные работы самим. Такой подход к организации ремонта оборудования находит все большее распространение и в других зарубежных странах.

Так, руководители французских предприятий считают, что поскольку различные виды ремонтов носят периодический характер, то нет необходимости в постоянном персонале ремонтной службы предприятия, за исключением небольшой группы специалистов разных профессий. К ремонту выгоднее привлекать на договорных началах специализированные фирмы. Контракт в этом случае заключается с фирмой, выполняющей основные работы и являющейся генеральным подрядчиком. Она несет ответственность за качество, стоимость и сроки окончания ремонта, поручая специальные работы субподрядным организациям.

Вместе с тем специализация внутри эксплуатирующего предприятия остается ведущим направлением рациональной организации ремонтных работ на предприятиях зарубежных фирм. В промышленности Англии, Франции и Италии специализация ремонтно-технического обслуживания на крупных и средних предприятиях сопровождается централизацией работ в ремонтно-механических цехах и ликвидацией в производственных цехах ремонтных подразделений.

Выбор того или иного метода организации ремонтных работ зависит от конкретных условий и возможностей системы материально-технического снабжения предприятия, количества и межвидового состава парка его технологического и вспомогательного оборудования, финансового положения. Однако при этом следует учитывать ряд преимуществ и недостатков методов.

Необезличенный ремонт оборудования при бригадной форме организации труда доступен для условий малых предприятий, но он характеризуется наиболее низкой производительностью труда и высокой стоимостью.

Обезличенный метод ремонта позволяет специализировать ремонтных рабочих на ремонте отдельных узлов и сборочных единиц, что повышает производительность труда, но он эффективен лишь при значительных партиях

ремонтируемых изделий.

Весьма эффективным, особенно для условий средних и малых предприятий, является агрегатный метод ремонта. Но для успешной реализации этого метода необходим обменный фонд сборочных единиц, агрегатов, величина которого в общем случае формируется из технологических, транспортных, страховых и текущих запасов.

Рекомендуется принимать оборотный фонд примерно равным 2-4% количества ежегодно ремонтируемого оборудования.

Производственный процесс ремонта машин представляет собой совокупность работ, выполняемых в определенной последовательности. На рис. 6.2 представлена структура технологического процесса ремонта оборудования.

Ремонтная документация

В состав ремонтных документов входят: общее руководство по ремонту (среднему или капитальному); руководства по среднему, капитальному ремонту; общие технические условия на капитальный и/или средний ремонт; ремонтные чертежи; каталог деталей и сборочных единиц; нормы расхода запасных частей по каждому виду ремонта; ведомость документов для ремонта.

Общее руководство по ремонту составляют тогда, когда общие указания по организации и технологии ремонта, а также общие технические требования к ремонту изделий данного класса, подкласса или группы (например, подъемников) целесообразно изложить в отдельном документе, исключив указанные сведения из руководства по ремонту изделий данного конкретного наименования.

Общее руководство должно включать такие разделы, как:

- ✓ организация ремонта;
- ✓ приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда;
- ✓ демонтаж и последующая разборка;
- ✓ организация дефектации;
- ✓ ремонт типовых деталей, соединений и сборочных единиц;
- ✓ сборка, монтаж и испытание изделия после его ремонта на месте эксплуатации;
- ✓ защитные покрытия, консервация; маркировка, упаковка, транспортирование

и хранение.

Руководства по капитальному и/или среднему ремонту изделий конкретного наименования составляют в следующих случаях:

- ✓ когда технически возможно и экономически целесообразно предусматривать ремонт изделия;
- ✓ если структурой ремонтного цикла эти виды ремонта предусматриваются и когда в соответствии с принятой на эксплуатирующем изделие предприятии системой ремонта предусматриваются ремонты этого изделия.

