

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»



А.Н. Чебоксаров

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ



Учебное пособие



Омск ▪ 2018

УДК 656.13
ББК 39.33–08
Ч34

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. И.М. Князев (СибАДИ);
канд. техн. наук, доц. И.К. Потеряев (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве учебного пособия.

Чебоксаров, Алексей Николаевич.

Ч34 Основы технологии ремонта автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Чебоксаров. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2018. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd492.pdf>, свободный после авторизации. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-00113-045-1.

Изложены основные положения по ремонту автомобилей. Рассмотрены этапы технологического процесса ремонта автомобилей. Приведены способы восстановления деталей, применяемые при ремонте автомобилей. Даны основы технического нормирования станочных и ремонтных работ. После каждого раздела приведены контрольные вопросы и задания.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок.

Предназначено для обучающихся всех форм обучения направлений «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Технология транспортных процессов» и специальности «Наземные транспортно-технологические средства, изучающих курсы «Современные технологии восстановления деталей автомобилей», «Основы технологии производства и ремонта автомобилей», «Технологии и оборудование для обслуживания и ремонта автомобилей», «Современные технологии ремонтного производства и восстановления деталей автомобилей», «Ремонт и утилизация автомобилей и тракторов» в области эксплуатации и ремонта транспортных средств.

Подготовлено на кафедре «Эксплуатация и ремонт автомобилей».

Текстовое (символьное) издание (5 МБ)

Системные требования : Intel, 3,4 GHz ; 150 МБ ; Windows XP/Vista/7 ;
DVD-ROM ; 1 ГБ свободного места на жестком диске ; программа для чтения pdf-файлов: Adobe Acrobat Reader; Foxit Reader

Редактор И.Г. Кузнецова

Техническая подготовка Н.В. Кенжалинова

Издание первое. Дата подписания к использованию 25.01.2018

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

Введение

В процессе эксплуатации автомобиля его рабочие свойства постепенно ухудшаются из-за изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они изготовлены. В автомобиле появляются отказы и неисправности, которые устраняют при техническом обслуживании (ТО) и ремонте.

Известно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Это и обуславливает необходимость и целесообразность ремонта автомобилей. Ремонт, даже только путем замены некоторых деталей или агрегатов, вышедших из строя, всегда целесообразен и с экономической точки зрения оправдан. Поэтому для поддержания подвижного состава в рабочем состоянии на автотранспортных предприятиях автомобили проходят ежедневный осмотр, периодическое техническое обслуживание, текущий ремонт (ТР) и капитальный ремонт (КР). Это позволяет поддерживать автомобиль в технически исправном состоянии.

Около 70...75% деталей автомобилей, поступившие в КР, могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонтного воздействия. Детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют 25...30% всех деталей. Это поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др. Количество деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в допустимых пределах, что позволяет использовать их без ремонта, достигает 30...35%. Остальные детали автомобиля (40...45%) могут быть использованы повторно только после их восстановления. К ним относятся большинство наиболее сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля, в частности блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головка цилиндров, картеры коробки передач и заднего моста и др. Стоимость восстановления этих деталей не превышает 10...50% стоимости их изготовления.

Одной из важнейших проблем, стоящих перед транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей и снижение затрат на их содержание. Решение этой проблемы, с одной стороны, обеспечивается автомобильной промышленностью за счет выпуска автомобилей с большой надежностью и технологичностью (ремонтпригодностью), с другой стороны – совершенствованием методов технической эксплуатации, повышением производительности труда, снижением трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту, увеличением их межремонтных пробегов.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Понятие о старении автомобиля и его предельном состоянии

Современные автомобили представляют собой сложные технические системы длительного пользования. В процессе эксплуатации автомобилей происходит необратимое ухудшение рабочих характеристик деталей, называемое старением. В основе старения лежат явления физического изнашивания деталей, происходящие как при эксплуатации автомобиля, так и при его хранении. В первом случае имеют место износы первого рода, которые проявляются в изменениях геометрических размеров и геометрической формы деталей, в снижении усталостной прочности их материала. Во втором случае отмечаются так называемые износы второго рода, проявляющиеся в изменениях, связанных с явлениями коррозии, потерей прочности, изменениями в структуре и свойствах материалов деталей.

С течением времени или по мере роста наработки в состоянии автомобиля или его отдельных частей наступает предел, после которого использование автомобиля оказывается нецелесообразным: автомобиль (агрегат) достиг предельного состояния.

Автомобиль может находиться в исправном, работоспособном, неработоспособном и предельном состояниях (рис. 1).

Исправное состояние – состояние изделия, при котором оно удовлетворяет требования НТД по всем показателям.

Работоспособное состояние – состояние, при котором изделие может выполнять свои заданные функции и его параметры соответствуют требованиям нормативно-технической документации (НТД).

Неисправное состояние – состояние, при котором изделие может выполнять свои заданные функции, но его параметры не соответствуют всем требованиям НТД (вмятина на крыле, ржавчина на кузове).

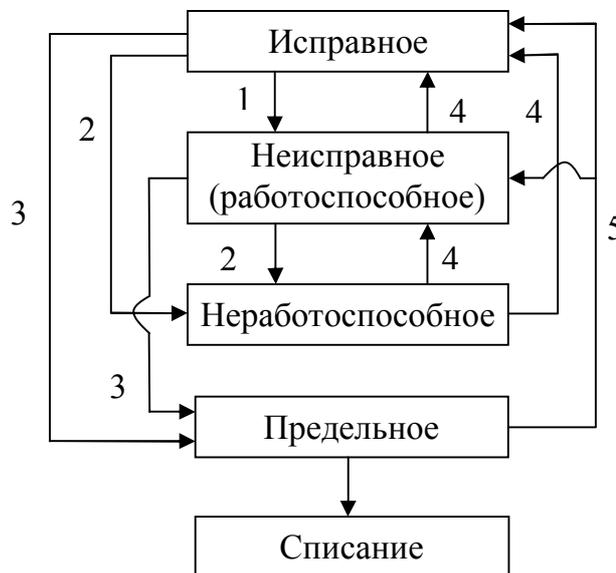


Рис. 1. Схема основных состояний и событий: 1 – повреждение; 2 – отказ; 3 – переход объекта в предельное состояние; 4 – восстановление; 5 – ремонт

Неработоспособное состояние – состояние, при котором изделие не может выполнять свои заданные функции.

Предельным состоянием автомобиля (агрегата) называется такое состояние, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или целесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно. Критериями предельного состояния автомобиля могут быть:

- неустранимое нарушение требований безопасности;
- неустранимый выход технических характеристик за допустимые пределы;
- недопустимое снижение эффективности эксплуатации;
- необходимость проведения КР.

Количественные значения показателей предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией.

Примеры предельного состояния автомобильного двигателя: повреждения блока цилиндров, предельный износ шеек коленчатого вала, предельный износ деталей цилиндропоршневой группы и т.д.

Переход объекта из неработоспособного (непредельного) состояния в работоспособное осуществляется с помощью операций восстановления или ремонта. К первым в основном относят операции идентификации отказа (определение его места и характера), замены, регулирования и контроля технического состояния элементов объекта и заключительные операции контроля работоспособности объекта в целом.

Переход объекта из предельного состояния в работоспособное осуществляется с помощью ремонта, при котором происходит восстановление ресурса объекта в целом.

1.2. Виды, методы и система ремонта автомобилей

Ремонт представляет собой комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей. Применительно к автомобильной технике изделиями являются автомобили (автобусы) и их агрегаты, а составными частями – агрегаты (для автомобилей и автобусов), сборочные единицы и отдельные детали (для агрегатов).

По ряду существенных признаков выделяют различные виды ремонта. По степени восстановления ресурса ремонт может быть капитальным или текущим.

Капитальный ремонт (КР) автомобилей, агрегатов и узлов предназначен для восстановления их исправности и ресурса, близкого к полному

(не менее 80%), посредством замены или восстановления любых составных частей, включая базовые.

Базовой частью легкового автомобиля и автобуса является кузов, грузового автомобиля – рама. К базовым деталям агрегатов относятся: в двигателе – блок цилиндров; в коробке передач, заднем мосту, рулевом механизме – картер; в переднем мосту – балка переднего моста или поперечина независимой подвески; в кузове или кабине – корпус; в раме – продольные балки.

КР автомобиля предусматривает полную его разборку, дефектацию, восстановление или замену деталей, КР или замену агрегатов и узлов, сборку, регулировку и испытания.

КР агрегата включает его полную разборку, дефектацию, восстановление и замену деталей, сборку, регулировку и испытание. Агрегат направляется в КР, если:

- базовая и основные детали нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата;
- работоспособность агрегата не может быть восстановлена или ее восстановление экономически нецелесообразно проведением текущего ремонта.

За срок службы полнокомплектный автомобиль подвергается, как правило, одному КР, не считая КР агрегатов и узлов до и после КР автомобиля.

Применение капитального ремонта полнокомплектных автомобилей следует максимально ограничивать вплоть до полного исключения за счет замены агрегатов и узлов, требующих капитального ремонта, исправными из фонда оборотных агрегатов.

Текущий ремонт (ТР) предназначен для обеспечения работоспособности автомобиля восстановлением или заменой отдельных его агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельного состояния. Он предназначен для устранения возникших отказов и неисправностей и способствует выполнению установленных норм пробега автомобиля (агрегата) до КР при минимальных простоях.

ТР выполняется путем проведения разборочных, слесарных, сварочных и других необходимых работ с заменой:

- у агрегата отдельных деталей, достигших предельного состояния, кроме базовых;
- у автомобиля (прицепа, полуприцепа) отдельных агрегатов и узлов, требующих текущего или капитального ремонта.

ТР должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов и узлов на пробеге, не меньшем, чем до очередного второго технического обслуживания (ТО-2).

По плановости выполнения различают ремонты плановый и неплановый.

Плановый ремонт – ремонт, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Неплановый ремонт – ремонт, постановка изделий на который осуществляется без предварительного назначения. Неплановый ремонт проводится с целью устранения последствий отказов и происшествий.

По регламентации выполнения предусматриваются ремонты: регламентированный и по техническому состоянию.

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 – плановый ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и объемом, установленными в нормативно-технической документации, а объем и момент начала работы определяются техническим состоянием изделия.

Порядком и условиями организации выполнения определяются методы ремонта.

По признаку сохранения принадлежности демонтируемых частей различают необезличенный и обезличенный методы ремонта.

Необезличенный метод – метод ремонта, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру, т.е. к тому экземпляру, к которому они принадлежали до ремонта. При этом методе в некоторой степени сохраняется взаимная приработанность деталей, их первоначальная взаимосвязь, благодаря чему качество ремонта оказывается, как правило, более высоким, чем при обезличенном методе.

Существенные недостатки необезличенного метода ремонта заключаются в том, что при нем значительно усложняется организация ремонтных работ и неизбежно увеличивается длительность нахождения изделия в ремонте.

Обезличенный метод – метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру.

Снятые с автомобилей агрегаты и узлы при этом методе заменяются ранее отремонтированными или новыми, а неисправные агрегаты и узлы подвергаются ремонту и в дальнейшем идут на комплектование оборотного фонда.

Фонды оборотных агрегатов создаются за счет поступления новых агрегатов, восстановления ранее снятых и использования годных агрегатов со списываемых автомобилей. Количество оборотных агрегатов определяется с учетом числа автомобилей в АТП, межремонтного пробега до капитального ремонта, интенсивности эксплуатации, продолжительности ремонта и времени доставки агрегатов.

При обезличенном методе ремонта упрощается организация ремонтных работ и значительно сокращается длительность пребывания автомобилей в ремонте (рис. 2). Экономия времени при этом методе достигается за счет того, что объекты ремонта не ожидают, пока будут отремонтированы снятые с них агрегаты и узлы.

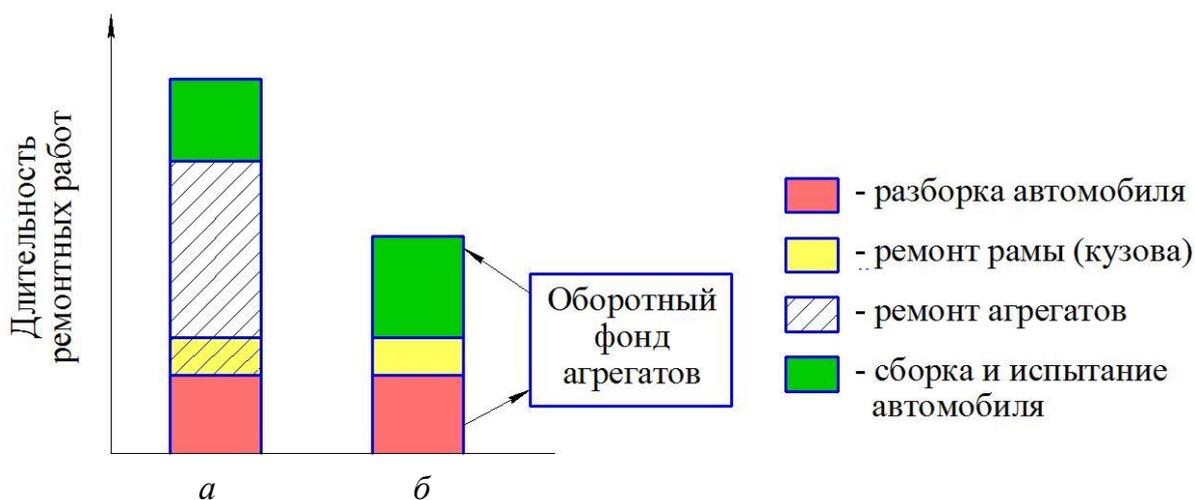


Рис. 2. Графическое представление необезличенного (а) и обезличенного (б) методов ремонта автомобилей

Агрегатный метод – обезличенный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными. Замена агрегатов может выполняться после отказа изделия или по плану. Перечень заменяемых агрегатов, порядок проведения замены, указания по организации агрегатного ремонта устанавливаются в нормативно-технической документации.

Высокая эффективность ремонта обеспечивается правильным определением общего характера и главной цели ремонтных работ. Основные положения, определяющие цель и характер ремонта автомобилей, составляют содержание так называемой системы ремонта.

Для подвижного состава автомобильного транспорта принята планово-предупредительная система ремонта. При этой системе ремонт основывается на плановых началах и имеет своей целью предупреждение непредвиденного (аварийного) отказа автомобилей в работе.

Плановый характер ремонта предусматривает плановое проведение ТО, что обеспечивает регулярное получение информации о техническом состоянии автомобилей, достижение планируемой наработки агрегатов и автомобилей до вывода их в ремонт, а также объемы работ при ремонте, что способствует повышению ритмичности в работе ремонтных предприятий и улучшению условий их обеспечения материалами, запасными частями и другими видами ресурсов.

Предупредительная цель системы состоит в проведении ремонта агрегатов и автомобиля в целом до наступления периода ускоренного изнашивания базовых и основных деталей. Дальнейшее использование объектов с базовыми и основными элементами, достигшими этой стадии в процессе изнашивания, сопряжено с опасностью аварий и неизбежно приводит к увеличению объема, сложности и соответственно стоимости работ при ремонте.

1.3. Ремонтопригодность автомобилей

Успешное и качественное выполнение работ по ремонту автомобилей, как и по техническому обслуживанию их, в значительной степени зависит от приспособленности подвижного состава автомобильного транспорта к этим работам в конкретных условиях его использования. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонтов, называется ремонтопригодностью.

Ремонтопригодность представляет собой одно из четырех частных свойств комплексной характеристики автомобилей, называемой надежностью, и тесно связана с другими его свойствами: безотказностью, долговечностью и сохраняемостью. Чем выше уровень безотказности, долговечности и сохраняемости, тем меньше затрат времени, труда и средств по поддержанию и восстановлению работоспособности автомобилей и тем выше, следовательно, ремонтопригодность.

Ремонтопригодность включает в себя технологичность при ТО и ремонтную технологичность объектов. Затраты времени и труда определяются в заданных условиях выполнения операций ТО и ремонта в части организации, технологии материально-технического обеспечения, квалификации персонала и т. д.

Ремонтопригодность автомобиля (агрегата) определяется совершенством его конструкции, качеством изготовления и условиями использования, ремонта и ТО.

Для количественной оценки ремонтпригодности используются следующие основные показатели:

– вероятность восстановления работоспособного состояния, т. е. вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного значения;

– среднее время восстановления работоспособного состояния – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния.

Для определения значений приведенных показателей используются результаты наблюдений за какой-то период времени на контрольной партии объектов.

Рассмотрим пример определения этих показателей. При неплановом ремонте 10 одноименных агрегатов были получены следующие данные о продолжительности ремонта: 6; 7; 7; 8; 8; 6; 10; 8; 9; 7 ч. Требуется определить вероятность восстановления работоспособности агрегата в течение 8 ч и подсчитать среднее время восстановления работоспособного состояния агрегата T_c .

Решение выполним с помощью приведенных данных:

T_{Pj}	6	6	7	7	7	8	8	8	9	10
j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_j	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

В первой строке T_{Pj} приведены данные наблюдений о продолжительности ремонта, размещенные в нарастающем порядке; во второй – присвоенные наблюдениям порядковые номера; в третьей строке – вероятности, соответствующие порядковым номерам, как отношения порядкового номера наблюдения к общему числу наблюдений ($n = 10$).

Вероятность восстановления работоспособного состояния агрегата в заданное время определяется как максимальное значение P_j , удовлетворяющее условию $T_{Pj} \leq t_3 = 8$ ч. Из третьей строки находим, что $P(T_P \leq t_3) = 0,8$.

Среднее время восстановления работоспособного состояния агрегата определяется как среднее арифметическое значение продолжительностей ремонта

$$T_c = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_{Pj}; \quad (1)$$

$$T_c = \frac{6+6+7+7+7+8+8+8+9+10}{10} = 7,6 \text{ ч.}$$

Наряду с приведенными показателями ремонтпригодности для ее оценки могут применяться и другие показатели.

1.4. Производственный и технологический процессы КР

Проведение КР автомобилей и их агрегатов в условиях современного авторемонтного предприятия (АРП) связано с выполнением широкого комплекса разнообразных работ. При этом наряду с основными работами, такими, как разборка, мойка и очистка, дефектация и сортировка, восстановление и изготовление деталей, комплектование и сборка, испытания и окраска, выполняются и вспомогательные работы: транспортирование, складские операции, содержание и ремонт оборудования и зданий, технический контроль, материально-техническое снабжение, обеспечение производства инструментом и всеми видами энергии.

Производственным процессом называется совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых для изготовления и ремонта продукции.

Таким образом, под производственным процессом КР следует понимать совокупность основных и вспомогательных работ, выполняемых в условиях конкретного АРП в целях превращения неработоспособной автомобильной техники, достигшей предельного состояния, в работоспособные объекты с требуемым ресурсом.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда, который может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки. К предметам труда относятся заготовки и изделия. В соответствии с этим на АРП наряду с понятиями технологического процесса КР автомобилей (агрегатов) разрабатываются и осуществляются отдельные технологические процессы по основным видам работ, т. е. технологические процессы разборки, мойки-очистки, дефектации, восстановления и изготовления деталей, сборки, испытаний, окраски.

Технологический процесс состоит из технологических операций, каждая из которых представляет законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте.

В свою очередь, технологическая операция включает ряд элементов. **Технологическим переходом** называют законченную часть технологической операции, выполняемую одними и теми же средствами технологиче-

ского оснащения (оборудование, оснастка и приспособления) при постоянных технологических режиме и установке.

Наряду с технологическим переходом имеется вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода (например, закрепление заготовок, смена инструмента).

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позицией называется фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции. Перемещение инструмента относительно заготовки сопровождается изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

Вспомогательный ход – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, необходимого для подготовки рабочего хода. К элементам технологической операции относится прием как законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением (например, установка изделия в приспособление, включение оборудования).

Технологический процесс КР грузового автомобиля состоит из следующих этапов (рис. 3).

Технологический процесс капитального ремонта условно можно разделить на несколько этапов:

1. С принятого в ремонт автомобиля снимают аккумуляторные батареи, приборы питания и электрооборудование и направляют его на площадку хранения ремонтного фонда. После этого автомобиль буксиром переводят на транспортирующий конвейер поста мойки. После наружной мойки автомобиль подают на пост предварительной разборки, где с него снимают платформу, колеса, спинки и сиденья, стекла, обивку и арматуру кабины и саму кабину, а также топливные баки. Снятые части направляют на соответствующие посты для ремонта. Следующий комплекс работ выполняется в порядке подготовки автомобиля к полной разборке и включает его повторную мойку, слив масла из картеров двигателя, коробки передач, заднего моста, механизма управления и выпаривание картеров с помощью водяного пара.

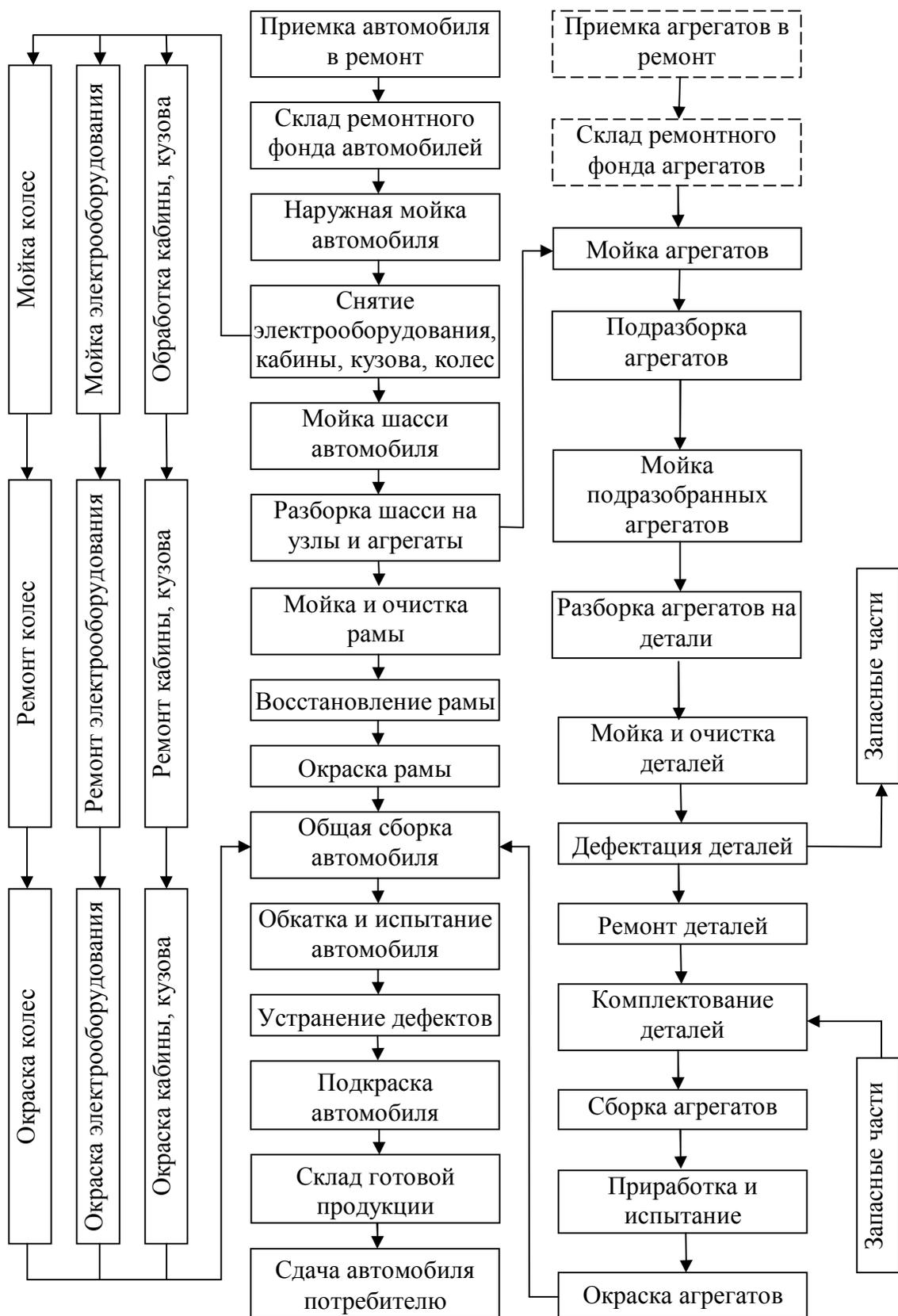


Рис. 3. Схема технологического процесса капитального ремонта грузового автомобиля

Перемещаемый транспортером автомобиль в дальнейшем поступает на посты полной разборки. Здесь с него снимают механизм управления, силовой агрегат, карданные валы, передний и задний мосты, узлы подвески и привод тормозной системы. Все снятые агрегаты и узлы направляют на специализированные участки (цехи) и посты для последующего ремонта. Оставшуюся в конце разборки раму автомобиля подвергают мойке и отправляют в ремонт.

Рассмотренные группы работ составляют первый этап КР автомобиля – его разборку и мойку.

2. Ремонт агрегатов и узлов. На этом этапе выполняются: разборка агрегата (узла), мойка и очистка деталей, дефектация их, восстановление деталей, комплектация, сборка агрегата (узла), его испытание, обкатка и окраска. Однако, как видно из схемы, этот перечень работ выполняется не по всем агрегатам и узлам, что объясняется особенностями назначения и устройства узла или агрегата.

Разборка узлов и агрегатов представляет собой очень важный и ответственный процесс, так как от качества его выполнения зависит сохранность деталей, а следовательно, и объем работ по их восстановлению.

После разборки агрегатов и узлов детали подвергают мойке и очистке от таких загрязнений, как нагар, накипь, старая краска, продукты коррозии, коксовые и смолистые отложения.

В результате дефектации и сортировки деталей выясняется возможность их последующего использования в агрегате или узле, определяются объем и характер восстановительных работ и количество потребных новых деталей.

Восстановление деталей является основным видом работ на АРП. От принятых на заводе организации и технологии восстановления деталей зависят качество и экономическая эффективность ремонта. В настоящее время именно работы по восстановлению деталей в наибольшей мере нуждаются в реализации новейших достижений науки, в ускорении научно-технического прогресса.

Сборка узлов и агрегатов наряду с восстановлением деталей представляет собой важнейшее условие обеспечения необходимого качества ремонта при оптимальных производственных затратах.

Сложность качественной сборки при ремонте обуславливается использованием на сборке деталей различных категорий. На сборку детали подаются комплектами. Комплектование деталей выполняют комплектовочные отделения. Сборку двигателей производят на поточных линиях, других агрегатов – на специализированных постах.

Испытания агрегатов и узлов проводятся с целью проверки качества их сборки и соответствия выходных характеристик требованиям техниче-

ских условий на ремонт, а также для обеспечения предварительной приработки подвижно сопряженных деталей.

Окраска отремонтированных агрегатов и узлов производится, как правило, после испытания и устранения дефектов перед общей сборкой автомобиля. Окраску платформы и кабины выполняют сразу после восстановления. Колеса окрашивают до сборки (шиномонтажных работ). После испытаний и окраски агрегаты и узлы предъявляют представителю отдела технического контроля. Отремонтированные агрегаты и узлы в последующем направляют на общую сборку автомобиля через промежуточные цеховые кладовые или минуя их.

3. Общая сборка автомобиля, которая ведется из отремонтированных агрегатов и узлов на специализированных постах или на поточных линиях.

4. Испытания проводят на испытательных стендах с беговыми барабанами или пробегом по полигону. Во время испытаний производятся необходимые регулировки и устраняются обнаруженные неисправности.

После испытаний в дорожных условиях автомобиль подвергают мойке.

При обнаружении в ходе испытаний неисправностей, не устраняемых регулировкой, автомобиль направляют на пост устранения дефектов. Полностью исправный автомобиль при необходимости подкрашивают и сдают представителю отдела технического контроля или непосредственно заказчику.

1.5. Пути совершенствования технологии ремонта автомобилей

В повышении качества и эффективности КР автотранспортных средств решающую роль играет совершенствование технологии всех видов ремонтных работ.

Совершенствование технологического процесса разборки должно идти в направлении повышения производительности и качества разборки резьбовых, заклепочных и прессовых соединений. Для этого целесообразно перед разборкой вводить в резьбовые соединения поверхностно-активные вещества или разделяющие среды, облегчающие разборку и предохраняющие детали от срыва резьбы.

Улучшение разборки заклепочных соединений возможно за счет разработки и применения механизированных устройств для высверливания заклепок или срезания их головок. При разборке прессовых соединений необходимо более широко применять приспособления, а также пневматические и гидравлические прессы.

В улучшении разборочных работ важное значение имеет применение совершенных гайковертов и удобных разборочных стендов и кантователей. Особое внимание при совершенствовании разборочных работ должно быть уделено применению робототехнических комплексов.

Качество моечно-очистных работ может быть значительно улучшено за счет использования новых эффективных моющих растворов и высокопроизводительных устройств. Новые моющие растворы должны обладать высокой моющей способностью по отношению к различным видам загрязнений, обеспечивать их быстрое удаление, не оказывать вредного воздействия на детали и быть безопасными для работающих.

В новых моечных устройствах должны использоваться интенсифицирующие факторы – вибрации, ультразвуковые колебания, твердые очищающие компоненты в моющих составах и пр.

В интересах охраны природной среды и экономии воды моечно-очистные системы рекомендуется создавать по замкнутому типу с регенерацией и многократным использованием моющих составов. Прогрессивным следует считать применение наружной мойки автомобиля методом погружения в горячие моющие составы, при котором совмещается наружная мойка автомобиля с мойкой агрегатов, вываркой рам и кабин.

Совершенствование процесса дефектации предполагает, с одной стороны, внедрение новых, более совершенных средств обнаружения дефектов, а с другой – разработку и использование рационального порядка контроля, обеспечивающего надежную оценку состояния деталей при наименьшем количестве проверок. Необходимо разрабатывать и внедрять автоматизированные системы дефектации.

Решающим условием дальнейшего улучшения технологии КР следует считать совершенствование технологических процессов восстановления деталей и в первую очередь базовых и основных деталей автомобиля и его агрегатов. В деле совершенствования технологии восстановления важное значение имеет повышение ремонтпригодности изделий в процессе разработки и изготовления базовых и основных деталей за счет внедрения в производство таких конструкций, которые позволили бы широко использовать при ремонте методы замены изношенной части и механической обработки деталей под ремонтные размеры.

Новые технологические процессы восстановления деталей наряду с обеспечением высокого качества ремонта должны удовлетворять требованию экономии всех видов ресурсов.

Совершенствование процессов сборки требует: улучшения моечно-очистных операций, производимых непосредственно перед сборкой деталей; повышения технических требований на комплектование деталей, более широкого применения метода групповой взаимозаменяемости; уста-

новления оптимальных режимов выполнения всех видов соединения деталей. В процессе сборки необходимо более широко внедрять средства механизации и автоматизации. В условиях крупносерийного и массового производств должны получить применение роботы и манипуляторы.

Основные мероприятия по совершенствованию испытаний автомобилей и агрегатов после КР должны быть направлены на разработку и внедрение технологических процессов автоматизированных испытаний, а также на ускорение и повышение качества приработки. Перспективным направлением в совершенствовании системы испытаний автомобилей и агрегатов в процессе ремонта является создание на АРП диагностических станций для комплексной проверки автомобилей или агрегатов до и после ремонта. Использование таких станций позволит более достоверно оценивать состояние ремонтного фонда и необходимый объем ремонтных работ и объективно судить о качестве проведенного ремонта.

Технологический процесс окраски объектов после ремонта должен быть совершенным на всех стадиях (грунтование, общее и местное шпаклевание, окрашивание и сушка) в интересах улучшения качества покрытия и повышения производительности работ. С этой целью рекомендуется для деталей, к внешнему виду которых не предъявляется высоких требований (рама, рессоры ит. п.), применять окраску окунанием. При покрытии краской других частей автомобиля в качестве прогрессивных способов рекомендуется применять вместо пневматического безвоздушное распыление под большим давлением, окраску распылением в электростатическом поле и в ваннах с электрофорезом. Перспективными способами сушки являются терморadiационная сушка с использованием инфракрасных лучей и терморadiационно-конвективная.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение следующим понятиям: «исправное», «неисправное», «работоспособное», «неработоспособное» состояния.
2. Для чего предназначен капитальный ремонт автомобилей?
3. Назовите назначение и сущность текущего ремонта.
4. Какие существуют виды ремонта автомобилей?
5. Какие существуют методы ремонта автомобилей?
6. Какие факторы определяют ремонтпригодность автомобиля?
7. Дайте определение понятиям «технология», «технологический процесс», «производственный процесс».
8. В каком случае принимают в КР автобус, легковой автомобиль, грузовой автомобиль, агрегат?
9. Назовите основные пути совершенствования технологии ремонта автомобилей.

2. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

2.1. Прием автомобилей и их агрегатов в ремонт

С приемкой автомобиля в ремонт связаны его подготовка, доставка на ремонтное предприятие, предремонтное диагностирование, документальное оформление, консервация и хранение.

Применительно к автомобилям и их составным частям действуют стандарты СТБ 928 – 93, СТБ 930 – 93, устанавливающие комплектность и общие технические требования к изделиям, сдаваемым в капитальный ремонт и выпускаемым из него. Стандарты устанавливают правила приемки в ремонт, документацию, состояние автомобилей, поступающих в ремонт и сдаваемых заказчику. Согласно стандартам автомобиль проходит только один капитальный ремонт в течение времени своего существования.

Сдачу в ремонт машины (агрегата) производит владелец машины, именуемый *заказчиком*, а приемку в ремонт – предприятие, проводящее ремонт, именуемое *исполнителем*.

Сдача-приемка машины в ремонт оформляется актом, в котором отражается комплектность машины.

Выдача машин из ремонта заказчику оформляется актом, в котором отражается соответствие технического состояния и комплектности требованиям нормативно-технической документации. Заказчику передают вместе с машиной паспорт (формуляр) с отметками о произведенном ремонте, акт о выдаче машины из ремонта, гарантийные обязательства исполнителя.

Агрегаты, сдаваемые в ремонт, должны быть без жидкой смазки, герметизированы пробками или заглушками, а неокрашенные поверхности покрыты коррозионно-стойкими составами.

2.2. Наружная мойка автомобилей, агрегатов и деталей

Значение очистных работ. Объем очистных работ составляет 5...7% в общей трудоемкости ремонта автомобилей. Автомобиль, поступающий в ремонт, несет на своих поверхностях до 100 кг загрязнений. Полная очистка от них определяет культуру производства, объективность сортировки и контроля деталей, высокое качество восстановления и нормативную послеремонтную наработку. Хорошо очищенные объекты ремонта легче разбираются и меньше повреждаются. Некачественная очистка деталей снижает послеремонтную наработку агрегатов автомобиля на 20...30%.

Очистка автомобилей – это технологический процесс удаления загрязнений с их поверхностей и поверхностей составных частей.

Загрязнения – это слои веществ внешней среды на поверхностях деталей с прочными связями. Загрязнения образуются при использовании и ремонте автомобилей.

Загрязнения делятся на эксплуатационные, которые возникают при эксплуатации автомобилей, и технологические, образующиеся в процессе их ремонта (рис. 4).



Рис. 4. Виды загрязнений

В зависимости от состава и свойств загрязнений применяют следующие основные способы очистки поверхностей деталей:

- гидродинамическое разрушение и смывание струей воды с образованием взвеси;
- растворение;
- эмульгирование;
- электрохимическая обработка;
- ультразвуковая обработка в жидкости;
- разрушение потоком металлической дроби, стеклянных шариков, кварцевого песка, пластмассовой или косточковой крошки;
- термическое разрушение;
- срезание.

Гидродинамическую очистку поверхностей струей холодной или горячей воды под давлением 0,5...20 МПа применяют для наружной очистки деталей от непрочных кремнеземных загрязнений, смачиваемых водой.

Растворение – это процесс образования однородной системы из двух веществ (одно из которых загрязнение) с распределением загрязнения в жидкой очистной среде. Загрязнения при этом виде очистки переходят с поверхности очищаемой детали в раствор. Наибольшей взаимной растворимостью обладают вещества со сходным строением молекул («подобное растворяется в подобном»). Растворение сопровождается и диффузией. Последний процесс типичен для неполярных жидкостей. В этом случае вязкость смешиваемых веществ имеет основное значение.

Углеродородные загрязнения при очистке деталей растворяют в органических растворителях, ржавчину – в кислотном растворе, а лакокрасочные материалы – в щелочном.

Эмульгирование – это процесс образования эмульсий. Несмачиваемые и нерастворимые загрязнения при этом переводятся в жидкую среду в виде устойчивых дисперсных эмульсий.

Эмульгирование обусловлено адсорбцией поверхностно-активных веществ (ПАВ) на поверхности загрязнений. Это уменьшает как прочность самого загрязнения, так и прочность его соединения с металлической поверхностью. Вещества, которые способны адсорбироваться на поверхности гидрофобных материалов, называют эмульгаторами. Адсорбция сопровождается разрушающими давлениями в трещинах загрязнения: расклинивающим и капиллярным. Так, расклинивающее давление достигает 80...100 МПа, а капиллярное – 150...260 МПа.

Электрохимическая обработка поверхности деталей заключается в отрыве частиц загрязнений пузырьками водорода или кислорода, выделяющихся соответственно на катоде и аноде.

Ультразвуковая очистка основана на передаче энергии от излучателя через жидкую среду к очищаемой поверхности. Колебания среды с частотой 20...25 кГц вызывают гидравлические удары у поверхности детали, которые разрушают масляные пленки за 30...40 с, а твердые углеводородные загрязнения – в течение 2...3 мин. Этот способ нашел применение при очистке прецизионных деталей сложной формы от прочных загрязнений.

Если приведенные процессы неэффективны при очистке деталей от прочных загрязнений, то последние разрушают потоком твердых частиц, срезают скребками или щетками или выжигают газовым пламенем.

Классификация моющих средств приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация моющих средств

Тип моющих средств	Наименование моющих средств	Рабочая температура, °С
Щелочные моющие	Каустик, кальцинированная сода	80-100
Синтетические моющие	«Лабомид-101», «Лабомид-203», МС-8, МС-15, «Темп-100»	70-90
Растворители	Керосин, дизельное топливо, трихлорэтилен	20-60
Растворяюще-эмульгирующие	АМ-15, «Ритм»	20-50

Детали после разборки (а также перед сборкой) промывают в струйных, погружных или комбинированных моечных машинах, а также моечных установках специального назначения.

Струйные моечные машины можно разбить на камерные и конвейерные. К типовым элементам моечных установок относятся моечная камера, струйный коллектор, бак для моющего раствора, подающий и откачивающий насосы, тележки или корзины для деталей. Струйные конвейерные установки оборудуются подвесным или напольным конвейером для транспортировки деталей в зону мойки.

Струи моющего раствора в струйных машинах формируются и направляются на поверхность детали с помощью гидрантов, которые представляют собой систему трубопроводов, подсоединенных к нагнетательному насосу и снабженных насадками. Струи моющего раствора в рабочей зоне моечной камеры могут иметь постоянное (пассивное) воздействие или непрерывно меняющееся (активное) воздействие.

Погружные моечные установки подразделяют на ванны, роторные и установки с вибрирующей платформой.

Циркуляционные моечные установки используют для очистки различных полостей деталей: картеров двигателей и агрегатов, топливных баков, систем охлаждения двигателей и др.

Поверхности блоков двигателей, головок блоков, выпускных коллекторов и других деталей от нагара, а также гильз цилиндров от накипи очищают косточковой крошкой в установках.

Технологический процесс моечно-очистных работ. Все детали и узлы разбиваются на группы в зависимости от вида удаляемых загрязнений и конструктивных особенностей. Каждая группа проходит свой маршрут мойки и очистки.

Качество очистки оценивают величиной остаточного загрязнения на деталях, которая может быть определена весовым, визуальным и люминесцентным способами контроля.

2.3. Разборка автомобилей и их агрегатов

2.3.1. Основы организации разборочных работ

Разборка – это совокупность операций, предназначенных для разъединения объектов ремонта (автомобилей и агрегатов) на сборочные единицы и детали, в определенной технологической последовательности.

Трудоемкость разборочных работ в процессе капитального ремонта автомобилей и агрегатов составляет 10...15% общей трудоемкости ремонта. При этом около 60% трудоемкости приходится на резьбовые, а около 20% – на прессовые соединения. Технологический процесс разборки дает ремонтному предприятию до 70% деталей, которые пригодны для повторного использования. Качественное проведение разборочных работ может позволить значительно исключить повреждения деталей и тем самым уменьшить себестоимость ремонта. Годные детали обходятся ремонтному предприятию в 6...10% от их цены, отремонтированные – в 30...40%, а замена деталей – в 110...150%.

Разборку автомобилей и агрегатов выполняют в последовательности, предусмотренной картами технологического процесса, используя указанные в них универсальные и специальные станды и оснастку. Степень разборки определяется видом ремонта и техническим состоянием объектов разборки.

Разборку автомобилей и их агрегатов производят в соответствии со следующими основными правилами:

- сначала снимают легкоповреждаемые и защитные части (электрооборудование, топливо- и маслопроводы, шланги, крылья и т.д.), затем самостоятельные сборочные единицы (радиаторы, кабину, двигатель, редукторы), которые очищают и разбирают на детали;

- агрегаты (гидросистемы, электрооборудования, топливной аппаратуры, пневмосистемы и т.д.) после снятия с автомобиля направляют на специализированные участки или рабочие места для определения технического состояния и при необходимости ремонта;

- в процессе разборки не рекомендуется разукomплектовывать сопряженные пары, которые на заводе-изготовителе обрабатывают в сборе или балансируют (крышки коренных подшипников с блоком цилиндров, крышки шатунов с шатунами, картер сцепления с блоком цилиндров, коленчатый вал с маховиком двигателя), а также приработанные пары деталей и годные для дальнейшей работы (конические шестерни главной передачи, распределительные шестерни, шестерни масляных насосов и др.). Детали, не подлежащие обезличиванию, метят, связывают, вновь соединяют болтами, укладывают в отдельные корзины или сохраняют их комплектность другими способами;

- в процессе разборки необходимо использовать стенды, съемники, приспособления и инструменты, которые позволяют центрировать снимаемые детали и равномерно распределять усилия по их периметру. При выпрессовке подшипников, сальников, втулок применяют оправки и выколотки с мягкими наконечниками (медными, из сплавов алюминия). Если выпрессовывают подшипник из ступицы или стакана, то усилие прикладывают к наружному кольцу, а при снятии с вала – к внутреннему. При этом запрещается пользоваться ударными инструментами;

- крепежные детали (гайки, болты, шпильки) при разборке машины укладывают в сетчатую тару для лучшей очистки в моечных установках или устанавливают на свои места. Запрещается разукomплектовывать детали с резьбой повышенной точности (болты и гайки крепления крышек шатунов, маховика к коленчатому валу). При разборке, особенно для чугуновых деталей (во избежание появления трещин от перекосов), сначала отпускают все болты или гайки на пол-оборота, а затем отсоединяют их полностью;

- открытые полости и отверстия для масла и топлива в гидроагрегатах и топливной аппаратуре после снятия с машины закрывают крышками и пробками;

- если метки перед разборкой плохо заметны, необходимо их восстановить;

– при выполнении разборочных работ следует знать способы и особенности их выполнения;

– для подъема и транспортирования деталей и агрегатов массой более 20 кг используют подъемно-транспортные средства и надежные захватные приспособления.