Руководство по капитальному ремонту должно включать следующие разделы: организация ремонта; приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда; демонтаж с объекта и последующая разборка; подготовка к дефектации и ремонту; технические требования (условия) на дефектацию и ремонт; ремонт деталей и неразъемных составных частей:

- ✓ сборка составных частей;
- ✓ модернизация;
- ✓ сборка, регулирование и настройка изделия;
- ✓ испытания, проверка и приемка после ремонта;
- ✓ монтаж и испытание на объекте;
- ✓ покрытия, смазка и консервация;
- ✓ маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

Технические условия на ремонт составляют в тех же случаях, что и руководства по ремонту. Они должны содержать такие разделы, как:

- ✓ общие технические требования;
- ✓ специальные требования к составным частям;
- ✓ модернизация;
- ✓ требования к собранному изделию;
- ✓ контрольные испытания;
- ✓ покрытия и смазка, консервация;
- ✓ маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

Ремонтные чертежи разрабатываются в тех случаях, когда ремонт заменой на основе взаимозаменяемости изношенных составных частей новыми (исправными) технически невозможен или экономически нецелесообразен.

К ремонтным относят чертежи, предназначенные для ремонта деталей, сборочных единиц, сборки и контроля отремонтированного изделия, изготовления дополнительных ремонтных деталей и деталей с ремонтными размерами.

Каталог деталей и сборочных единиц составляют в случаях, когда во время эксплуатации предусмотрены неоднократные ремонты изделия и связанные с ними заказы запасных частей, дополненных к предусмотренным в комплектах ЗИП.

Каталог должен содержать перечень и иллюстрации всех сборочных единиц и деталей, сведения о расположении и количестве деталей и сборочных единиц в изделии, сведения о материале, из которого изготовлены детали, сведения о взаимозаменяемости и конструктивных особенностях деталей и сборочных единиц.

Нормы расхода запасных частей и материалов составляют в виде ведомостей и на основе нормативов или расчетов.

Оформление ремонтных документов выполняется по требованиям стандартов ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП.

Планирование и организация ремонта оборудования

Эффективность восстановления утраченной работоспособности оборудования определяется содержанием и качеством выполнения на предприятии ряда организационно-технических мероприятий, которые включают организационную, технологическую, конструкторскую и материальную подготовку ремонтно-восстановительных работ [9, 15].

В организационную подготовку входит следующее:

- ✓ учет и паспортизация эксплуатируемого оборудования;
- ✓ учет и анализ работы и простоя оборудования;
- ✓ систематическое изучение и анализ характера и причин выхода из строя отдельных деталей;

- ✓ внедрение правил технической эксплуатации оборудования;
- ✓ определение целесообразности капитального ремонта оборудования;
- ✓ выбор наиболее эффективных организационных методов ремонта оборудования.

Целесообразность проведения капитального ремонта оборудования определяется рядом критериев. Наиболее обобщенными и объективными являются технико-экономические критерии целесообразности проведения капитального ремонта.

В практике обычно считают нерентабельным капитальный ремонт, расходы на который равняются стоимости новой машины или превышают ее.

Однако результаты такого сопоставления не могут быть достаточным основанием для отказа от капитального ремонта, так как при этом не учитывается:

- а) неамортизированная часть стоимости, снимаемой с эксплуатации машины, если она не прослужила нормативного срока;
- б) расходы на ее демонтаж;
- в) затраты, связанные с монтажом и вводом в эксплуатацию новой машины.

Технологическая подготовка включает разработку типовых или единичных технологических процессов ремонта оборудования, в которых должны быть заложены рациональная последовательность технологических операций, прогрессивные способы и оптимальные режимы ремонта деталей, предусмотрены доступные, но надежные приспособления, инструмент и подъемно-транспортные средства.

Конструкторская подготовка включает разработку:

- ✓ чертежей быстроизнашивающихся сменных деталей, изготовление которых возможно силами предприятия;
- ✓ ремонтных чертежей деталей;
- ✓ чертежей и иной технической документации на модернизацию оборудования в процессе ремонта;

- ✓ чертежей на приспособления, оснастку, средства механизации различных операций.

Материальная подготовка включает меры по своевременному получению или изготовлению запасных частей оборудования, снабжению материалами, инструментом, приспособлениями.

Планирование ремонта оборудования выполняется в соответствии с принятой на данном предприятии системой технической эксплуатации.

Тема 5.2 Технологический процесс ремонта оборудования

Общая характеристика производственного процесса ремонта оборудования

Производственный процесс ремонта оборудования состоит из подготовительных, основных технологических и сопутствующих процессов.