Детали некоторых сопряжений в процессе разборки нельзя обезличивать по отношению друг к другу. К таким деталям относятся: картер сцепления и блок цилиндров; крышки коренных подшипников – блок цилиндров, крышки шатунных подшипников – шатуны и др. Детали, не подлежащие обезличиванию, после разборки вновь соединяют болтами (крышки подшипников) или связывают проволокой (шестерни). Агрегаты на детали разбирают в два этапа. Сначала проводят их под разборку для облегчения мойки и очистки. Например, в двигателе снимают поддон масляного картера, головку цилиндров, крышки распределительных шестерен; в коробке передач снимают крышку картера в сборе и боковую крышку добавочного привода и т. п. Затем после мойки агрегаты полностью разбирают на детали.

Основными организационными формами разборки (рис. 5) являются непоточная и поточная организации. В свою очередь, при непоточной организации разборка может быть организована на универсальных, специализированных или смешанных постах.

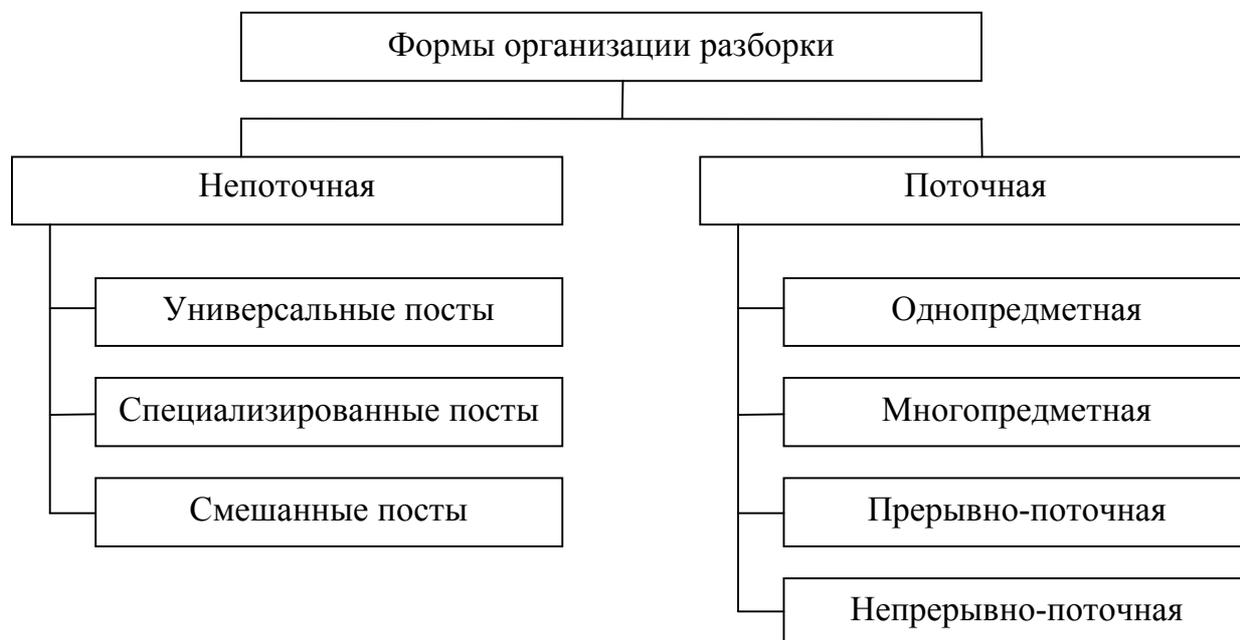


Рис. 5. Формы организации разборочного процесса

При организации разборочного процесса на потоке объекты ремонта могут быть неподвижны либо перемещаться. Поточные линии могут быть

одно- и многопредметными, прерывно-поточными и непрерывно-поточными.

При поточном способе оборудование и рабочие посты располагаются последовательно друг за другом в порядке выполнения операций технологического процесса, который производится на нескольких постах. Причем последовательность и объем операций, а также количество рабочих на постах такие, что за определенный промежуток времени, равный такту поточной линии, разбирается одно изделие.

Тактом разборки называется промежуток времени между разборкой двух последовательных автомобилей или агрегатов на поточной линии, т.е. промежуток времени, через который последние составные части разбираемого объекта ремонта снимают с последнего поста (рабочего места) поточной линии.

Поточный способ разборки автомобилей на агрегаты осуществляется с помощью грузо- и цепенесущих конвейеров. Разборку агрегатов на узлы и детали проводят на стендах, эстакадах или конвейерах.

Поточная форма организации разборочного процесса является наиболее прогрессивной, позволяющей улучшить качество разборки, увеличить производительность труда и снизить себестоимость разборочных работ.

Применение поточного метода разборки позволяет сосредоточить одноименные технологические операции на специализированных постах, сократить количество одноименных инструментов на 30%, увеличить интенсивность использования технологической оснастки на 50% и повысить производительность труда разборщиков на 20%.

Средний уровень механизации разборочных работ не превышает 20% (передних мостов – 15%, задних – 15%, подразборки двигателей и коробок передач – 16%; окончательной разборки двигателей – 25%, коробок передач – 35%). Разборка 60% всех соединений автомобиля может быть механизирована.

При разборке автомобилей, агрегатов и узлов на детали приходится иметь дело с подвижными и неподвижными соединениями. Детали подвижных соединений имеют возможность перемещения в рабочем состоянии одна относительно другой. Детали неподвижных соединений не могут перемещаться в рабочем состоянии. Подвижные и неподвижные соединения подразделяются на разборные и неразборные.

Разборными соединениями являются такие, которые могут быть разобраны без повреждения сопряженных деталей. Количество разборных соединений в автомобилях в зависимости от конструктивных особенностей составляет 70...80% всех соединений. Остальные соединения отно-

сятся к группе неразборных, хотя в условиях ремонта машин некоторая часть этих соединений подвергается разборке.

Неподвижные неразборные соединения деталей с плоскими поверхностями выполняются при помощи сварки, пайки, клепки, а деталей с гладкими цилиндрическими поверхностями – при помощи сварки, пайки, склеивания, развальцовки и горячих прессовых посадок.

Неподвижные разборные соединения с сопрягающимися плоскими поверхностями выполняются при помощи болтов, шпилек, ввертываемых в резьбовые отверстия одной из сопрягаемых деталей. Детали с гладкими цилиндрическими поверхностями соединяются при помощи неподвижных и подвижных посадок, а с другими цилиндрическими поверхностями – при помощи шлицев, резьбы и дополнительных деталей (шпонок, штифтов, клиньев).

Подвижные разборные соединения применяются для деталей с гладкой цилиндрической или шлицевой поверхностью.

Наиболее массовыми соединениями в конструкции автомобиля являются резьбовые, которые составляют 60...70% всех его соединений.

Вторыми массовыми соединениями двух деталей являются посадки с натягом.

Среди этих соединений наибольший процент падает: на подшипники – около 28%, втулки – 23%, шестерни – 13%. Затем идут такие детали, как пальцы, оси, штифты – 11%, манжеты – 8%.

2.3.2. Особенности разборки резьбовых соединений

Основной задачей разборки резьбовых соединений является разъединение скрепленных деталей, обеспечивающее экономически целесообразное сохранение годности деталей разбираемой сборочной единицы и самого соединения.

Резьбовые соединения классифицируются на три группы, которые приведены в табл. 2.

Для разборки резьбовых соединений применяют инструмент ручной и механизированный. К ручному инструменту относятся гаечные ключи следующих видов: с открытым зевом двусторонние, кольцевые двусторонние коленчатые (накладные), торцовые немеханизированные со сменными головками, специальные.

Ключи гаечные с открытым зевом двусторонние изготавливают из среднеуглеродистых сталей (ст. 40ХФА, 40Х, 45).

Накладные ключи охватывают все грани гайки, что придает им большую жесткость и долговечность. Накладными ключами с 12-гранным

зевом можно поворачивать гайки при отвертывании на 30°, что очень важно при работе в труднодоступных местах.

Таблица 2

Классификация резьбовых соединений и значений крутящего момента при разборке

Группа	Местоположение в автомобиле	Примеры резьбовых соединений	Диаметр резьбовых соединений, мм				
			M8	M10	M12	M14	M16
			Крутящий момент, Н·м				
Тяжелая	Резьбовые соединения расположены снаружи автомобиля	Крепление колес, полуосей, рессор, редукторов и т.д.	45	80	190	260	350
Средняя	Резьбовые соединения расположены снаружи автомобиля в верхней его части, закрыты кожухами, капотами и т.п.	Крепление головок блока, корпуса муфты сцепления, крышек шестерен газораспределения и т.д.	До 40	До 60	До 180	До 190	До 320
Легкая	Резьбовые соединения расположены внутри корпусов	Крепление крышек коренных подшипников, крышек шатунов, фланцев и т.д.	До 35	До 45	До 160	До 180	До 300

Торцовые ключи можно вращать, не переставляя с грани на грань, поэтому сокращается время на отвинчивание гайки по сравнению с открытыми гаечными ключами.

Из специальных ключей при разборке применяют коловоротные ключи и ключи для круглых гаек. Коловоротные ключи рациональны для отвертывания болтов и гаек небольших размеров. Производительность труда может быть повышена в 2... 5 раз.

Задача сокращения затрат труда при разборке резьбовых соединений в основном решается применением механизированного инструмента (гайко-, винто- и шпильковертов). Применение его позволяет повысить производительность труда при разборке резьбовых соединений в 3,5...4,5 раза, трудоемкость разборочных работ сокращается при этом на 15...20%.

По используемому виду энергии гайко- и винтоверты разделяют на электрические, пневматические, гидравлические, а по конструктивным признакам – без фиксированного крутящего момента, с механизмом ударного действия, с самоостановом двигателя в конце затяжки.

На ремонтных предприятиях механизация разборки напряженных резьбовых соединений частично обеспечивается за счет применения одношпindelных пневматических гайковертов статического или ударного действия. Пневмогайковерты статического действия применяют для резьбовых соединений с небольшим крутящим моментом, а при помощи гайковертов ударного действия реализуют значительные крутящие моменты.

Преимущества пневматических гайковертов ударного действия – это сравнительно небольшая масса и незначительный реактивный момент, действующий на руку рабочего, а недостатки – малый срок службы из-за быстрого износа деталей, в особенности ударного механизма; значительный расход сжатого воздуха (энергии), особенно увеличивающийся при оборотах холостого хода; низкий КПД; высокий уровень шума и вибраций.

Гидравлические гайковерты статического действия в значительной степени свободны от указанных недостатков и имеют ряд преимуществ перед пневматическими: высокий КПД (50...60% против 7...11% для пневмогайковертов), повышенную износоустойчивость (срок службы в 2 раза выше), бесшумность и отсутствие вибраций, точное тарирование крутящего момента, значительную массу.

Крутящий момент отвертывания гаек и болтов ($H \cdot m$) диаметром от 10 до 26 мм определяют по формуле

$$M_k = k_0 \cdot d_{cp}^2, \quad (2)$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий состояние резьбового соединения, $k_0 = 0,5...0,8$; d_{cp} – средний диаметр резьбы гайки, мм.

Для вывертывания шпилек применяют эксцентриковые, клиновые, цанговые наконечники и специальные ключи.

Для соединений со значительным крутящим моментом (до 350 Н·м) используют шпильковерты. Так, например, для вывертывания шпилек всех диаметров из блока цилиндров двигателя используется шпильковерт, который содержит механизмы для захвата шпилек и их освобождения после вывертывания.

В результате использования таких шпильковертов производительность труда увеличивается на 30...40%.

2.3.3. Особенности разборки соединений с натягом

Значительную часть трудоемкости разборочных работ при ремонте машин занимает разборка сборочных единиц, детали которых соединены с

натягом. Действительные усилия, имеющие место при распрессовке таких сопряжений, значительно превосходят теоретические, особенно если эти сопряжения находились в условиях коррозии.

Разборка соединений с гарантированным натягом (снятие подшипников качения, втулок, шкивов, пальцев, штифтов) производится путем приложения осевого усилия и использования тепловых деформаций (нагрев охватываемой детали). Для приложения осевого усилия применяют прессы, съемники, специальные приспособления. Прессовое оборудование выбирают в зависимости от требуемого усилия для разборки конкретного соединения.

Усилие выпрессовки колец подшипников P_n , Н, определяется по формуле

$$P_n = \frac{d \cdot f_1 \cdot E \cdot \pi \cdot B \cdot \delta}{2 \cdot k_n \cdot (d + 30)}, \quad (3)$$

где d – номинальный диаметр отверстия подшипника, мм; f_1 – коэффициент трения в сопряжении, $f_1 = 0,10 \dots 0,25$; E – модуль упругости материала подшипника, $E = 22 \cdot 10^4$ МПа; B – ширина опорного кольца подшипника, мм; δ – расчетный натяг, мм; k_n – коэффициент, характеризующий серию подшипника ($k_n = 2,78$ для подшипников легкой серии, $k_n = 2,27$ для подшипников средней серии, $k_n = 1,96$ для подшипников тяжелой серии).

Усилие для выпрессовки шкивов, шестерен и втулок P_e , Н, определяют по формуле

$$P_e = f_2 \cdot \pi \cdot d_{cp} \cdot L \cdot \sigma_{cp}, \quad (4)$$

где f_2 – коэффициент трения в сопряжении, $f_2 = 0,15 \dots 0,25$; d_{cp} – средний диаметр контактирующих поверхностей, мм; L – длина запрессованной части детали, мм; σ_{cp} – напряжение сжатия на контактирующей поверхности, МПа.

Разобрать сборочную единицу, детали которой соединены с натягом, можно различными способами, которые по принципу воздействия на посадочные поверхности сопряженных деталей можно разделить на механический, гидравлический, термический и комбинированный. Каждый из перечисленных способов может быть осуществлен на производстве различными методами (табл. 3).

Способы разработки прессовых соединений

Способ разборки	Метод выполнения	Средства выполнения
Механический	Приложение осевого усилия	Осуществляется различными съемниками, прессами или с применением динамических усилий
Гидравлический	Подача масла по системе отверстий и канавок	Масло под высоким давлением
Гидропрессовый	Подача масла со стороны свободного торца	Масло под высоким давлением и осевое усилие
Термический	Факельным нагревом, пластической формацией, холодом	Газовые горелки и прочие индукционно-нагревательные установки
Комбинированный	Гидравлический с механическим, термический с механическим	–

Основное оборудование для разборки прессовых соединений – это съемники, прессы, стенды и приспособления.

Съемники предназначены для быстрого разъединения деталей и являются приспособлениями, которые закрепляются за охватывающую и охватываемую детали. Они бывают специальные, предназначенные для снятия какой-либо определенной детали, и универсальные, позволяющие производить распрессовывание ряда деталей, отличающихся друг от друга по конструкции и размерам. Принцип действия съемников – это захват снимаемой детали или упор в нее.

Специальные съемники по способу захвата детали подразделяют на съемники с креплением лап к детали болтами или шпильками, навинчиванием корпуса съемника на резьбовую часть детали, с захватом детали цанговым зажимом изнутри, с захватом детали лапами, разжимаемым корпусом, с захватом детали упором, с заключением в замкнутый корпус.

Универсальные съемники в зависимости от конструкции захватов могут быть шарнирно-винтовые, с шарнирным креплением лап и удерживающим кольцом и с перемещением лап по Т-образной планке.

Для разборки неподвижных разборных соединений, не требующих значительных усилий (шпоночных, шлицевых и т. д.), используют съемники с механическим и пневматическим приводами.

Напряженные прессовые соединения разбирают с помощью прессов и стендов, которые работают от стационарных гидроприводов с давлени-

ем 10...20 МПа. В зависимости от расположения штока и направления действия создаваемого усилия различают прессы вертикальные и горизонтальные, а по характеру их использования – стационарные и переносные. Кроме того, прессы делятся на универсальные и специальные, ручные и приводные.

Ручные прессы делятся на реечные, винтовые и эксцентриковые, а приводные – на пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и электромагнитные.

Применение оборудования с механизированным приводом позволяет увеличить производительность труда в 3...5 раз по сравнению с ручным. Чаще всего при этом используют гидравлический и пневматический приводы.

Требуемые усилия этих средств определяют исходя из расчетной силы распрессовки с коэффициентом запаса от 1,5 до 2,0 (большие значения коэффициента соответствуют менее мощным прессам).

Детали кольцевой формы (штулки, внутренние кольца роликовых подшипников качения, шкивы) можно снимать при помощи установки для нагрева. Наиболее распространены индукционные нагревательные устройства, принцип действия которых основан на нагревании кольца при прохождении через него индуктированного электрического тока, возбуждаемого катушкой. Индукционное приспособление устанавливают на демонтируемое кольцо и включают в сеть. При этом разъединение деталей происходит при тепловом зазоре, что обеспечивает разборку соединений с гарантированным натягом без повреждения посадочных поверхностей. Зазор образуется вследствие нагрева охватывающей детали со скоростью, превышающей скорость передачи тепла в охватываемую деталь через поверхность их контакта. Этот метод также применим для демонтажа соединений из разнородных материалов. В этом случае разъединение происходит после охлаждения соединения вследствие различия коэффициентов линейного расширения материалов деталей.

Преимущества индукционно-тепловой разборки: быстрота и универсальность процесса, компактность оборудования, удобство в эксплуатации, сохранность деталей, возможность автоматизации процесса.

В процессе нагрева посадочная поверхность охватывающей детали должна расшириться на величину, компенсирующую натяг и увеличение диаметра охватываемой детали. Выполнение этого условия обеспечивается правильным выбором скорости нагрева и назначением соответствующей мощности индукционно-нагревательного устройства. Скорость нагрева, особенно для деталей сложной конфигурации, не должна превышать скорости, при которой возникают опасные температурные напряжения. Степень нагрева ограничивается температурой необратимого измене-

ния физико-механических свойств материала детали. Изменений структуры и физико-механических свойств материала не происходит при температуре нагрева детали до 250...300 °С (для подшипников качения – не выше 100 °С). Продолжительность нагрева не должна превышать 25... 30 с.

После нагревания кольца приспособление поворачивают вокруг оси в одну и другую стороны, а после ослабления посадки его снимают вместе с приспособлением.

Необходимую температуру нагрева стальных охватывающих деталей t_n определяют по формуле

$$t_n = \left[\left(\frac{100 \cdot \Delta}{1,2 \cdot d} \right) + t_n \right] \cdot \varepsilon, \quad (5)$$

где Δ – требуемое увеличение диаметров отверстия, мкм; d – диаметр отверстия, мм; t_n – температура вала, с которого демонтируется кольцо, °С; ε – коэффициент, учитывающий потери тепла при нагреве вследствие теплоотвода в сопряженную деталь, $\varepsilon = 1,2...1,6$.

2.4. Дефектация и сортировка деталей

2.4.1. Сущность процесса дефектации и сортировки деталей

Детали автомобиля после мойки и очистки от загрязнений в соответствии с технологическим процессом подвергаются дефектации, т.е. процессу контроля с целью обнаружения дефектов. *Дефект детали* – любое отклонение ее параметров от величин, установленных техническими условиями или рабочим чертежом.

Основными задачами дефектации и сортировки деталей являются:

- контроль деталей для определения их технического состояния;
- сортировка деталей на три группы: годные для дальнейшего использования, подлежащие восстановлению и негодные;
- накопление информации о результатах дефектации и сортировки с целью ее использования при совершенствовании технологических процессов и для определения коэффициентов годности, сменности и восстановления деталей;
- сортировка деталей по маршрутам восстановления.

Работы по дефектации и сортировке деталей оказывают большое влияние на эффективность и качество ремонта. Дефектацию и сортировку деталей следует производить в строгом соответствии с техническими условиями.

Результаты дефектации и сортировки фиксируют путем маркировки деталей краской. При этом зеленой краской отмечают годные для дальнейшего использования детали, красной – негодные, желтой – требующие восстановления.

Годные детали после дефектации направляются на комплекточный участок предприятия и далее на сборку агрегатов и автомобилей, а негодные – на склад утиля. Детали, требующие восстановления, после определения маршрута ремонта поступают на участки восстановления.

2.4.2. Виды дефектов и их характеристика

Ошибки конструирования, нарушения технологического процесса производства, технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также эксплуатация приводят к возникновению дефектов.

Дефекты деталей *по месторасположению* можно подразделить на локальные (трещины, риски и т.д.), дефекты во всем объеме или по всей поверхности (несоответствие химического состава, качества механической обработки и т.д.), дефекты в ограниченных зонах объема или поверхности детали (зоны неполной закалки, коррозионного поражения, местный наклеп и т.д.). Данное местонахождение дефекта может быть внутренним (глубинным) и наружным (поверхностным и подповерхностным).

По возможности исправления дефекты классифицируют на устраняемые и неустраняемые. Устраняемый дефект технически возможно и экономически целесообразно исправить. В противном случае это неустраняемый дефект.

По отражению в нормативной документации дефекты делят на скрытые и явные. Скрытый дефект – дефект, для выявления которого в нормативной документации не предусмотрены необходимые правила, методы и средства контроля. В противном случае это явный дефект.

По причинам возникновения дефекты подразделяют на конструктивные, производственные, эксплуатационные.

Конструктивные дефекты – это несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции. Причины таких дефектов – ошибочный выбор материала изделия, неверное определение размеров деталей, режима термической обработки. Эти дефекты являются следствием несовершенства конструкции и ошибок конструирования.

Производственные дефекты – несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление, ремонт или поставку продукции. Производственные дефекты возникают в результате нарушения технологического процесса при изготовлении или восстановлении деталей.

Эксплуатационные дефекты – это дефекты, которые возникают в результате изнашивания, усталости, коррозии деталей, а также неправильной эксплуатации. Наиболее часто встречаются следующие эксплуатационные дефекты: изменение размеров и геометрической формы рабочих поверхностей, нарушение требуемой точности взаимного расположения рабочих поверхностей, механические повреждения, коррозионные повреждения, изменение физико-механических свойств материала деталей.

К числу наиболее распространенных дефектов деталей относятся следующие:

- изменение размеров и геометрической формы рабочих поверхностей;
- нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей на детали;
- механические повреждения;
- коррозионные повреждения;
- изменение физико-механических свойств материала деталей.

Изменение размеров рабочих поверхностей деталей происходит в результате их изнашивания. При неравномерном изнашивании возникают различные погрешности в геометрической форме рабочих поверхностей детали в виде овальности, конусности.

В качестве примера рассмотрим особенности изнашивания двух наиболее ответственных деталей двигателя: гильзы цилиндров и коленчатого вала.

В гильзе цилиндров изнашивается ее внутренняя, рабочая поверхность. В результате износа увеличивается диаметр рабочей поверхности гильзы, а форма ее искажается. Внутренняя поверхность гильзы по длине приобретает форму неправильного конуса, а по окружности – форму овала. Наибольший износ гильзы цилиндров наблюдается в верхней ее части, в зоне трения верхнего компрессионного кольца (рис. 6).

Это объясняется тем, что при сгорании топлива в верхней части гильзы резко повышаются температура и давление газов. Газы проникают под поршневые кольца, что повышает их

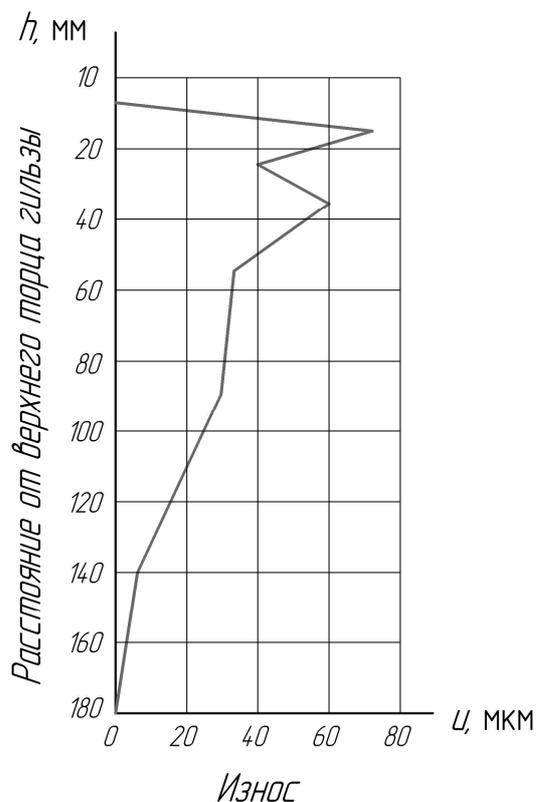


Рис. 6. Диаграмма износа гильзы цилиндра

давление на поверхность гильзы. Под действием высокой температуры ухудшаются условия смазки верхней части гильзы, так как происходит разжижение масляной пленки. Кроме того, смазка частично смывается рабочей смесью. При сгорании топлива образуются газы, содержащие углекислые и сернистые соединения. Эти газы с парами воды образуют серную и угольную кислоты, которые создают условия для коррозионного износа.

Причиной появления овальности рабочей поверхности гильзы является неравномерное давление поршня на стенки гильзы. В плоскости, перпендикулярной к оси поршневого пальца, это давление больше, поэтому и износ гильзы в этой плоскости выше. Образованию овальности гильзы способствуют также деформации блока цилиндров, возникающие вследствие неправильной затяжки болтов крепления головки цилиндров и неравномерного нагрева блока цилиндров при работе двигателя.

Коленчатый вал двигателя в процессе работы подвергается действию циклических нагрузок от давления рабочих газов, сил инерции поступательно движущихся и вращающихся частей. В этих условиях коренные и шатунные шейки коленчатого вала подвергаются износу.

Неравномерность нагрузок, действующих на шейки коленчатого вала, вызывает неравномерный их износ по окружности. Так, наибольший износ шатунных шеек имеет место со стороны, обращенной к оси коренных шеек вала. Это объясняется тем, что на эту сторону шейки постоянно действуют инерционные силы.

Нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей является одним из весьма распространенных дефектов автомобильных деталей. Этот дефект обычно проявляется в виде нарушения расстояния между осями цилиндрических поверхностей, непараллельности или неперпендикулярности осей и плоскостей, несоосности цилиндрических поверхностей и т. п.

Причинами появления этих дефектов являются: неравномерный износ рабочих поверхностей; внутренние напряжения, возникающие в деталях при их изготовлении; остаточные деформации от чрезмерных эксплуатационных нагрузок на детали и др.

Так, например, в коленчатом валу двигателя в результате деформаций от действующих нагрузок и неравномерного износа шеек могут иметь место такие дефекты, как несоосность (взаимное биение) коренных шеек, непараллельность коренных и шатунных шеек, неперпендикулярность фланца крепления маховика к оси коленчатого вала, изменение радиуса кривошипа.

Наиболее часто дефекты, связанные с нарушением взаимного положения рабочих поверхностей, имеют место в корпусных деталях. Так, в

блоках цилиндров вследствие их деформации в процессе эксплуатации появляются такие дефекты, как несоосность отверстий в опорах под коленчатый вал, неперпендикулярность оси этих отверстий и оси отверстий под втулки распределительного вала, нарушение расстояния между этими осями, непараллельность осей отверстий в посадочных поясах под гильзы цилиндров к оси коленчатого вала и др.

Все эти дефекты нарушают нормальную работу агрегатов, так как вызывают перекосы деталей и, следовательно, дополнительные динамические нагрузки, ускоряющие их износ. Поэтому при дефектации и сортировке деталей их необходимо выявлять, а в процессе ремонта устранять.

Механические повреждения в деталях возникают при воздействии на них в процессе эксплуатации нагрузок, превышающих допустимые, а также вследствие усталости материала. К числу механических повреждений относятся: трещины, пробоины, изломы и деформации (изгиб, скручивание, коробление).

Трещины в большинстве случаев возникают вследствие усталости материала деталей, работающих в условиях циклических знакопеременных нагрузок. Наиболее часто они появляются в деталях рамы, кузовах, коленчатых валах, поворотных цапфах, рессорах и многих других деталях. Чаще всего трещины усталости развиваются на поверхности деталей в местах концентрации напряжений (у отверстий, в галтелях и т. п.). Размеры трещин по ширине колеблются в больших пределах: от видимых невооруженным глазом до микроскопических, которые обнаруживают с помощью специальных приборов.

Поломки деталей могут возникать вследствие усталости металла, но причиной их могут быть также большие ударные нагрузки.

Деформации возникают в деталях в результате динамических нагрузок и наблюдаются в таких деталях, как коленчатые валы, шатуны, карданные валы, балки передних мостов, детали рам и кузовов.

Коррозионные повреждения образуются на деталях в результате химического или электрохимического взаимодействия металла с коррозионной средой и появляются в виде сплошных окисных пленок или в виде местных повреждений (пятен, раковин и точек). Воздействию коррозии подвергаются многие детали автомобилей.

Изменение физико-механических свойств материала деталей в процессе эксплуатации автомобилей выражается наиболее часто в снижении твердости и упругих свойств.

Изменение свойств деталей может произойти в результате их нагрева в процессе работы до температуры, влияющей на термообработку, а также вследствие износа поверхностного слоя, упрочненного методами химико-термической обработки.

Упругие свойства деталей снижаются вследствие усталости материала, из которого они изготовлены. Этот дефект часто возникает в таких деталях, как пружины клапанов и рессоры.

2.4.3. Технические условия на дефектацию деталей

При дефектации и сортировке деталей руководствуются техническими условиями, которые содержатся в руководствах по КР.

Технические условия на дефектацию деталей составляются в виде карт, которые по каждой детали в отдельности содержат следующие сведения: общие сведения о детали, перечень возможных ее дефектов, способы выявления дефектов, допустимые размеры детали при ее использовании без ремонта и рекомендуемые способы восстановления ресурса детали.

Общие сведения о детали включают ее эскиз с указанием месторасположения дефектов, основные размеры детали, материал и твердость основных поверхностей. Все эти сведения о детали могут быть получены из рабочего чертежа.

Возможные дефекты детали обычно устанавливают на основе опыта эксплуатации и ремонта автомобилей аналогичных моделей.

Способы выявления дефектов назначают по опыту работы автомобилестроительных и авторемонтных предприятий с учетом научно-исследовательских работ, проводимых в нашей стране по разработке новых методов дефектации деталей.

При рекомендации способов устранения дефектов также опираются на богатый опыт по технологии восстановления деталей, накопленный отечественными и зарубежными авторемонтными предприятиями.

Наибольшую сложность при разработке технических условий на дефектацию деталей представляет определение величины допустимого размера детали.

Допустимый размер детали можно определить, если известна величина допустимого ее износа. Так, например, допустимый диаметр вала при капитальном ремонте автомобиля

$$d_{\text{дон}} = d_n - I_{\text{дон}}, \quad (6)$$

где d_n – диаметр нового вала, мм; $I_{\text{дон}}$ – величина допустимого износа вала, мм.

Допустимым износом детали называется такой ее износ, при котором деталь, будучи установленной при КР на автомобиль, проработает до следующего КР и ее износ не превысит предельного. При этом следует

иметь в виду, что детали с допустимыми износами можно использовать при КР только в том случае, если требуемая точность при сборке сопряжений обеспечивается применением методов регулирования или групповой взаимозаменяемости. Для определения величины допустимого износа детали необходимо знать ее предельный износ.

Предельным износом называется такой износ детали, при котором ее дальнейшее использование невозможно без восстановления ее ресурса. Деталь, достигшую предельного износа, восстанавливают или заменяют новой.

Величина предельного износа детали может быть определена при изучении процесса протекания ее износа в зависимости от наработки по моменту наступления форсированного износа. Значение этой величины определяют также по таким показателям, как снижение прочности детали, нарушение установленной посадки в сопряжении, недопустимое падение мощности, производительности и т. п.

Вопрос об определении допустимого износа деталей при КР сводится к отысканию такой его величины, которая обеспечивает безотказную работу автомобиля в течение очередного межремонтного пробега. Методика определения допустимого износа была разработана проф. В.В. Ефремовым.

Не допуская большой погрешности, можно принять, что зависимость износа деталей от наработки имеет линейный характер (рис. 7).

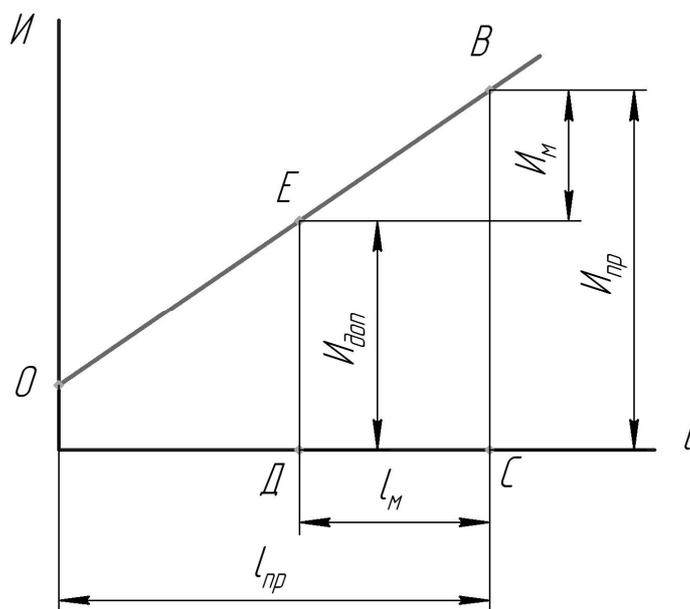


Рис.7. Схема определения допустимого износа детали

Из рис. 7 видно, что величина предельного износа равна $BC = I_{пр}$. Отложив от точки C , определяющей наработку детали до предельного из-

носа, отрезок CD , равный межремонтному пробегу автомобиля, и восстановив перпендикуляр из точки D до пересечения с прямой OB , получим отрезок DE , величина которого и определит допустимый износ детали $I_{доп}$.

Таким образом, величина допустимого износа

$$I_{доп} = I_{пр} - I_m, \quad (7)$$

где I_m – величина износа детали за межремонтный пробег автомобиля.

Величину износа детали за межремонтный пробег определяют как среднюю арифметическую величину путем замера партии деталей, снятых с автомобилей, поступивших в капитальный ремонт.

2.4.4. Методы контроля, применяемые при дефектации деталей

В целях экономии времени при дефектации деталей придерживаются следующего порядка.

Сначала производят внешний осмотр деталей с целью обнаружения повреждений, видимых невооруженным глазом: крупных трещин, пробоин, изломов, задиров, рисок, коррозии и т. п.

Затем детали проверяют на специальных приспособлениях для обнаружения дефектов, связанных с нарушением взаимного расположения рабочих поверхностей и физико-механических свойств материала деталей.

После этого детали контролируют на отсутствие скрытых дефектов (невидимых трещин и внутренних пороков). В заключение производят контроль размеров и геометрической формы рабочих поверхностей деталей.

Контроль взаимного расположения рабочих поверхностей. Методы контроля погрешностей взаимного расположения рабочих поверхностей рассмотрим на примере деталей класса валов и корпусных деталей. В деталях класса валов наиболее часто контролируют несоосность шеек и перпендикулярность фланцев к оси валов.

Контроль несоосности шеек валов производят путем замера их радиального биения с помощью индикатора (рис. 8). Контролируемый вал при этом устанавливают в центрах. Величина радиального биения шеек определяется как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора за один оборот вала.

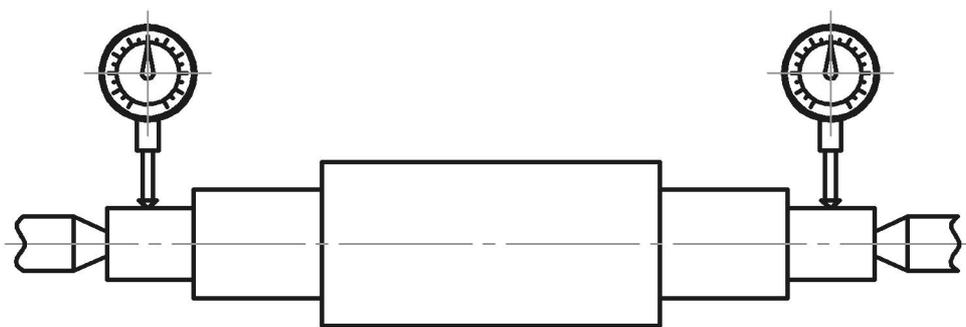


Рис. 8. Контроль взаимного биения шеек вала

Контроль неперпендикулярности фланца к оси вала производят также при установке вала в центрах (рис. 9). При помощи индикатора измеряют торцевое биение фланца на определенном радиусе R .

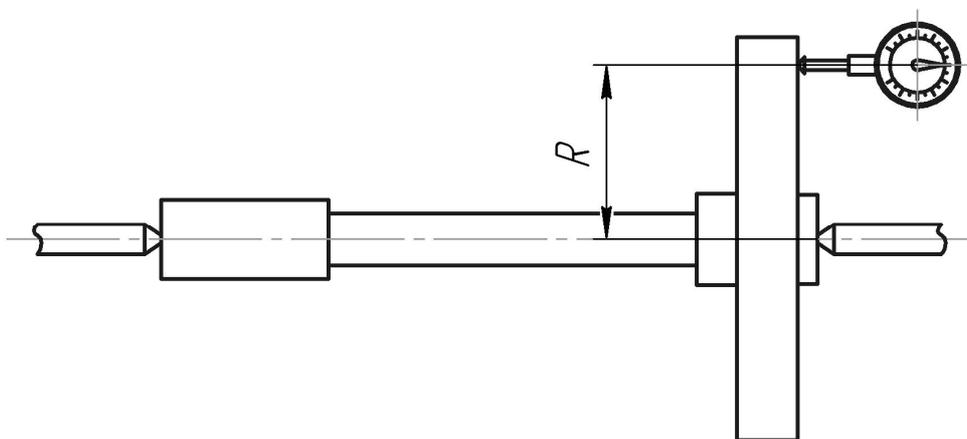


Рис. 9. Контроль биения фланца на валу

В корпусных деталях контролируют следующие погрешности взаимного расположения поверхностей: несоосность отверстий, непараллельность оси отверстий относительно плоскости, непараллельность осей отверстий и нарушение межцентрового расстояния, неперпендикулярность осей отверстий, неперпендикулярность оси отверстия к плоскости.

Контроль несоосности отверстий в корпусных деталях производят с помощью оптических, пневматических и индикаторных приспособлений. Наибольшее применение в авторемонтном производстве нашли индикаторные приспособления. Схема замера несоосности отверстий под коренные подшипники коленчатого вала в блоке цилиндров при помощи индикаторного приспособления показана на рис. 10.

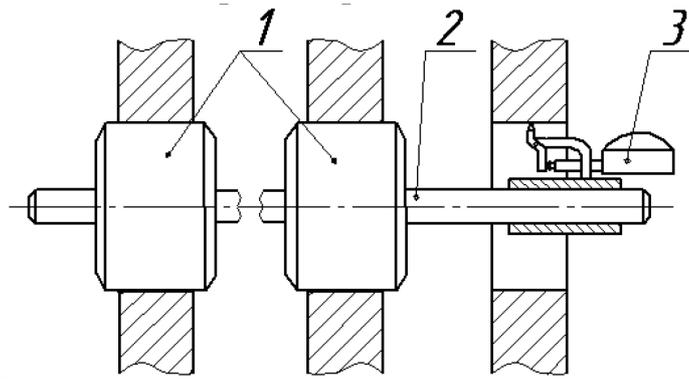


Рис. 10. Контроль несоосности отверстий:
1 – втулки; 2 – оправка; 3 – индикатор

Приспособление состоит из контрольной оправки, втулок и индикатора часового типа. При проверке несоосности вращают втулку с индикаторами, измеряют величину радиального биения. Радиальное биение покажет удвоенную величину несоосности (смещения осей).

Несоосность отверстий контролируют в блоках цилиндров двигателей, картерах коробок передач, картерах редукторов и других деталях.

Контроль межцентрового расстояния и непараллельности осей отверстий производят путем измерения расстояний a_1 и a_2 (рис. 11) между внутренними образующими контрольных оправок при помощи штихмаса или индикаторного нутромера.

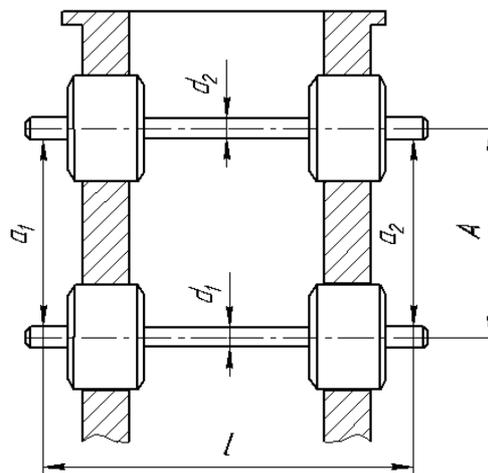


Рис. 11. Контроль непараллельности осей отверстий и межцентрового расстояния

Межцентровое расстояние определяют расчетом по формуле

$$A = \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{d_1 + d_2}{2}, \quad (8)$$

где a_1 и a_2 – диаметры контрольных оправок.

Непараллельность осей отверстий определяют как разность замеров a_1 и a_2 на длине L .

Контроль перпендикулярности осей отверстий производят при помощи оправки с индикатором (рис. 12, а) или калибром (рис. 12, б) путем измерения зазоров Δ_1 и Δ_2 на длине L . Величина перпендикулярности осей в первом случае определяется как разность показаний индикатора в двух противоположных положениях, а во втором – как разность зазоров.

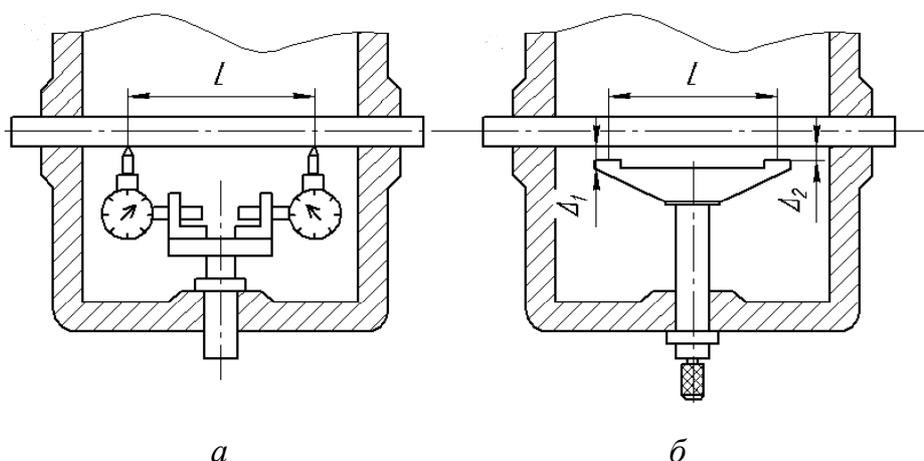


Рис. 12. Схема замера перпендикулярности оси отверстий

Контроль перпендикулярности оси отверстий к плоскости можно выполнить при помощи индикаторного приспособления (рис. 13, а) или специального калибра (рис. 13, б).