Технологические процессы ремонта, несмотря на большое разнообразие оборудования, обычно представляются в общей структуре производственного процесса в такой последовательности:

- 1) приемка в ремонт;
- 2) наружная очистка и мойка оборудования;
- 3) разборка оборудования на агрегаты, сборочные единицы и детали;
- 4) мойка сборочных единиц и деталей;
- 5) контроль и дефектация деталей;
- 6) ремонт деталей;
- 7) комплектование сборочных единиц и агрегатов;
- 8) сборка, регулировка, обкатка и испытание агрегатов;
- 9) сборка, регулировка, обкатка и испытание оборудования целиком;
- 10) окраска оборудования;
- 11) сдача отремонтированного оборудования в эксплуатацию.

Степень расчлененности производственного процесса ремонта

оборудования зависит от его конструкции, программы ремонта, состояния ремонтной базы предприятия и его возможностей по привлечению специализированных ремонтных предприятий.

Прием оборудования, не являясь чисто технологической операцией, имеет существенное значение в общем производственном процессе ремонта. Поэтому она должна выполняться в соответствии с официальными, согласованными техническими условиями (ТУ), заранее известными и ремонтникам и собственникам оборудования. В ТУ на ремонт излагаются все основные требования, которым должны удовлетворять оборудование, узлы, агрегаты, поступающие в ремонт: наличие технической и сопроводительной документации (паспорта, акты и др.); состояние внешнего вида;

комплектность; допустимые механические и другие повреждения; состояние окраски, креплений и т. п.; наличие и отсутствие рабочих жидкостей и др.

Приемка оборудования должна оформляться соответствующим актом, подписанным представителями ремонтирующей и эксплуатирующей оборудование организаций (подразделений предприятия, если ремонт производится собственными силами).

Подготовка к ремонту оборудования начинается с контроля его технического состояния. По результатам контроля рекомендуется составлять предварительную дефектную ведомость, представляющую собой документ установленной (или произвольной) формы, в котором приводится перечень деталей, узлов, предположительно подлежащих ремонту, замене. Здесь же указываются объемы, трудоемкость и стоимость ремонтных работ. На основании предварительной дефектной ведомости составляются или уточняются ТУ на ремонт деталей, узлов, проектируются технологические процессы ремонта деталей, специальные инструменты, приспособления. В процессе разборки оборудования, определения истинного состояния его составных частей предварительная дефектная ведомость уточняется, дополняется и после утверждения становится окончательной, рабочей.

По существу, дефектная ведомость является документом, основой проектирования (или корректировки) производственного процесса ремонта оборудования, которое включает в себя разработку технологических процессов и технических условий на каждый вид работ, составление технических заданий на разработку конструкций нестандартного оборудования, оснастки и т. п. Основу подготовки и реализации производственного процесса ремонта оборудования составляет его технологическая подготовка.

Разборка оборудования

Разборка оборудования является начальным этапом производственного процесса ремонта. Правильная организация и высокое качество выполнения разборочных работ оказывают значительное влияние на продолжительность, трудоемкость и качество ремонта.

В зависимости от характера износа и повреждения деталей оборудования и

номенклатуры деталей, требующих дефектации, ремонта или замены, разборка может быть частичная (с различной глубиной) или полная. Частичная разборка имеет место при текущем и среднем ремонтах, полная — при капитальном ремонте.

Исходной документацией для проектирования технологического процесса разборки являются:

- ✓ сборочные чертежи;
- ✓ монтажные схемы;
- ✓ руководство по ремонту;
- ✓ руководство по эксплуатации;
- ✓ дефектная ведомость;
- ✓ нормы времени на выполнение отдельных операций, приемов, переходов.

Рабочей документацией для разборки являются:

- ✓ схемы разборки;
- ✓ технологические карты;
- ✓ руководство по ремонту.

Технологические карты и схемы разборки устанавливают последовательность и уровень глубины разборки. В технологической карте указываются:

1) последовательность операций, переходов, приемов (в повелительном наклонении);

2) применяемое оборудование, инструмент, приспособления;

3) основные технические условия, которые необходимо выполнять при разборке: требования к комплектации; требования к необезличиванию; указания о нанесении меток, рисок или других пометок, используемых при последующей сборке; указание об удалении смазок; технологические усилия, моменты, направления приложения сил и т. п.; порядок откручивания крепежных деталей и др.;

4) нормы времени на операции, приемы.