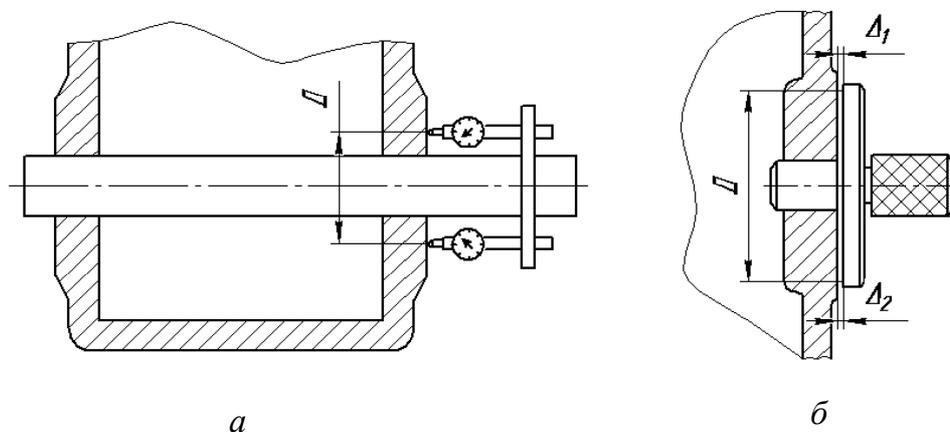


Рис. 13. Контроль перпендикулярности оси отверстий к плоскости

В первом случае неперпендикулярность оси отверстия к торцевой плоскости на диаметре D определяют как разность показаний индикатора при вращении его относительно оси отверстия, во втором случае – измерением зазоров в двух диаметрально противоположных точках по периферии контрольного диска. Величина неперпендикулярности в этом случае будет равна разности зазоров D_1 и D_2 на диаметре D .

Контроль нарушения физико-механических свойств материала деталей. Нарушение физико-механических свойств материала деталей может проявляться в виде изменения твердости детали или ее жесткости. Изменение жесткости может иметь место в таких деталях, как рессоры и пружины.

Нарушение твердости контролируют с помощью универсальных приборов для измерения твердости.

Контроль скрытых дефектов. При контроле деталей очень важно проверять их на наличие скрытых дефектов (поверхностных и внутренних трещин).

Этот контроль особенно необходим для деталей, от которых зависит безопасность движения автомобиля.

Существует большое количество различных методов обнаружения скрытых дефектов на деталях. В авторемонтном производстве нашли применение следующие методы обнаружения скрытых дефектов на деталях: опрессовки, красок, люминесцентный, намагничивания, ультразвуковой.

1. Метод опрессовки применяют для обнаружения скрытых дефектов в полых деталях. Опрессовку деталей производят водой (гидравлический метод) и сжатым воздухом (пневматический метод).

Метод гидравлического испытания применяют для выявления трещин в корпусных деталях (блок и головка цилиндров). Испытание производится на специальных стендах, которые обеспечивают герметизацию всех отверстий в контролируемых деталях. При испытании полость детали заполняют горячей водой под давлением 0,3...0,4 МПа. О наличии трещин судят по подтеканию воды.

Метод пневматического испытания применяют при контроле на герметичность таких деталей, как радиаторы, баки, трубопроводы и др. Полость детали в этом случае заполняют сжатым воздухом под давлением, соответствующим техническим условиям на испытание, и затем погружают в ванну с водой. Выходящие из трещины пузырьки воздуха укажут местонахождение дефектов.

2. Метод красок основан на свойстве жидких красок к взаимной диффузии. При этом методе на контролируемую поверхность детали,

предварительно обезжиренную в растворителе, наносят красную краску, разведенную керосином, которая проникает в трещины. Затем красную краску смывают растворителем, а поверхность детали покрывают белой краской. Через несколько секунд на белом фоне проявляющей краски появляется рисунок трещины, увеличенной по ширине в несколько раз. Этот метод позволяет обнаруживать трещины, ширина которых не менее 20 мкм.

3. Люминесцентный метод основан на свойстве некоторых веществ светиться при облучении их ультрафиолетовыми лучами. При контроле деталей этим методом ее сначала погружают в ванну с флюоресцирующей жидкостью, в качестве которой применяют смесь из 50% керосина, 25% бензина и 25% трансформаторного масла с добавкой флюоресцирующего красителя (дефектоля) или эмульгатора ОП-7 в количестве 3 кг на 1 м³ смеси. Затем деталь промывают водой, просушивают струей теплого воздуха и припудривают порошком силикагеля. Силикагель вытягивает флюоресцирующую жидкость из трещины на поверхность детали. При облучении детали ультрафиолетовыми лучами порошок силикагеля, пропитанный флюоресцирующей жидкостью, будет ярко светиться, обнаруживая границы трещины. Люминесцентные дефектоскопы применяют при обнаружении трещин шириной более 10 мкм в деталях, изготовленных из немагнитных материалов.

4. Метод магнитной дефектоскопии нашел наиболее широкое применение при контроле скрытых дефектов в автомобильных деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун). Для обнаружения дефектов этим методом деталь сначала намагничивают. Магнитные силовые линии, проходя через деталь и встречая на своем пути дефект (например, трещину), огибают его как препятствие с малой магнитной проницаемостью. При этом над дефектом образуется поле рассеивания магнитных силовых линий, а на краях трещины – магнитные полюсы.

Для того чтобы обнаружить неоднородность магнитного поля, деталь поливают суспензией, состоящей из 50%-ного раствора керосина и трансформаторного масла, в котором во взвешенном состоянии находится мельчайший магнитный порошок (окись железа – магнетит). При этом магнитный порошок будет притягиваться краями трещины и четко обрисует ее границы.

Намагничивание деталей производят на магнитных дефектоскопах, которые различают по способу намагничивания. Для выявления в деталях продольных трещин применяют дефектоскопы циркулярного намагничивания, а для поперечных – дефектоскопы продольного намагничивания внешним полем. Для обнаружения трещин любого направления используют дефектоскопы комбинированного намагничивания. В дефектоскопах

циркулярного намагничивания магнитное поле создается за счет прохождения через деталь переменного тока большой силы (до 1000...4000 А).

На рис. 14 показана схема дефектоскопа циркулярного намагничивания, предназначенного для контроля деталей небольших размеров.

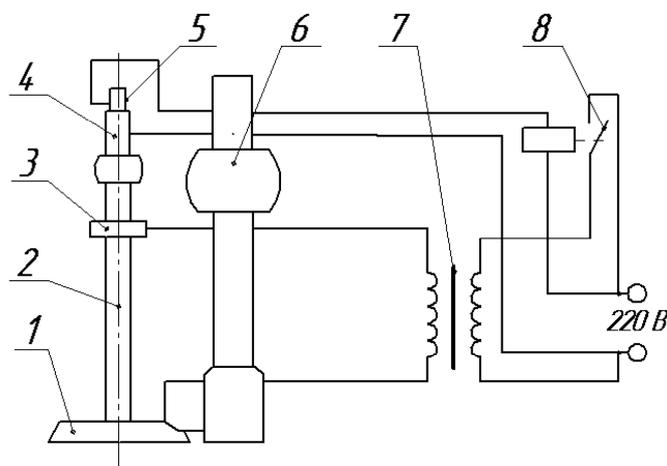


Рис. 14. Дефектоскоп циркулярного намагничивания:
 1 – медная плита; 2 – деталь; 3 – контактный диск;
 4 – контактная головка; 5 – пусковая кнопка;
 6 – кронштейн; 7 – понижающий трансформатор;
 8 – магнитный пускатель

В дефектоскопах продольного намагничивания магнитное поле создается за счет помещения детали в соленоид, питаемый постоянным или переменным током (рис. 15).

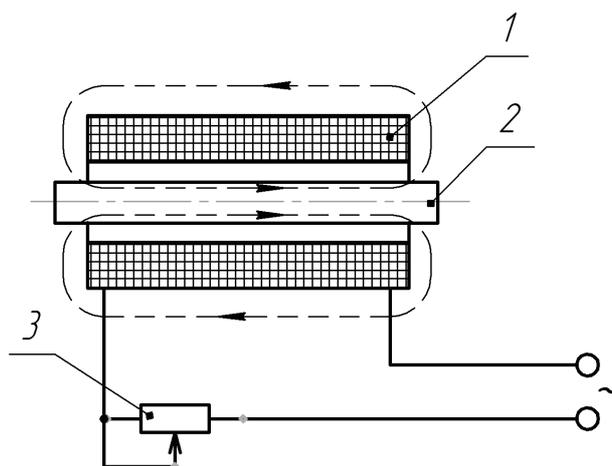


Рис. 15. Схема намагничивания детали соленоидом: 1 – реостат; 2 – деталь;
 3 – соленоид

Дефектоскопы комбинированного намагничивания являются универсальными, так как они совмещают в себе принципы циркулярного и продольного намагничиваний и, следовательно, позволяют обнаружить трещины любых направлений.

После контроля на магнитных дефектоскопах детали необходимо размагнитить. Это достигается при переменном токе путем медленного вывода детали из соленоида, а при постоянном – за счет изменения полярности при постепенном уменьшении силы тока.

Метод магнитной дефектоскопии обладает высокой чувствительностью и позволяет обнаруживать трещины шириной до 1 мкм.

5. Ультразвуковой метод обнаружения скрытых дефектов основан на свойстве ультразвука проходить через металлические изделия и отражаться от границы двух сред, в том числе и от дефекта.

В зависимости от способа приема сигнала от дефекта различают два метода ультразвуковой дефектоскопии: просвечивания и импульсный.

Метод просвечивания основан на появлении звуковой тени за дефектом. В этом случае излучатель ультразвуковых колебаний находится по одну сторону от дефекта, а приемник – по другую.

На рис. 16 приведена схема импульсного ультразвукового дефектоскопа.

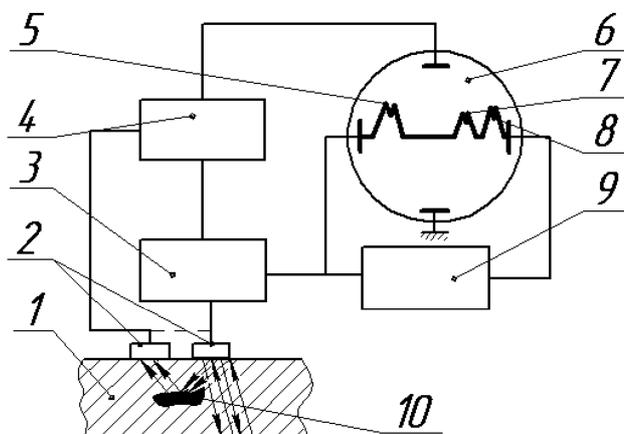


Рис. 16. Блок-схема импульсного ультразвукового дефектоскопа: 1 – деталь; 2 – излучатель (приемник) ультразвуковых колебаний; 3 – генератор импульсов; 4 – усилитель; 5 – излученный импульс; 6 – электронно-лучевая трубка; 7 – импульс, отраженный от дефекта; 8 – донный импульс; 9 – блок развертки; 10 – дефект

При контроле детали к ее поверхности подводят излучатель ультразвуковых колебаний, который питается от генератора. Если дефекта в де-

тали нет, то ультразвуковые колебания, отразившись от противоположной стороны детали, возвратятся обратно и возбуждают электрический сигнал в приемнике. При этом на экране электронно-лучевой трубки будут видны два всплеска: слева – излучаемый импульс и справа – отраженный от противоположной стенки детали (донный).

Если в детали имеется дефект, то ультразвуковые колебания отражаются от дефекта и на экране трубки появится промежуточный всплеск.

Путем сопоставления расстояний между импульсами на экране электронно-лучевой трубки и размеров детали можно определить не только местонахождение дефекта, но и глубину его залегания.

Метод ультразвуковой дефектоскопии обладает очень высокой чувствительностью и применяется при обнаружении внутренних дефектов в деталях (трещин, раковин, шлаковых включений и т. п.).

Контроль размеров и формы рабочих поверхностей деталей. Наибольшее внимание при контроле и сортировке деталей уделяется определению геометрических размеров и формы их рабочих поверхностей. Контроль деталей по этим параметрам позволяет оценить величину их износа и решить вопрос о возможности их дальнейшего использования. При контроле размеров деталей в авторемонтном производстве используют как универсальный измерительный инструмент, так и пневматические методы контроля.

К универсальному измерительному инструменту относятся: микрометры, штангенциркули, индикаторные нутромеры, микрометрические штихмасы и др.

Погрешности в геометрической форме деталей определяют путем их измерения в нескольких направлениях в поперечном сечении и нескольких поясах по длине. Сопоставляя эти замеры, находят овальность, конусность, бочкообразность и другие отклонения от правильной геометрической формы.

2.4.5. Сортировка деталей по маршрутам восстановления

Одной из задач дефектации является сортировка деталей, в том числе по маршрутам их восстановления.

Возможны две организационные формы восстановления деталей: подефектная и маршрутная. Подефектную технологию разрабатывают для устранения отдельных повреждений, маршрутную – для устранения реально существующих сочетаний повреждений.

Применение подефектной технологии экономически не оправдано на авторемонтных предприятиях. Организация работ не позволяет восстановить эти детали по единому технологическому процессу. В результате

партия деталей распадается при восстановлении, а учет деталей, трудовых и материальных затрат затрудняется. При этих условиях невозможен запуск в производство больших партий деталей и нецелесообразно применение специализированного оборудования.

Методика определения маршрутов восстановления деталей была разработана проф. К.Т. Кошкиным.

Исследованиями, проведенными проф. К.Т. Кошкиным, было установлено, что дефекты на деталях появляются в определенных повторяющихся сочетаниях, поэтому он предложил технологические процессы восстановления деталей разрабатывать не на устранение каждого дефекта в отдельности, а на определенные сочетания дефектов.

Сочетания дефектов, определяющие технологический процесс восстановления детали, были названы маршрутами восстановления. Технология, составленная на устранение определенного сочетания дефектов, получила название маршрутной технологии.

Каждая деталь может иметь несколько маршрутов восстановления. Эти маршруты определяют путем проведения специальных исследований.

Результаты сортировки деталей на группы годных, негодных и требующих восстановления после статистической обработки большого количества дефектовочных ведомостей позволяют определить очень важные для организации ремонта автомобилей показатели – коэффициенты годности, сменности и восстановления.

Коэффициент годности k_2 определяет долю деталей данного наименования, повторно используется при ремонте агрегата без восстановительных воздействий:

$$k_2 = \frac{n_2}{n_o}, \quad (9)$$

где n_2 – количество годных деталей; n_o – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию.

Коэффициент сменности k_c определяет долю деталей данного наименования, требующих замены при ремонте агрегата:

$$k_c = \frac{n_n}{n_o}, \quad (10)$$

где n_c – количество негодных деталей.

Коэффициент восстановления k_8 определяет долю деталей данного наименования, направленных на восстановление:

$$k_6 = \frac{n_6}{n_0}, \quad (11)$$

где n_6 – количество деталей, требующих восстановления.

Сумма значений указанных коэффициентов равна единице:

$$k_2 + k_c + k_6 = 1. \quad (12)$$

Определив численные значения этих коэффициентов, можно объективно планировать потребность в запасных частях и объем работ по восстановлению деталей.

2.5. Комплектование деталей

2.5.1. Назначение и сущность процесса комплектования деталей

Комплектование – часть производственного процесса, которая выполняется перед сборкой и предназначена для обеспечения непрерывности и повышения производительности процесса сборки, для ритмичного выпуска изделий требуемого и стабильного уровня качества и снижения трудоемкости и стоимости сборочных работ.

При комплектовании выполняют следующий комплекс работ:

- накопление, учет и хранение новых, восстановленных и годных без ремонта деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, подачу заявок на недостающие составные части;
- подбор составных частей сборочного комплекта (группы деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, составляющих то или иное изделие) по номенклатуре и количеству;
- подбор сопряженных деталей по ремонтным размерам, размерным и массовым группам;
- подбор и пригонку деталей в отдельных соединениях;
- доставку сборочных комплектов к постам сборки до начала выполнения сборочных работ.

Различают три способа комплектования деталей: штучный, групповой и смешанный.

При штучном комплектовании к базовой детали подбирают сопрягаемую деталь исходя из величины зазора или натяга, допускаемого техническими условиями. Например, к блоку цилиндров подбирают поршни.

При штучном подборе затрачивается много времени. Этот способ применяют на небольших универсальных ремонтных предприятиях.

При групповом комплектовании поле допусков размеров обеих сопрягаемых деталей разбивают на несколько интервалов, а детали по результатам измерений сортируют в соответствии с этими интервалами на размерные группы. Размерные группы сопрягаемых деталей маркируют цифрами, буквами или красками. Групповое комплектование применяют для подбора ответственных деталей (гильз, поршней, поршневых пальцев, коленчатых валов, плунжерных пар).

При смешанном комплектовании деталей используют оба способа. Ответственные детали комплектуют групповым, а менее ответственные – штучным способом.

Способ комплектования деталей находится в тесной связи со способом обеспечения точности при сборке.

Наряду с тремя основными способами комплектования во избежание несбалансированности некоторые детали подбирают по массе (например, поршни двигателей внутреннего сгорания). Иногда комплектование сопровождается слесарно-подгоночными операциями.

Крупногабаритные детали и сборочные единицы (блок и головка цилиндров, картеры, детали кабины, кузова, рамы и др.) целесообразно доставлять на посты сборки, минуя комплектовочный участок.

При комплектовании на каждое собираемое изделие заполняется комплектовочная карта, в которой указываются: номера цеха, участка, рабочего места, где выполняются сборочные операции; обозначения деталей, сборочных единиц, материалов и комплектующих изделий; номера цехов, участков, складов, откуда поступают комплектующие единицы; количество деталей, материалов и сборочных единиц, подаваемых на рабочие места сборки за смену; норы расхода материалов и комплектующих изделий и др. Кодированная запись указанной информации позволяет применять вычислительную технику при ее обработке.

На комплектовочном участке имеются столы для контроля деталей, стеллажи и шкафы для хранения инструмента и приспособлений, слесарные верстаки, прессы и т.д. Рабочие места рекомендуется специализировать по наименованиям агрегатов, узлов. На них должны быть соответствующие чертежи, таблицы посадок деталей, каталоги деталей, входящих в узлы, обязательно наличие местного освещения.

2.5.2. Методы обеспечения точности сборки

Точность сборки – свойство технологического процесса сборки изделия обеспечивать соответствие действительных значений параметров

изделия значениям, заданным в технической документации. Точность сборки зависит от точности размеров и формы, шероховатости сопрягаемых поверхностей деталей, их взаимного положения при сборке, технического состояния средств технологического оснащения, деформации системы «оборудование – приспособление – инструмент – изделие» в момент выполнения сборки и т.п.

Требуемая точность сборки изделий достигается одним из пяти методов: полной, неполной и групповой взаимозаменяемости, регулирования и пригонки.

Метод полной взаимозаменяемости – метод, при котором требуемая точность сборки достигается путем соединения деталей без их выбора, подбора или изменения размеров. Применение метода полной взаимозаменяемости целесообразно при сборке соединений, состоящих из небольшого количества деталей, так как увеличение числа деталей требует обработки сопряженных поверхностей с меньшими допусками, что не всегда технически достижимо и экономически целесообразно.

Метод неполной взаимозаменяемости – метод, при котором требуемая точность сборки достигается не у всех соединений при сопряжении деталей без их выбора, подбора или изменения размеров, а у заранее обусловленной их части, т. е. определенный процент (или доли процента) соединений не удовлетворяет требованиям точности сборки и требует разборки и повторной сборки.

Метод неполной взаимозаменяемости целесообразен, если дополнительные затраты на выполнение разборочно-сборочных работ меньше затрат на изготовление сопрягаемых деталей с более узкими допусками, обеспечивающими получение требуемой точности сборки у всех соединений.

Метод групповой взаимозаменяемости (так называемый селективный метод) – метод, при котором требуемая точность сборки достигается путем соединения деталей, принадлежащих к одной из размерных групп, на которые они предварительно рассортированы. В пределах каждой группы требуемая точность сборки достигается методом полной взаимозаменяемости. Данный метод обеспечивает высокую точность сборки, однако сопряжен с дополнительной операцией сортировки деталей на размерные группы, необходимостью хранения запасов деталей всех размерных групп и невозможностью использования части деталей, когда сопрягаемые детали неравномерно распределяются по размерным группам.

Метод регулирования – метод, при котором требуемая точность сборки достигается путем изменения размера одной из деталей (или группы деталей) соединения, называемой компенсатором, без снятия слоя материала. Например, требуемая точность осевого зазора (натяга) соедине-

ний с коническими подшипниками качения (дифференциал, главная передача, механизм рулевого управления и др.) обеспечивается изменением толщины неподвижного компенсатора, а точность зазора между торцом клапана и болтом толкателя или коромысла (клапаном-коромыслом) достигается путем изменения положения подвижного компенсатора – регулировочного болта – в осевом направлении.

Метод пригонки – метод, при котором требуемая точность сборки достигается путем изменения размера компенсатора со снятием слоя материала. Например, требуемая точность посадки плунжера в гильзе или клапана в корпусе форсунки, а также герметичность в соединении «клапан – гнездо головки цилиндров» достигается путем притирки.

2.6. Сборка и испытание агрегатов

Сборку агрегатов автомобилей осуществляют из предварительно собранных, отрегулированных и испытанных узлов и деталей с выполнением в полном объеме необходимых регулировочных и контрольных операций, приработки, обкатки и испытаний.

Сборка является завершающей и наиболее ответственной стадией ремонта автомобилей, в которой сходятся результаты всех предшествующих этапов производственного процесса.