Схемы разборки составляются в случае ремонта сложного или нового для

данного предприятия оборудования, а также в случае недостаточной квалификации ремонтных рабочих.

Детали и сборочные единицы показывают на схеме условными обозначениями.

Схема разборки изделия представляет собой иерархическое дерево состояний объекта разборки. Составляется схема слева направо от изделия в сборе до базовой детали (базовой сборочной единицы).

Схема разборки используется также для сборки изделия. В этом случае последовательность сборки определяется движением по схеме справа налево.

Для обеспечения требуемого качества разборочных работ необходимо, чтобы рабочие знали и соблюдали основные требования и правила:

1. Слесари, выполняющие разборку оборудования, должны хорошо знать его конструкцию и принцип действия.

2. Разборку следует вести строго по схеме или карте, а при их отсутствии — в таком порядке:

- сначала изделие разделяют на составные части — крупные сборочные единицы;
- одновременно с этим с изделия снимают детали, не входящие ни в одну составную часть (крышки, кожухи, ремни и др.);
- затем составные части разбирают на более мелкие сборочные единицы и крупные детали;
- мелкие сборочные единицы разбирают, по мере надобности, на детали (при участии в процессе разборки нескольких рабочих разборка мелких сборочных единиц может происходить параллельно).

3. Применение приемов и инструмента, приводящих к повреждению деталей, недопустимо.

4. Сборочные единицы, требующие специфическую технологию ремонта, после снятия с оборудования должны направляться в ремонт в комплектном виде.

5. Все крепежные детали следует складывать и хранить на время ремонта отдельно от других деталей по возможности, видам и размерам.

6. Детали, которые при изготовлении обрабатывают в сборе (совместно), а также приработавшиеся во время эксплуатации и годные к дальнейшей работе, не следует разукomплектовывать.

7. При разборке следует соблюдать чистоту, монтажные метки и риски тщательно оберегать от уничтожения.

8. При разборке необходимо пользоваться исправным инструментом. Инструмент и приспособления должны соответствовать технологическим требованиям (универсальный или специальный, размер, номер, материал и др.).

9. Крупные и тяжелые сборочные единицы и детали следует снимать и перемещать с использованием грузоподъемных механизмов.

10. Слесари должны хорошо знать способы выполнения разборочных операций и владеть приемами таких работ, как: разъединение плотных и прессованных сопряжений; разъединение корродированных резьбовых соединений; удаление поломанных (срезанных) пальцев, шпилек, болтов и др.

Очистка и мойка деталей и сборочных единиц

Технологические процессы очистки и мойки деталей и сборочных единиц оборудования характеризуются способами, технологическими средствами и режимами, определяемыми видами загрязнения, габаритами ремонтируемых объектов и характеристиками их конструкционных материалов.

Наиболее применяемыми моющими средствами при ремонте технологического оборудования являются:

— керосин; раствор каустической соды; раствор кальцинированной соды Na_2CO_3 ; раствор едкого калия КОН;

— синтетические моющие средства (Лабомид 101, Лабомид 103, МС-6, МС-8, МС-15, МС-16);

— растворители лаков, красок, эмалей; растворы кислот.

Раствор каустической соды не применяется для мойки алюминиевых деталей из-за реакции алюминия со щелочами.

После промывания щелочным раствором детали следует промыть горячей водой, чтобы избежать коррозии.

Дефектация деталей

Целью дефектации деталей является определение их технического состояния и сортировка на три группы: годные, подлежащие восстановлению, негодные.

Дефектацию деталей осуществляют органолептическим способом, с помощью мерительных инструментов и приборов, с помощью приборов для дефектоскопии, на стендах (гидравлическим или пневматическим методами).

Выбор метода и средства контроля обуславливается видом дефекта и требованиями точности измерения. Выбор средства измерения определяется точностью изготовления детали, погрешностью метода измерения и точностью мерительного инструмента (прибора).

Для правильного выбора средств измерения разработаны таблицы и номограммы.

Методы восстановления точности размерных цепей оборудования

Прежде чем рассматривать методы восстановления точности размерных цепей оборудования, остановимся на общих вопросах ремонтных размерных цепей.

Размерной цепью называют систему взаимно связанных размеров (звеньев размерной цепи), координирующих относительное положение поверхностей детали, деталей в узле или узлов в машине. Графическое изображение размерной цепи в виде замкнутого контура, образуемого последовательно примыкающими один к другому размерами, называется схемой размерной цепи.

Различают цепи поддетальные и сборочные, линейные и угловые, плоскостные и пространственные.

В каждой размерной цепи один из размеров называют замыкающим, а все остальные — составляющими. Замыкающим называют размер, величина которого в порядке выполнения технологических операций изготовления детали или сборки узла является функцией величин всех остальных размеров (составляющих).

Все размеры в схемах размерных цепей рекомендуется изображать в виде

размерных линий, ограниченных с одной стороны стрелкой. При этом условно принимается то, что при круговом обходе по контуру цепи направление стрелок у всех составляющих размеров по ходу движения должно быть одинаковым, а стрелка замыкающего размера должна иметь противоположное направление. Составляющие размеры делятся на увеличивающие, которые при своем возрастании увеличивают замыкающий размер, и на уменьшающие, которые при своем возрастании уменьшают замыкающий размер.

Инженерное обоснование методов восстановления номинальной посадки в сопряжении при ремонте оборудования

Износ сопряженных деталей приводит к нарушению посадки — увеличению зазора или уменьшению натяга.

Восстанавливают посадки следующими методами:

Первый метод — метод восстановления посадки без изменения размеров деталей. Реализуется двумя способами:

Первый способ — регулировка зазора. Применяется для легкодоступных сопряжений и сводится к перемещению одной или нескольких деталей:

— за счет установки или удаления прокладок;

— подтяжки резьбовых соединений при конических сопрягаемых поверхностях;

— применения пружин гидравлических или пневматических устройств, обеспечивающих прижатие одной детали к другой;

— применения клиновидных элементов.

Второй способ — перестановка одной из деталей в дополнительную рабочую позицию с неизношенной рабочей поверхностью.

Второй метод — метод восстановления посадки изменением начальных размеров. Реализуется двумя способами:

Первый способ — применение ремонтных размеров. Сущность способа заключается в том, что одну из изношенных деталей (обычно вал) подвергают механической обработке до ремонтного размера, а другую (охватывающую) заменяют на новую с отличным от номинального размером — ремонтным. Используется в том случае, когда прочность вала имеет запас.

Общее количество ремонтных размеров ограничивается прочностью охватываемой детали.

Характерным примером сочетания ремонтных размеров заводского и ремонтного производств является сопряжение типа шейка-вкладыш коленчатого вала автомобиля. В этом случае вкладыши ремонтных размеров изготавливают заводы, а шейки коленчатого вала под ремонтные размеры шлифуют на ремонтном предприятии.

Второй способ — применение дополнительных ремонтных деталей. В этом случае охватываемую деталь обрабатывают под ближний ремонтный размер, а другую — под размер запрессованной в нее втулки, гильзы с внутренним диаметром, равным ремонтному валу.

После ремонта с использованием метода ремонтных деталей (ремонтных размеров) вид посадки остается прежним. Прежними остаются и допуски на обработку сопрягаемых деталей.

Третий метод — метод восстановления посадки доведением размеров детали до начальных величин. Этот метод применим в том случае, если изменение в структуре ремонтируемых деталей не ведет к изменению прочностных и функциональных показателей. Реализуется двумя способами.

Первый способ — наращивание изношенной поверхности. Осуществляется наплавкой, металлизацией, гальваническим, химическим, электроискровым процессами, нанесением слоя пластмассы.

Второй способ — пластическое деформирование в горячем или холодном состоянии:

- ✓ раздача — для полных пальцев;
- ✓ обжатие — для втулок;
- ✓ осадка — для валов;
- ✓ накатка — для валов, подшипников скольжения.

Четвертый метод — метод восстановления посадки заменой одной из деталей. Используется, если имеется односторонний износ сопряжения. В

этом случае изношенная деталь заменяется новой с номинальными размерами.