Качество сборочных работ влияет на работоспособность отремонтированного автомобиля, на его надежность и долговечность. Объем сборочных работ весьма значителен и составляет 20...40% общей трудоемкости ремонта автомобиля.

2.6.1. Виды сборки

Виды сборки изделий классифицируются по следующим основным признакам: объект сборки, последовательность сборки, точность сборки, уровень механизации и автоматизации процесса сборки, подвижность изделия при сборке, организация производства.

По *объекту сборки* сборка подразделяется на узловую и общую. Примеры узловой сборки – сборка поршня с шатуном и кольцами, коленчатого вала с маховиком и сцеплением, головки цилиндров с клапанными механизмами, жидкостного и масляного насосов; примеры общей сборки – сборка агрегатов из узлов, сборка автомобиля из агрегатов и узлов.

По *последовательности сборки* выделяют последовательную (сборочные операции выполняются одна за другой), параллельную (операции выполняются одновременно) и последовательно-параллельную (операции выполняются и одна за другой, и одновременно).

По уровню механизации и автоматизации процесса сборку разделяют на ручную, механизированную, автоматизированную, автоматическую.

По состоянию объекта сборки выделяют стационарную (неподвижную) и подвижную сборку с непрерывным или периодическим перемещением собираемого изделия между рабочими местами сборки.

По организации производства выделяют типовую поточную, групповую (поточную и непоточную) и единичную как наиболее распространенный вид организации сборки на существующих ремонтных предприятиях.

2.6.2. Виды соединений и технология их сборки

При сборке выделяют следующие группы и виды соединений: по сохранению целостности при разборке – разъемные и неразъемные; по возможности относительного перемещения составных частей – подвижные и неподвижные; по методу образования – резьбовые, прессовые, шлицевые, шпоночные, сварные, клепаные, комбинированные и др.; по форме сопрягаемых поверхностей – цилиндрические, плоские, конические, винтовые, профильные и др. Соединения, содержащие в себе несколько признаков, обозначаются соответствующим сочетанием терминов, например неподвижные разъемные резьбовые соединения, подвижные неразъемные профильные соединения.

Наиболее распространенными соединениями в конструкции автомобилей являются: разъемные подвижные (поршень – цилиндр, вал – подшипник скольжения, плунжер – гильза); зубчатые и шлицевые; разъемные неподвижные (резьбовые, прессовые и шпоночные); неразъемные неподвижные (сварные, паяные, клепаные, клееные); неразъемные подвижные – радиальные шариковые подшипники качения.

Сборка резьбовых соединений. Резьбовые соединения составляют примерно 25...30% от общего количества соединений деталей машин. При сборке резьбовых соединений должны быть обеспечены:

- соосность осей болтов, шпилек, винтов и резьбовых отверстий и необходимая плотность посадки в резьбе;
- отсутствие перекосов торца гайки или головки болта относительно поверхности сопрягаемой детали, так как перекос является основной причиной обрыва винтов и шпилек;
- соблюдение порядка и постоянства усилий затяжки группы гаек (головка цилиндров и др.).

Выбор типа инструмента определяется конструктивными особенностями соединяемых деталей и величиной крутящего момента, требуемого для сборки резьбового соединения.

Крутящий момент, необходимый для затягивания резьбового соединения, определяется

$$M \approx 0,2 \cdot P \cdot d, \quad (13)$$

где P – сила затяжки, Н; d – диаметр резьбы, м.

Сборка прессовых соединений. Качество сборки прессовых соединений формируется под воздействием следующих факторов: значения натяга, материала сопрягаемых деталей, геометрических размеров, формы и шероховатости поверхностей, соосности деталей и прилагаемого усилия запрессовывания, наличия смазки и др.

Применение смазочного материала уменьшает требуемое усилие запрессовки и предохраняет сопрягаемые поверхности от задиров. Качество сборки прессовых соединений определяется также точностью центрирования сопрягаемых деталей (с помощью приспособлений и оправок).

Повышение прочности неподвижных соединений с натягом в 1,5...2,5 раза обеспечивается применением сборки с термовоздействием – нагревом охватывающей и (или) охлаждением охватываемой детали. При этом образуется необходимый сборочный зазор и не требуется приложения осевой силы. Нагрев деталей осуществляется в масляных ваннах, электропечах, индукционных установках. Для охлаждения деталей применяют жидкий азот, сухой лед (твердую углекислоту) в смеси с ацетоном, бензином или спиртом.

При сборке прессовых соединений с натягом необходимо знать технологию запрессовки и величину усилия запрессовки, так как в зависимости от его величины подбирается необходимое оборудование.

Для сборки прессовых соединений используются универсальные винтовые и гидравлические прессы.

Сборка зубчатых передач. Зубчатые колеса насаживают на посадочные шейки валов с небольшим зазором или натягом вручную или при помощи специальных приспособлений. Процесс сборки зубчатых передач заключается в установке и закреплении их на валу, проверке и регулировке этих передач.

Для правильного зацепления зубчатых цилиндрических колес необходимо, чтобы оси валов лежали в одной плоскости и были параллельны. Их выверка производится регулированием положения гнезд под подшипники в корпусе. После установки зубчатые колеса проверяют по зазору, зацеплению и контакту.

Сборка шлицевых соединений. В шлицевых соединениях центрирование детали может производиться по наружному диаметру выступов вала или по внутреннему диаметру впадин вала и боковым сторонам шлицев.

При центрировании детали по наружному диаметру выступов вала последний шлифуют по наружному диаметру шлицев, а отверстие протягивают.

При центрировании детали по внутреннему диаметру впадин вала шлифуют отверстие детали. Это шлицевое соединение наиболее дорогое в изготовлении.

Центрирование детали только по боковым сторонам применяется в том случае, если на валу более 10 шлицев. На автомобилях чаще всего применяется первый тип шлицевого соединения.

После сборки шлицевого соединения детали (в частности, шестерни) нужно проверить на биение. Проверку выполняют на поверочной плите, устанавливая вал в центры или на тризмы. Проверка на биение производится при помощи индикатора.

При подвижной посадке шестерни на шлицевом валу шестерня должна свободно перемещаться по валу без заедания и в то же время не качаться.

Сборка конусных соединений. При сборке конусных соединений особое внимание нужно обращать на прилегание конусных поверхностей. Для этого конусные поверхности ответственных деталей разворачивают или притирают при помощи притирочных паст. Проверку притирки производят по цвету притираемых поверхностей (поверхность должна быть ровной и матовой) или по краске.

Чтобы конусное соединение работало правильно, оно должно иметь натяг. Без натяга конусное соединение быстро разрабатывается.

Сборка шпоночных соединений. В конструкции автомобиля широко применяются два вида шпоночных соединений – с призматической (обыкновенной) и сегментной шпонкой.

При сборке шпоночных соединений обоих видов особое внимание должно быть уделено подгонке шпонок по торцам и зазору по наружной стороне шпонки. Так как через торцы шпонок обычно передаются крутящие моменты от одной детали к другой, они должны быть очень точно пригнаны по шпоночному пазу сопряженной детали. При неточной пригонке резко возрастает удельное давление в шпоночном соединении и торцы шпонки и шпоночные пазы сминаются. В шпоночном соединении образуется постепенно увеличивающийся зазор, и это разбивает соединение.

Сборка деталей с подшипниками качения. Во всех машинах и механизмах применяются подшипники качения и скольжения.

При запрессовке подшипника качения размер его колец изменяется: диаметр внутреннего кольца увеличивается, а наружного кольца умень-

шается. Эти изменения вызывают уменьшение диаметрального зазора между рабочими поверхностями колец и шариков.

Внутреннее кольцо подшипника, сопряженное с цапфой вала, должно иметь посадку с натягом, а наружное – по скользящей посадке так, чтобы кольцо имело возможность во время работы незначительно провертываться.

При установке в узле двух или нескольких подшипников необходимо обеспечить само центрирование неподвижных колец в радиальном и осевом направлениях. Это позволит компенсировать возможные неточности обработки, сборки и температурных деформаций базовых деталей. Несоблюдение этого правила может привести к перекосам подшипников и заклиниванию шариков.

При запрессовке подшипников качения с помощью оправок необходимо, чтобы усилие запрессовки передавалось непосредственно на торец соответствующего кольца: внутреннего – при напрессовке на вал, наружного – при запрессовке в корпус и на оба торца колец, если подшипники одновременно напрессовываются на вал и входят в корпус.

Регулировка радиального зазора в коническом роликовом подшипнике производится смещением наружного или внутреннего кольца в осевом направлении регулировочным винтом или гайкой или путем подбора соответствующего комплекса прокладок. Срок службы подшипников качения зависит в значительной мере от степени предохранения их от грязи и пыли. Поэтому после сборки устанавливают прокладки, задерживающие смазку и предохраняющие подшипник от попадания в рабочую зону пыли и влаги.

Широкое распространение в авторемонтном производстве находят сварные, паяные и заклепочные соединения. Они применяются в основном, когда необходимо упростить сборку, особенно в тех случаях, когда затруднен доступ к одной из соединяемых деталей.

2.6.3. Сборка агрегатов

Сборка двигателя. На специально оборудованных рабочих местах собирают следующие составные части двигателя: поршень с шатуном, головку цилиндров, коленчатый вал с маховиком и сцеплением, масляный и жидкостный насосы и др. Общая сборка двигателя обычно производится на поточной линии.

На автозаводах некоторые сопряженные детали двигателя (блок цилиндров – крышки коренных подшипников, блок цилиндров – картер сцепления и др.) обработаны совместно, поэтому в процессе ремонта их нужно сохранять комплектно.

Для обеспечения качественной сборки двигателей рекомендуется все детали перед сборкой продуть сжатым воздухом, трущиеся поверхности тщательно протереть, промыть, смазать маслом.

Сопряжения кривошипно-шатунного механизма имеют весьма жесткие допуски посадок и должны обеспечивать необходимую герметичность.

Для обеспечения качественной сборки шатунно-поршневой группы целесообразно организовать на линии сборки двигателей два рабочих места: первый – для подбора поршней по цилиндрам, второй – для сборки группы. Цилиндры блока после механической обработки, мойки и тщательной очистки сортируют на размерные группы и маркируют. Поршни (одной массовой группы) подбирают по цилиндрам, согласовывая размерную группу поршня с размерной группой каждого цилиндра. На посту сборки группы по подобранному комплекту поршней подбирают комплект поршневых пальцев по размерным группам отверстий в бобышках и затем по поршневым пальцам подбирают комплект шатунов (одной массовой группы) соответствующих размерных групп отверстий в верхней головке. После сборки группы следует проверить правильность взаимного положения образующей поверхности юбки поршня и отверстия в верхней головке шатуна. Перед установкой поршневых колец на поршень сначала проверяют их посадку в канавках, а затем подгоняют по цилиндрам, исходя из величины зазора в стыке (замке).

Окончательную затяжку резьбовых соединений выполняют с требуемым моментом и в соответствующей последовательности.

После окончательной затяжки гаек коренных подшипников коленчатый вал должен свободно проворачиваться. Если вал туго проворачивается за маховик, это свидетельствует о малых зазорах, несоосности постелей, изгибе вала или дефектах сборки. После сборки двигатель направляют на приработку и испытания.

Сборка коробки передач. Технологический процесс сборки коробки передач состоит из сборки отдельных узлов, выполняемой на специальных рабочих местах, и общей сборки, осуществляемой обычно на поточной линии.

На специально оборудованных рабочих местах вне линии общей сборки собирают следующие основные узлы: первичный вал, промежуточный вал, вторичный вал, крышку коробки передач, механизм управления. При установке узлов в картер обращают особое внимание на правильность монтажа подшипников, посадок в сопряжениях, служащих для переключения передач, а также на обеспечение требуемого бокового зазора между зубьями шестерен и осевые зазоры блока шестерен промежуточного вала, шестерен ведомого вала и блокирующих колец синхронизато-

ров. Шестерни ведомого вала и синхронизаторы должны перемещаться вдоль шлицев свободно, без заеданий. Собранные коробки передач направляют на испытания.

Сборка заднего моста. Процесс сборки заднего моста включает сборку узлов: картера заднего моста с трубами полуосей, сальниками и пробками; ведущей конической шестерни с картером подшипников; дифференциала с ведомой цилиндрической (конической) шестерней; ведомой конической шестерни с валом ведущей цилиндрической (конической) шестерни; редуктора; ступицы с тормозным барабаном; опорного диска заднего тормоза; регулировочного рычага и колесного цилиндра.

Особое внимание при сборке уделяется коническим шестерням гипоидной передачи. Качество их зацепления определяется величиной бокового зазора между зубьями, уровнем шума, величиной и расположением пятна контакта. Низкое качество сборки резко снижает работоспособность этой передачи вследствие появления задиров и усиливает шум.

Величина бокового зазора гипоидной пары должна находиться в пределах 0,12...0,35 мм. Зазор между зубьями измеряют щупом у широкой части зуба не менее чем для трех зубьев ведомой шестерни.

Для нормальной установки зубьев по пятну контакта закрепляют стакан в сборе с ведущей конической шестерней на картере редуктора и наносят тонким слоем масляную краску на рабочие поверхности зубьев ведомой конической шестерни. После этого поворачивают вал ведущей конической шестерни в разные стороны, притормаживая ведомую шестерню. Если положение пятна контакта неправильное, необходимо произвести регулировку зацепления перемещением ведущей и ведомой шестерен в осевом направлении, используя соответствующие наборы прокладок. Перемещение ведущей конической шестерни осуществляется изменением толщины прокладок, установленных между фланцами картера вала ведущей шестерни и картером редуктора. Ведомая шестерня перемещается за счет перекалывания прокладок из-под фланцев одной крышки картера редуктора под фланец другой крышки без изменения их общей толщины, чтобы не нарушить регулировку подшипников вала ведущей цилиндрической шестерни.

Уровень шума должен быть в пределах допустимых норм: для легковых автомобилей – не более 50 дБ, а для грузовых автомобилей – не более 80 дБ. Для создания предварительного натяга конических подшипников вала ведущей конической шестерни применяют набор регулировочных шайб, устанавливаемых между торцами внутреннего кольца подшипника и распорной втулки.

При сборке дифференциала коробки сателлитов ориентируют относительно друг друга, контролируют биение тыльной части ведомой кони-

ческой шестерни, боковой зазор в зацеплении зубьев шестерен полуосей и сателлитов и плавность вращения шестерен полуосей.

Сборка карданной передачи. Процесс сборки осуществляется из предварительно собранных узлов – карданных валов, промежуточной опоры шарниров. Детали карданной передачи перед сборкой должны быть промыты и обдуть сжатым воздухом, а игольчатые подшипники смазаны жидкой смазкой. Смазочные каналы крестовин должны быть прочищены и в их отверстия ввернуты предохранительные клапаны. При сборке карданной передачи необходимо следить за тем, чтобы фланцы вилок у коробки передач и заднего моста находились во взаимно перпендикулярных плоскостях.

При сборке карданных передач контролируют осевой люфт крестовин, легкость вращения подшипника опоры, перемещение скользящей вилки и суммарный окружной люфт карданных валов.

Проверяют прогиб трубы вала. Собранные карданные валы подвергают балансировке.

Сборка рулевого управления. Процесс сборки рулевого управления с гидроусилителем включает сборку следующих узлов: рулевого механизма с гидроусилителем, насоса гидроусилителя, карданного вала, колонки. Перед сборкой все детали необходимо тщательно промыть и просушить. При сборке необходимо смазывать детали маслом, применяемым для гидроусилителя. После сборки рулевого механизма контролируют момент вращения рулевого винта (он должен быть не более 500 Н·м), эффективность и величину усилия реактивных пружин на всем пути перемещения поршня-рейки. Момент вращения вала рулевого управления должен быть равен 0,3...0,8 Н·м, что соответствует усилию 1,2...3,2 Н, приложенному на радиусе рулевого колеса 240 мм.

При сборке насоса гидроусилителя предварительно подбирают лопасти насоса по пазам ротора и золотник по отверстию в крышке, испытывают и регулируют клапаны.

2.6.4. Приработка и испытание агрегатов

Приработка и испытание являются завершающей операцией в технологическом процессе ремонта агрегатов. К основным задачам, решаемым в процессе приработки и испытаний, следует отнести: подготовку агрегата к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявление возможных дефектов, связанных с качеством восстановления деталей и сборки агрегатов, а также проверку характеристик агрегатов в соответствии с требованиями технических условий или другой нормативной документации.

Под приработкой понимается совокупность мероприятий, направленных на изменение состояния сопряженных поверхностей трения с целью повышения их износостойкости. В процессе приработки изменяются микрогеометрия и микротвердость поверхностей трения, сглаживаются отклонения от правильной геометрической формы. Установлено, что в первый период приработки происходит интенсивное выравнивание шероховатостей, объясняющее интенсивное изнашивание и резкое падение потерь на трение. Процесс снятия микронеровностей обычно продолжается десятки минут, а макрогеометрическая приработка заканчивается через 30...40 ч.

Под испытанием понимают экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при его функционировании.

По результатам испытаний составляется протокол испытаний, который содержит необходимые сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, результаты испытаний, а также заключение по результатам испытаний.

Отремонтированные агрегаты проходят приемочные, контрольные, приемо-сдаточные и эксплуатационные испытания. Приемочные испытания проводят в случае освоения ремонта новой модели автомобиля или использования в отремонтированном агрегате деталей, восстановленных новым методом. Контрольные испытания проходят все отремонтированные двигатели после приработки. В ходе контрольных испытаний (они, как правило, совмещены с приработкой) проверяется, нет ли резких стуков и шумов, выделяющихся из общего шума работы двигателя, выбрасывания или течи масла, воды или топлива, пропуска отработавших газов в местах соединений, подсоса воздуха через прокладки впускной трубы и карбюратора. Приемо-сдаточные испытания проходят все отремонтированные двигатели после приработки. Целью приемо-сдаточных испытаний является оценка качества сборки, а также качества приработки сопряжений двигателя.

Если в процессе приработки и испытания обнаруживают неполадки, то агрегат отправляют на устранение дефектов, а затем повторно испытывают.

Приработка и испытание двигателей обычно включают следующие стадии: холодную приработку, когда коленчатый вал двигателя принудительно приводится во вращение от постоянного источника энергии; горячую приработку без нагрузки, горячую приработку под нагрузкой (обе – при работающем двигателе).

Завершают приработку снятием контрольной точки характеристики двигателя по эффективной мощности на тормозном стенде. При этом в

процессе испытания на стенде выявляются дефекты двигателя, подлежащие устранению.

Приработка на стенде является завершающим этапом ремонта двигателя.

Целью испытаний коробок передач является проверка качества восстановления отдельных деталей и в целом качества сборки. Испытания проводят как под нагрузкой, так и без нагрузки. Сначала испытывают без нагрузки на всех передачах при частоте вращения первичного вала $900...1000 \text{ мин}^{-1}$, затем при $1400...1500 \text{ мин}^{-1}$.

Продолжительность испытания определяется временем, необходимым для прослушивания работы коробки передач и выявления дефектов. При тех же частотах испытывают на каждой передаче по 2...3 мин и под нагрузкой $100...150 \text{ Н}\cdot\text{м}$ на первичном валу. В ходе испытаний проверяют, нет ли подтеканий масла, самопроизвольного выключения передач, повышенного шума, ударов, стуков.

Для испытания коробок передач применяют стенды различной конструкции: электромагнитные, с асинхронным электродвигателем, с нагрузкой внутренними силами и с гидравлическим тормозом.

Отремонтированные задние мосты испытывают с нагрузкой и без нагрузки, как правило, на стендах с асинхронными электродвигателями. Целью испытаний является выявление шумов высокого тона, для чего проводят испытания без нагрузки с частотой вращения ведущей конической шестерни $900...1500 \text{ мин}^{-1}$ и под нагрузкой 10 кВт в течение $10...15 \text{ мин}$ с частотой вращения $900...1500 \text{ мин}^{-1}$. При испытаниях регулируют тормозные механизмы и проверяют работу главной передачи и дифференциала. При испытаниях не допускается нагрев редуктора и ступиц колес.

2.7. Общая сборка, испытание и выдача автомобилей из ремонта

2.7.1. Организация сборки автомобилей

Непоточная сборка характеризуется выполнением сборочных операций на постоянном рабочем месте, к которому подаются все детали и узлы собираемого автомобиля. Непоточная сборка может выполняться по принципу концентрации и дифференциации операций.

При концентрации сборочных операций автомобиль собирается на одном рабочем (сборочном) месте. При такой организации сборки необходимо иметь сборщиков высокой квалификации и сборка требует продолжительного времени.

При дифференциации операций сборка выполняется параллельно на нескольких рабочих местах.

Поточная сборка осуществляется при принудительном передвижении собираемого автомобиля. Автомобиль перемещается конвейером, на котором производится процесс сборки.

Движение конвейера (непрерывное или периодическое) принимается в зависимости от размера производственной программы, такта выпуска, сложности сборочных операций и других технологических факторов.

Отрезок времени между выходом со сборки двух готовых автомобилей называется тактом сборки.

Сборка грузового автомобиля осуществляется в определенной последовательности и заключается в установке на базовую сборочную единицу (раму) собранных агрегатов и узлов: переднего и заднего мостов, карданной передачи, рулевого управления, двигателя в сборе с коробкой передач, радиатора, кабины, колес и остальных узлов, механизмов и деталей. В процессе сборки выполняются необходимые регулировочные работы.

2.7.2. Механизация сборочных работ

Выбор средств механизации сборочных работ зависит от количества собираемых автомобилей, а также от требуемой точности сборки. Наибольшая производительность и точность соединения деталей достигаются с помощью различных механизированных инструментов и приспособлений. По принципу действия механизированный инструмент с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводом делится на следующие группы:

- ударного действия – клепальные молотки, шиберы, кернеры;
- вращательного действия – дрели, шлифовальные машины, гайковерты, отвертки.