Проектирование технологических процессов ремонта оборудования

В практике проектирования достаточно обоснованно и эффективно используют три критерия выбора рационального способа восстановления деталей: технологического, экономического и технико-экономического. Причем эти критерии применяются в комплексе и реализуются в указанной здесь последовательности. Рассмотрим сущность этих критериев, принципы и условия их реализации.

Технологический критерий, или критерий применимости, характеризуется возможностью использования из множества известных технологических приемов, способов, одного или нескольких, в принципе, приемлемых для восстановления отдельной детали с данными дефектами в конкретных производственных условиях ремонта. Этот критерий не формализован (не выражается формулой, числом) и считается предварительным, позволяющим установить только перечень деталей, ремонт которых возможен тем или иным способом.

Исходными данными, необходимыми для выбора рационального способа восстановления детали по этому критерию в условиях реального ремонтного производства, являются: рабочий чертеж детали с необходимыми требованиями на ее изготовление; характеристика дефекта детали и перечень других ее дефектов; характеристика возможных способов восстановления указанного и сопутствующих дефектов детали (вид способа восстановления, его выходные эксплуатационные показатели, степень устранения дефекта, например, толщина и качество наплавленного слоя; энерго- и материалоемкость; потребное технологическое обеспечение; производительность; экологичность и др.); наличие технологического ремонтного оборудования на предприятии; наличие ремонтных рабочих по профессиям и квалификации.

Алгоритм выбора способа представлен в виде цепочки последовательных шагов: анализ дефекта детали -> установление перечня сопутствующих дефектов -> анализ рабочего чертежа детали по характеристикам ее габаритов и дефектной

поверхности (части) детали -> анализ и отбор известных и приемлемых способов устранения дефекта и сопутствующих дефектов -> анализ парка имеющегося ремонтного технологического оборудования -> отбор тех или иных из приемлемых способов, которые соответствуют технологическому оборудованию -> анализ энергоемкости и материалоемкости для реализации отобранных способов -> окончательный выбор способов, которые можно использовать одновременно для устранения нескольких дефектов.

Экономический критерий предоставляет возможность выбрать из нескольких, ранее установленных, но также приемлемых в технологическом отношении, способов восстановления детали наиболее экономичный, т. е. требующий минимальных затрат C для его реализации.

Величина заработной платы представляет собой сумму прямой заработной платы, дополнительной заработной платы и начислений на заработную плату.

Величина накладных расходов принимается в пределах 120 – 170% к заработной плате, а стоимость материалов ориентировочно (в учебных целях) принимается равной 3% стоимости новой детали или рассчитывается.

При этом следует отметить, что стоимость восстановления детали зависит от объема (программы) ремонта N — общего количества восстанавливаемых деталей. В этом случае при выборе рационального способа ремонта целесообразно все расходы подразделять на переменные, зависящие от программы, и постоянные, не зависящие от объема производства.

СОДЕРЖАНИЕ

Общая характеристика, классификация и структура технологического оборудования.....	3
Качество, надёжность и производительность технологического оборудования.....	17
Устройство и принцип действия оборудования для технического обслуживания, диагностики и ремонта машин, их агрегатов и деталей.....	43
Оценка механизации технологических процессов на ПТС.....	49
Выбор и приобретение технологического оборудования	51
Приобретение технологического оборудования.....	56
Общие сведения и документация по монтажу оборудования. Предмонтажная подготовка оборудования и монтажной площадки.....	64
Основы проектирования и контроля фундаментов и опор. Контроль качества монтажных работ.....	72
Общие положения. Эксплуатационная документация. Анализ систем технической эксплуатации оборудования и критерии их выбора.....	79
Инженерное обеспечение технического обслуживания оборудования.....	90
Предельные и допустимые значения критериев работоспособности деталей и сопряжений конструктивных элементов оборудования.....	102
Общие положения о ремонте.....	106
Технологический процесс ремонта оборудования.....	116

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**Петряков Сергей Николаевич
Сидоров Евгений Алексеевич
Хохлов Антон Алексеевич**

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО
СЕРВИСА**

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Дмитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 128 с.