Приспособления, применяемые при сборке, подразделяются на следующие виды:

- для установки и соединения деталей – подставки с призмами для установки деталей на валы, поворотные столы для монтажа деталей и др.;
- для напрессовки на валы зубчатых колес, шкивов, подшипников и т.д.;
- контрольные приспособления и стенды для проверки качества сборки и определения действительных эксплуатационных характеристик сборочного узла или автомобиля.

В качестве подъемно-транспортных средств для обеспечения сборочного процесса используются электрические и гидравлические подъем-

ники, мостовые краны, однобалочные мостовые краны (кран-балки), поворотные консольные краны, однорельсовые подвесные пути (монорельсы), оборудованные электрическими таями. Транспортировка деталей и узлов осуществляется с помощью электрокаров, электропогрузчиков, рельсовых и безрельсовых тележек, пластинчатых конвейеров (рольгангов), подвесных конвейеров. Для общей сборки автомобилей обычно используются грузоведущие конвейеры.

Рабочие места сборщиков располагают в порядке последовательности операций технологического процесса сборки. При выполнении сборочных работ должны соблюдаться правила техники безопасности.

Сборка должна производиться на специальных стендах или приспособлениях, обеспечивающих устойчивое положение собираемого изделия или сборочной единицы. Инструмент, используемый для сборочных работ, должен находиться в исправном состоянии и соответствовать своему назначению.

Электрические и пневматические инструменты перед началом работы необходимо опробовать вхолостую для проверки их исправности. Электрические провода и шланги пневмоинструмента не должны быть натянуты.

2.7.3. Испытание и выдача автомобилей из ремонта

После сборки автомобиль поступает на контроль и испытание. Контроль и испытание автомобиля проводят для проверки комплектности, качества сборочных, регулировочных и крепежных работ, проверки работы и технического состояния всех агрегатов, механизмов и приборов, дополнительной регулировки, а также для выявления соответствия технических показателей требуемым техническим условиям. Испытания проводят на стенде с беговыми барабанами. Стенд позволяет проверить работу двигателя, агрегатов трансмиссии и ходовой части, а также оценить основные эксплуатационно-технические качества автомобиля (мощность двигателя, тяговое усилие на ведущих колесах, расход топлива на различных скоростных и нагрузочных режимах, путь и время разгона до заданной скорости, потери мощности на трение в агрегатах и ходовой части, наибольший допустимый тормозной путь с определенной скоростью), проверить и отрегулировать установку углов управляемых колес и т.д. Все выявленные при испытании неисправности необходимо устранить.

В дополнение к стендовым испытаниям каждый грузовой автомобиль после капитального ремонта должен пройти испытание пробегом на расстояние 30 км с нагрузкой, равной 75% номинальной грузоподъемности, при скорости не более 30 км/ч для проверки на управляемость, а так-

же для дополнительного определения соответствия технического состояния автомобиля требуемым техническим нормам на различных режимах работы и в различных дорожных условиях. При пробеге проверяют также исправность и надежность работы всех систем, механизмов и соединений. После испытания пробегом автомобиль тщательно осматривают. Все выявленные пробегом и осмотром дефекты устраняют. При отсутствии дефектов (или после их устранения) автомобиль поступает на окончательную окраску, а затем на склад готовой продукции.

Качество отремонтированных автомобилей должно соответствовать техническим условиям на сдачу в КР и выдачу из ремонта автомобилей, их агрегатов и узлов. На каждый выпускаемый из ремонта автомобиль заказчику выдается паспорт этого автомобиля, в котором фиксируется комплектность, техническое состояние и соответствие отремонтированного автомобиля техническим условиям. Технические условия устанавливают гарантированную исправную работу автомобиля в течение определенного времени и до определенного пробега за этот период.

В настоящее время установлен гарантийный срок эксплуатации автомобилей 12 мес. со дня выдачи из ремонта при пробегах (для первой категории эксплуатации): не более 20 тыс. км – автобусами; не более 16 тыс. км – прочими автомобилями всех видов и назначений.

Гарантийный срок хранения отремонтированных составных частей автомобилей – 12 мес. с момента выдачи из ремонта при условии соблюдения правил эксплуатации.

При выпуске автомобиля из КР к нему прилагаются следующие документы:

- паспорт автомобиля с отметкой АРП о произведенном ремонте, указанием даты выпуска из ремонта, новых номеров шасси и двигателя, а также основного цвета окраски;

- инструкция по эксплуатации с указанием особенностей эксплуатации отремонтированных автомобилей в обкаточный и гарантийный периоды, а также периодов и организации устранения дефектов в гарантийный период.

При выпуске двигателя из КР к нему прилагаются: паспорт, инструкция по эксплуатации с указанием особенностей установки и эксплуатации двигателя в обкаточный и гарантийный периоды.

Выпуск из КР автомобилей, их составных частей и деталей (комплектов деталей) оформляется приемо-сдаточным актом.

Контрольные вопросы и задания

1. Как производится прием автомобилей и агрегатов в ремонт?
2. Какие требования предъявляются к автомобилям и агрегатам, сдаваемым в ремонт?
3. Какова роль разборочно-моечных работ в обеспечении качества ремонта объектов?
4. В процессе работы в двигателях появляются загрязнения: нагар, лаковые отложения, осадки, накипь. Расскажите о них подробнее.
5. Очистка деталей от нагара, накипи, коррозии и старой краски производится механическим, термохимическим и комбинированными способами. Опишите их.
6. Опишите подробнее следующие средства для разборки: технологическое оборудование, технологическую оснастку, приспособления, инструмент.
7. Как определить крутящий момент отвертывания гаек и болтов?
8. Как производится контроль и сортировка деталей?
9. Какие технические группы деталей образуются в результате их контроля и сортировки?
10. В чем заключается процесс дефектации деталей и узлов?
11. При контроле скрытых дефектов применяют опрессовку, магнитно-порошковую дефектоскопию, ультразвуковой и люминесцентный (флуоресцентный) методы, а также метод красок. Расскажите об этих методах.
12. В чем заключается статическая балансировка деталей?
13. В чем состоит динамическая балансировка деталей и узлов?
14. Какие процедуры должен пройти автомобиль перед выпуском его из капитального ремонта?

3. СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЕЙ

3.1. Классификация способов восстановления деталей

Большое количество деталей автомобилей и агрегатов, поступающих в КР, в результате износа, усталости материала, механических и коррозионных повреждений утрачивает свою работоспособность. Однако лишь некоторые из этих деталей – наиболее простые и недорогие в изготовлении – утрачивают работоспособность полностью и требуют замены. Большинство деталей имеет остаточный ресурс и может быть использовано повторно после проведения сравнительно небольшого объема работ по их восстановлению.

В среднем около 20% деталей утильных, 25 – 40% годных, а остальные 40 – 55% можно восстановить. Если сравнивать с изготовлением новых деталей, технологии восстановления деталей относятся к разряду наиболее ресурсосберегающих (сокращаются затраты на 70%). Средние затраты на материалы при восстановлении составляют 6,6% от общей себестоимости, а при изготовлении деталей – 38%. По сравнению с изготовлением новых деталей для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 5 – 8 раз меньше технологических операций.

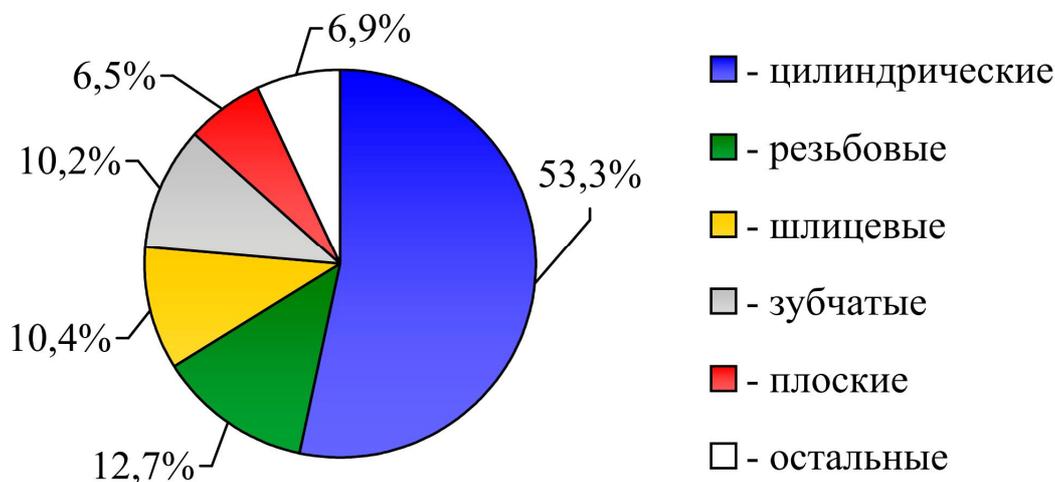


Рис. 17. Доля восстанавливаемых поверхностей

При износе не более 0,3 мм примерно 85% деталей возможно подвергнуть восстановлению, т.е. при нанесении покрытия незначительной толщины их работоспособность восстанавливается. Деталь становится возможно использовать неоднократно. Многократно использовать деталь дает возможность нанесение металла на несущие поверхности с дальнейшей их механической обработкой.



Рис. 18. Классификация способов восстановления деталей

Доля восстанавливаемых поверхностей представлена на рис. 17.

На рис. 18 приведена классификация способов восстановления деталей, которые нашли применение в ремонтном производстве и обеспечивают необходимые эксплуатационные характеристики деталей.

3.2. Восстановление деталей слесарно-механической обработкой

3.2.1. Обработка деталей под ремонтный размер

Если термически обработанный поверхностный слой детали при механической обработке детали во время изменения ее размера не будет утрачен, то обработка поверхностей детали под ремонтный размер может считаться эффективной. Дефекты поверхности у дорогостоящей детали соединения ликвидируются механической обработкой до заданного ремонтного размера (к примеру, шейки коленчатого вала), а другую (более простую и менее дорогостоящую деталь) замещают новой надлежащего размера (вкладыши). При этом поверхности детали, образующие посадку, будут обладать размерами, отличными от первоначальных, а соединению будет придана первоначальная посадка (зазор или натяг). При сохранении качества исправленных блоков цилиндров и шатунов использование вкладышей ремонтного размера (увеличенных на 0,5 мм) даст возможность уменьшить трудоемкость и цену ремонта.

Завод-изготовитель определяет ремонтные размеры детали и допуски на них.

Восстановление деталей под ремонтные размеры характеризуется:

- простотой и доступностью;
- малой трудоемкостью (в 1,5 – 2,0 раза меньше, чем при сварке и наплавке);
- значительной экономической эффективностью;
- сохранением взаимозаменяемости деталей в пределах ремонтного размера.

Недостатки способа восстановления деталей под ремонтные размеры:

- увеличение номенклатуры запасных частей;
- усложнение организации процессов хранения деталей на складе;
- усложнение комплектования и сборки.

Очередной ремонтный размер (рис. 19) для вала (знак «←») и отверстия (знак «+») определяют по формуле

$$D_i = D_n \pm 2 \cdot i \cdot (\beta \cdot I_{\max} + Z), \quad (14)$$

где D_i – i -й ремонтный размер, мм; D_H – номинальный размер, мм; i – номер ремонтного размера; β – коэффициент неравномерности износа; I_{\max} – максимальный односторонний износ, мм; Z – припуск на механическую обработку на сторону, мм.

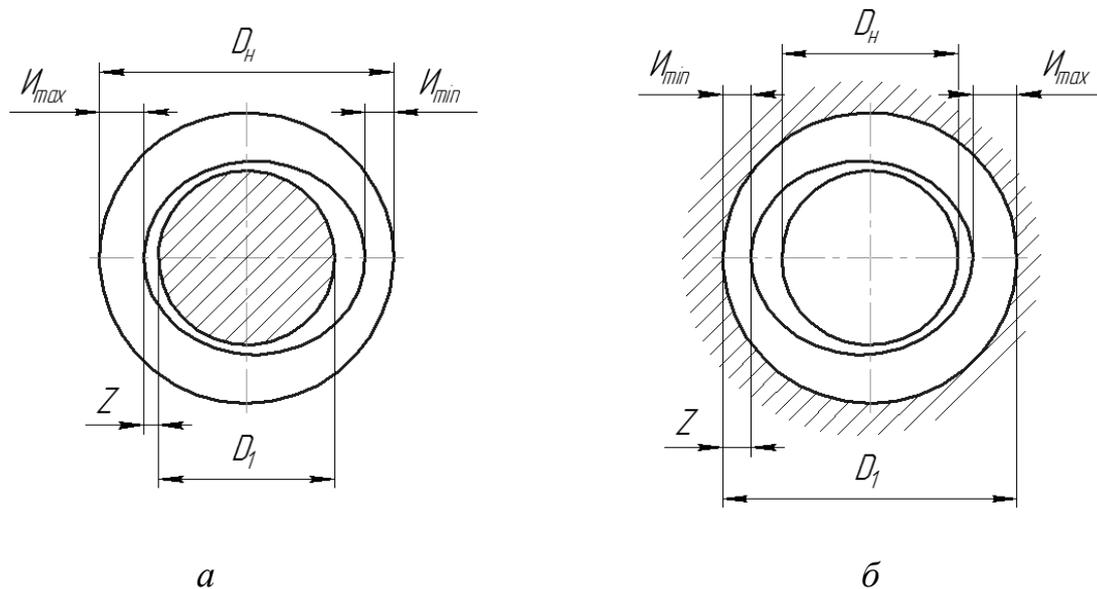


Рис. 19. Схема к расчету ремонтных размеров: a – для вала; b – для отверстия

$$\beta = \frac{I_{\max}}{I_{\max} - I_{\min}}, \quad (15)$$

где I_{\min} – минимальный односторонний износ, мм.

Число ремонтных размеров:

- для вала
$$n = \frac{D_H - D_{\min}}{\gamma}; \quad (16)$$

- для отверстия
$$n = \frac{D_{\max} - D_H}{\gamma}, \quad (17)$$

где D_{\min} , D_{\max} – соответственно минимально допустимый диаметр для вала и максимально допустимый диаметр для отверстия, определяемые из условия прочности или нарушения толщины термообработанного слоя; γ – ремонтный интервал,

$$\gamma = 2 \cdot (\beta \cdot I_{\max} + Z). \quad (18)$$

Ремонтный интервал зависит:

– от величины износа поверхности детали за межремонтный пробег автомобиля;

– от припуска на механическую обработку.

Соответствующими руководствами по ремонту и техническими условиями должны быть регламентированы значения ремонтных интервалов.

3.2.2. Постановка дополнительной ремонтной детали

Для восстановления резьбовых и гладких отверстий в корпусных деталях, шеек валов и осей, зубчатых зацеплений, изношенных плоскостей применяют способ дополнительных ремонтных деталей (ДРД).

Изношенная поверхность при восстановлении детали обрабатывается под больший (отверстие) или меньший (вал) размер и на нее устанавливается специально изготовленная ДРД: свертыш, втулка, насадка, компенсирующая шайба или планка (рис. 20).

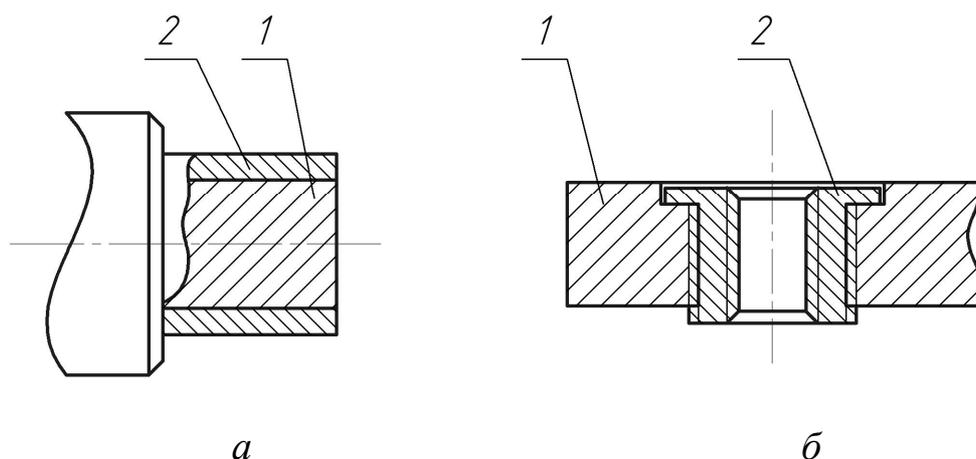


Рис. 20. Восстановление изношенных шеек цапф (а), резьб (б) постановкой дополнительных деталей: 1 – изношенная деталь; 2 – дополнительная деталь

Крепление ДРД на основной детали производится напрессовкой с гарантированным натягом, приваркой, стопорными винтами, клеевыми композициями, на резьбе. При выборе материала для дополнительных деталей следует учитывать условия их работы и обеспечивать срок службы до очередного ремонта. После установки рабочие поверхности дополнительных деталей обрабатываются под номинальный размер с соблюдением требуемой точности и шероховатости.

3.3. Восстановление деталей пластическим деформированием

Способ пластического деформирования основан на способности деталей изменять форму и размеры без разрушения путем перераспределения металла под давлением, т.е. основан на использовании пластических свойств металла деталей. Особенность способа – это перемещение металла с нерабочих поверхностей детали на изношенные рабочие поверхности при постоянстве ее объема. Пластическому деформированию могут подвергаться детали в холодном или нагретом состоянии в специальных приспособлениях на прессах.

Классификация способов восстановления деталей пластической деформацией представлена на рис. 21.

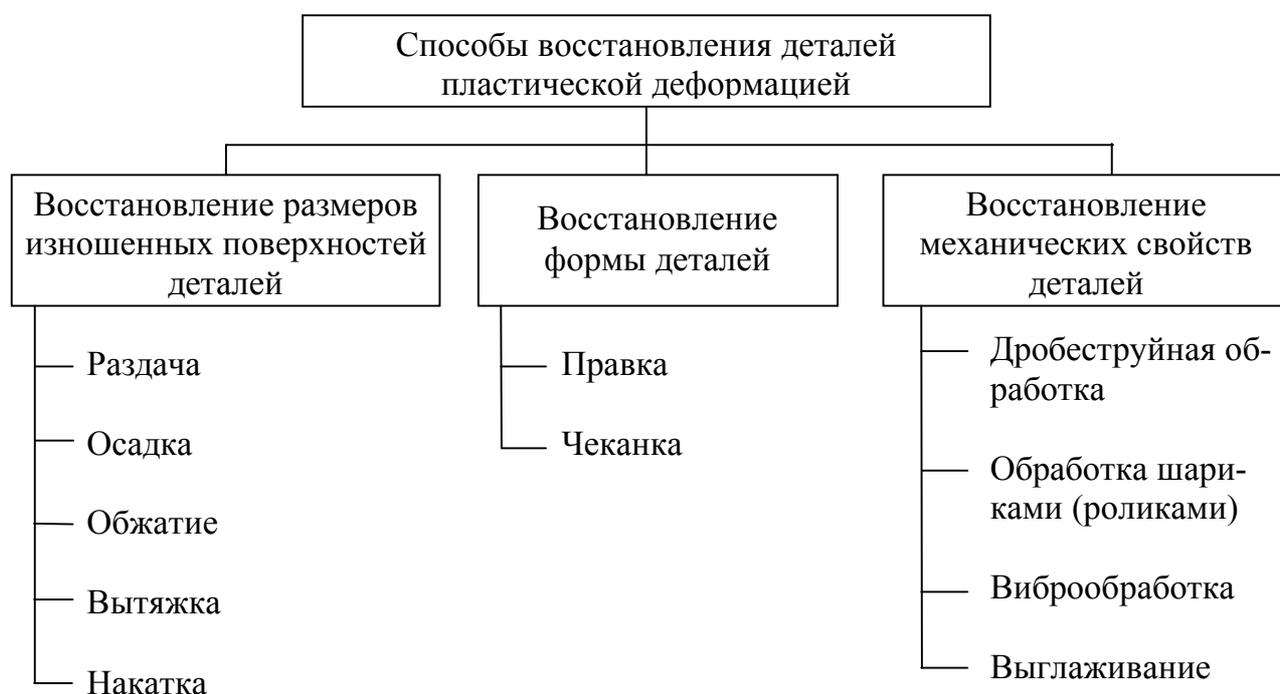


Рис. 21. Классификация способов восстановления деталей пластической деформацией

Процесс восстановления размеров деталей состоит из операций:

— подготовка – отжиг или отпуск обрабатываемой поверхности перед холодным или нагрев их перед горячим деформированием;

— деформирование – осадка, раздача, обжатие, вытяжка, правка, электромеханическая обработка и др.;

— обработка после деформирования – механическая обработка восстановленных поверхностей до требуемых размеров и при необходимости термическая обработка;

— контроль качества.

3.3.1. Восстановление размеров изношенных поверхностей деталей

Раздачу (рис. 22, *а*) применяют для увеличения наружного диаметра пустотелых деталей (втулки, поршневые пальцы) при практически неизменяемой ее высоте. Изменение наружного диаметра детали происходит за счет увеличения ее внутреннего диаметра. При раздаче через отверстие детали продавливают шарик (рис. 22, *б*) или специальную оправку (рис. 22, *в*). На увеличение диаметра влияют материал детали, температура раздачи, величина износа и размеры. При этом возможны укорочение детали и появление в ней трещин.

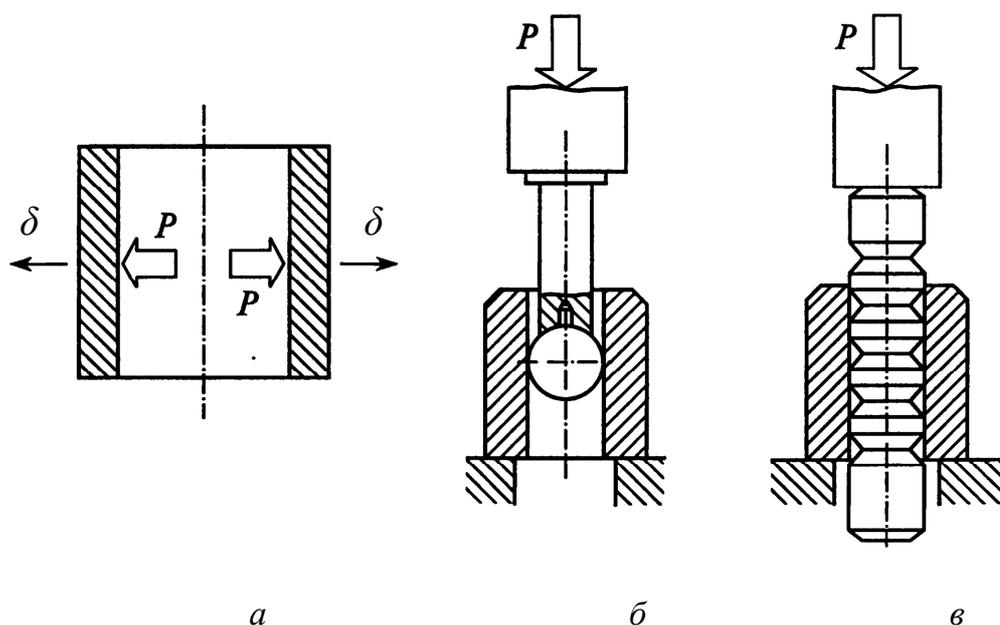


Рис. 22. Пластическое деформирование раздачей: *а* – принципиальная схема; *б* – объемная раздача шариком; *в* – объемная раздача оправкой

Осадку (рис. 23, *а*) используют для увеличения наружного диаметра сплошных и полых деталей, а также для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет сокращения их высоты (бронзовые втулки и др.). Допускается уменьшение высоты втулок на 8 – 10%.

При осадке направление действия внешней силы P перпендикулярно к направлению деформации δ . Для сохранения формы отверстий, канавок и прорезей перед осадкой в них вставляют стальные вставки. Осадку втулок из цветных металлов производят в специальных приспособлениях гидравлическими прессами (рис. 23, *б*). В специальных штампах при нагреве до температурыковки осадкой восстанавливают шейки, расположенные на концах стальных валов.

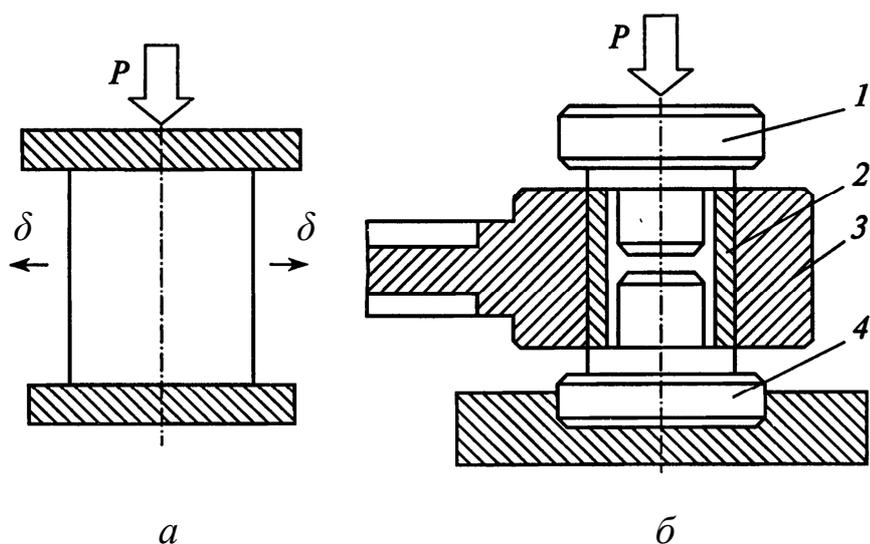


Рис. 23. Пластическое деформирование осадкой: *a* – принципиальная схема; *б* – осадка давлением втулки верхней головки шатуна; 1, 4 – оправки; 2 – втулка; 3 – шатун

Обжатием (рис. 24, *a*) восстанавливают детали с изношенными внутренними поверхностями за счет уменьшения наружных размеров, которые не имеют для них значения (корпуса насосов гидросистем, проушины рычагов, вилок). Обжатие осуществляют в холодном состоянии под прессом в специальном приспособлении (рис. 24, *б*). Втулку проталкивают через матрицу, которая имеет сужающее входное отверстие под углом $7 - 8^\circ$, калибрующую часть и выходное отверстие, расширяющееся под углом $18 - 20^\circ$. Калибрующая часть матрицы позволяет уменьшить внутренний диаметр детали на величину износа с учетом припуска на развертывание до требуемого размера. Наружный размер восстанавливают одним из способов наращивания.

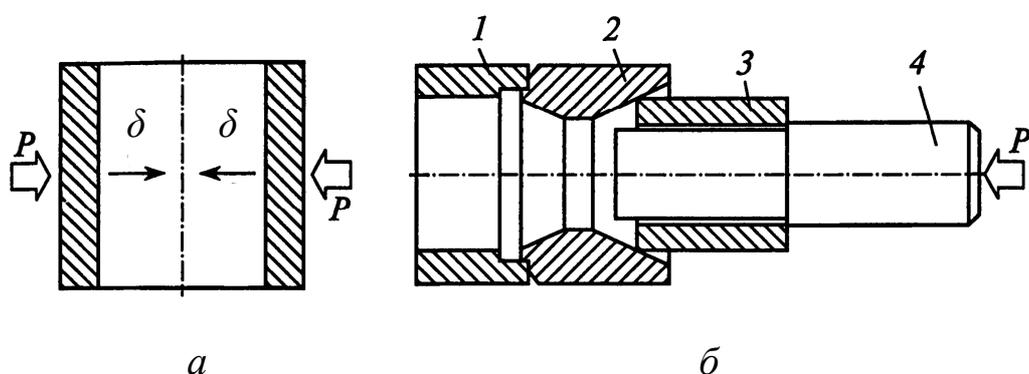


Рис. 24. Пластическое деформирование обжатием: *a* – принципиальная схема; *б* – приспособление для обжатия втулок; 1 – опорная втулка; 2 – матрица; 3 – восстанавливаемая втулка; 4 – оправка

Вытяжка (рис. 25) применяется для увеличения длины детали за счет местного сужения ее поперечного сечения на небольшом участке. Вытяжку применяют для удлинения на небольшую величину различных тяг, рычагов, стержней в горячем состоянии. Технологический процесс вытягивания включает: нагрев, ударное (на молотах) или статическое деформирование (на прессах), термическую и механическую обработку.

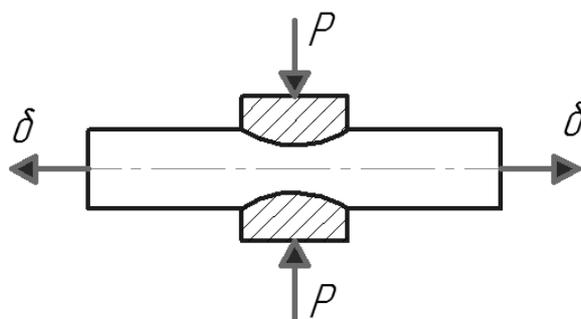


Рис. 25. Пластическое деформирование вытяжкой

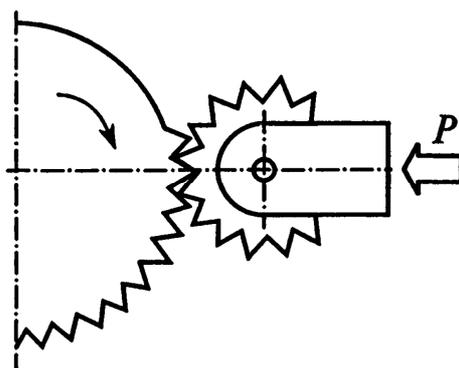


Рис. 26. Принципиальная схема
пластического деформирования накаткой

Накатка основана на вытеснении рабочим инструментом материала с отдельных участков изношенной поверхности детали (рис. 26). Способ позволяет увеличивать диаметр накатываемой поверхности детали на 0,3...0,4 мм и применяется для восстановления изношенных посадочных мест под подшипники качения. К типовым деталям, подлежащим ремонту объемной накаткой, относятся чашка коробки дифференциала, валы коробки передач, поворотные цапфы и т. п. Накатке подвергаются детали без термической обработки с обильной подачей индустриального масла. В качестве инструмента для накатки используют рифленый цилиндрический ролик или обойму с шариками, устанавливаемые на суппорте токарного станка.

3.3.2. Восстановление формы деталей

Во время эксплуатации у многих деталей появляются остаточные деформации: изгиб, скручивание, коробление и вмятины (валы, оси, рычаги, рамы, балки и др.). Для устранения этих дефектов используют правку. В зависимости от степени деформации и размеров детали применяют механический, термомеханический и термический способы правки.

При механической правке используют два способа: давлением и наклепом.

Механическая правка давлением может производиться в холодном состоянии или с нагревом. Правку в холодном состоянии осуществляют у валов диаметром до 200 мм в том случае, если величина (стрела) прогиба не превышает 1 мм на 1 м длины вала (рис. 27).

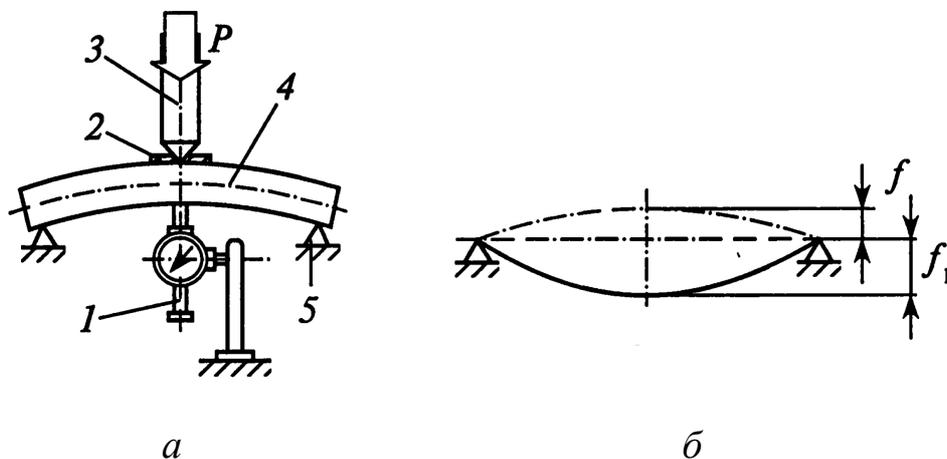


Рис. 27. Схемы холодной правки вала: а – монтажная; б – расчетная: 1 – индикатор; 2 – прокладка; 3 – нажимной шток; 4 – вал; 5 – опоры

Для правки вал 4 ставят на призмы или опоры 5 винтового или гидравлического пресса выпуклой стороной вверх и перегибают нажимом штока 3 пресса через прокладку 2 из цветного сплава так, чтобы обратная величина прогиба f_1 была в 10...15 раз больше того прогиба f , который имел вал до правки. Точность правки контролируют индикатором 1.

Пресс выбирают по усилию правки, которое рассчитывают по формуле

$$P = \frac{6,8 \cdot \sigma_m \cdot d^3}{10^3 \cdot l}, \quad (19)$$

где P – усилие правки, кН; σ_m – предел текучести материала вала, МПа; d – диаметр сечения вала, м; l – расстояние между опорами, м.

Недостатки механической холодной правки – это опасность обратного действия, снижения усталостной прочности и несущей способности детали. Для повышения качества холодной правки применяют следующие способы: выдерживание детали под прессом в течение длительного времени; двойная правка детали, заключающаяся в первоначальном перегибе детали с последующей правкой в обратную сторону; стабилизация правки детали последующей термообработкой.

Механическая горячая правка производится при необходимости устранения больших деформаций детали и осуществляется при температуре 600...800 °С.

Правка наклепом (чеканкой) не имеет недостатков, присущих правке давлением. Она обладает простотой и небольшой трудоемкостью. При правильной чеканке достигаются: высокое качество правки детали, которое определяется стабильностью ее во времени; высокая точность правки (до 0,02 мм); отсутствие снижения усталостной прочности детали; возможность правки за счет ненагруженных участков детали (рис. 28).

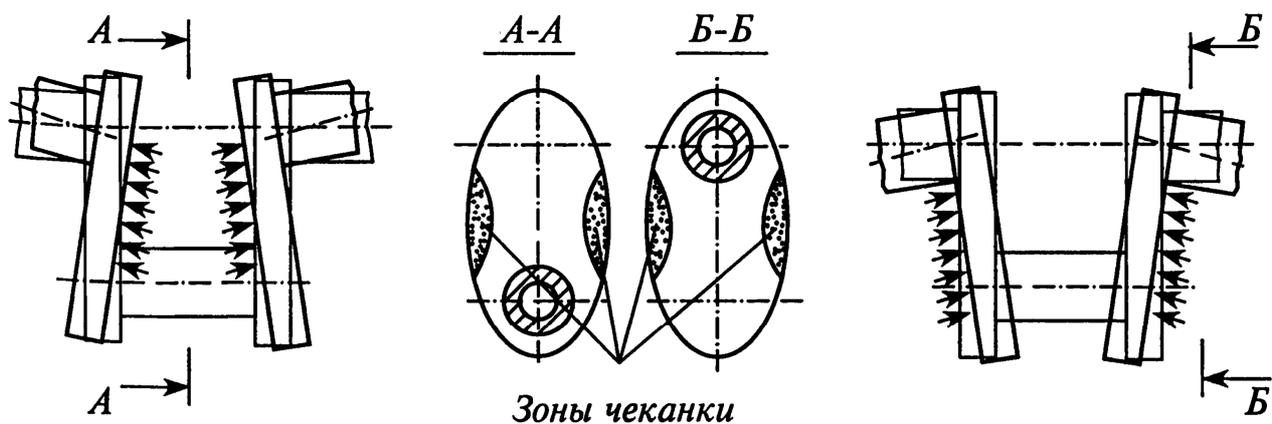


Рис. 28. Правка коленчатого вала наклепом (чеканкой)

В качестве инструмента для чеканки применяются пневматические или ручные молотки. От наносимых ударов в поверхностном слое детали возникают местные напряжения сжатия, которые вызывают устойчивую деформацию детали. Продолжительность правки зависит от материала детали, энергии удара и конструкции ударного бойка.

3.3.3. Восстановление механических свойств деталей

Многие детали автомобилей при их восстановлении различными методами компенсации износа утрачивают свою первоначальную усталостную прочность и износостойкость. Восстановить эти утраченные свойства можно путем поверхностного пластического деформирования металла (наклепа).

Наклеп повышает твердость поверхностного слоя металла и создает в нем благоприятные остаточные напряжения. Благодаря такой обработке повышаются усталостная прочность деталей и износостойкость.

К числу наиболее распространенных способов упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием относятся: обкатка рабочих поверхностей деталей роликами и шариками, чеканка, алмазное выглаживание, дробеструйная обработка и др.

Обкатка роликами и шариками применяется для упрочнения наружных и внутренних поверхностей деталей. Обкатывание наружных поверхностей производится на токарных станках при помощи специального инструмента – накатки, который устанавливается на суппорте станка и прижимается к детали за счет поперечной подачи. При такой обработке достигаются требуемая точность размеров деталей, высокое качество обработки с шероховатостью не ниже $Ra = 0,16...0,32$ мкм и повышается на 20...30% усталостная прочность.

К числу весьма эффективных методов упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием относится алмазное выглаживание. Сущность процесса алмазного выглаживания заключается в обработке поверхностного слоя детали инструментом, рабочей частью которого является сферическая поверхность алмазного кристалла с радиусом закругления 1...3 мм. Алмаз устанавливается в наконечнике, который входит в пружинную оправку, закрепленную в резцедержателе суппорта токарного станка.

При восстановлении пружин, рессор, торсионных валов с целью повышения их усталостной прочности применяют дробеструйную обработку механическими или пневматическими дробеметами.

3.4. Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Сварка – способ получения неразъемного соединения с помощью сварного шва. Сваркой устраняют механические повреждения (трещины, пробоины) и закрепляют ДРД. Соединяемые поверхности заготовок при большинстве видов сварки нагревают до плавления.

Наплавка – способ нанесения покрытий, включающий нагрев до плавления присадочного металла и восстанавливаемой поверхности пламенем, дугой или другим источником тепла, перенос жидкого металла на оплавленную поверхность и его кристаллизацию.

На сварку и наплавку приходится от 40 до 80% всех восстановленных деталей. Такое широкое распространение этих способов обусловлено:

- простотой технологического процесса и применяемого оборудования;

- возможностью восстановления деталей из любых металлов и сплавов;

- высокой производительностью и низкой себестоимостью;

- получением на рабочих поверхностях деталей наращиваемых слоев практически любой толщины и химического состава (антифрикционные, кислотно-стойкие, жаропрочные и т.д.).

Нагрев до температуры плавления материалов, участвующих при сварке и наплавке, приводит к возникновению вредных процессов, которые оказывают негативное влияние на качество восстанавливаемых деталей. К ним относятся металлургические процессы, структурные изменения, образование внутренних напряжений и деформаций в основном металле деталей.

В процессе сварки и наплавки происходит окисление металла, выгорание легирующих элементов, насыщение наплавленного металла азотом и водородом, разбрызгивание металла.

Соединение наплавленного металла с кислородом воздуха является причиной его окисления и выгорания легирующих элементов (углерода, марганца, кремния и др.). Кроме этого, из воздуха в наплавленный металл проникает азот, который является источником снижения его пластичности и повышения предела прочности. Для защиты от этих отрицательных явлений при сварке и наплавке используют электродные обмазки, флюсы, которые при плавлении образуют шлак, предохраняющий возможный контакт металла с окружающей средой. С этой же целью применяют и защитные газы.

В технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой входят следующие операции: подготовка деталей к сварке или наплавке, выполнение сварочных или наплавочных работ, обработка деталей после выполнения сварочных или наплавочных работ.

3.4.1. Ручная сварка и наплавка плавящимися электродами

Схема ручной наплавки представлена на рис. 29.

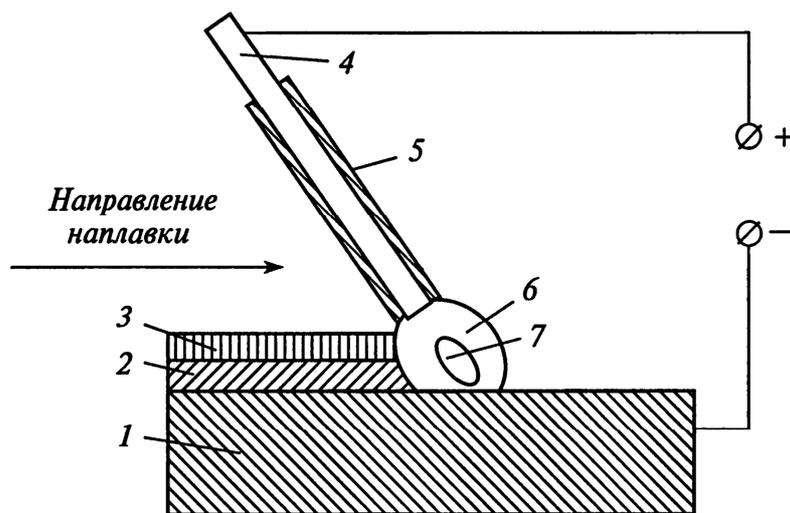


Рис. 29. Схема ручной наплавки: 1 – основной металл; 2 – наплавленный валик; 3 – шлаковая корка; 4 – электродный стержень; 5 – покрытие электродного стержня; 6 – газшлаковая защита; 7 – сварочная ванна

Параметры наплавки – это сила тока, напряжение и скорость наплавки. Для получения минимальной глубины проплавления основного металла электрод наклоняют в сторону, обратную направлению наплавки.

Ручная сварка и наплавка используются для устранения трещин, вмятин, пробоин, изломов и т.д.

Для сварки используют электроды, обозначаемые буквой «Э» с двузначной цифрой через дефис, например: Э-42. Цифра показывает прочность сварочного шва на разрыв.

Наплавочные электроды обозначают двумя буквами «ЭН» и цифрами, которые показывают гарантированную твердость наплавленного данным электродом слоя.

Каждому типу электрода соответствует несколько марок составов обмазок. По входящим в них веществам все электродные покрытия разделяют на:

- рудно-кислородное – Р;
- рутиловое – Т;
- фтористо-кальциевое – Ф;
- органическое – О.

3.4.2. Газовая сварка и наплавка

Сущность процесса – это расплавление свариваемого и присадочного металла пламенем, которое образуется при сгорании горючего газа в смеси с кислородом. В качестве горючего газа используют ацетилен, что

позволяет обеспечить температуру пламени 3100 – 3300 °С. Ацетилен получают с помощью ацетиленовых генераторов, а кислород сохраняют и транспортируют в стальных баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа.

Сварку и наплавку осуществляют сварочными горелками. Мощность пламени характеризуется массовым расходом ацетилена, зависящим от номера наконечника горелки. Расход кислорода на 10 – 20% больше, чем ацетилена.

При ручной сварке пламя направляют на свариваемые кромки так, чтобы они находились в восстановительной зоне на расстоянии 2 – 6 мм от конца ядра. Конец присадочной проволоки также держат в восстановительной зоне или в сварочной ванне.

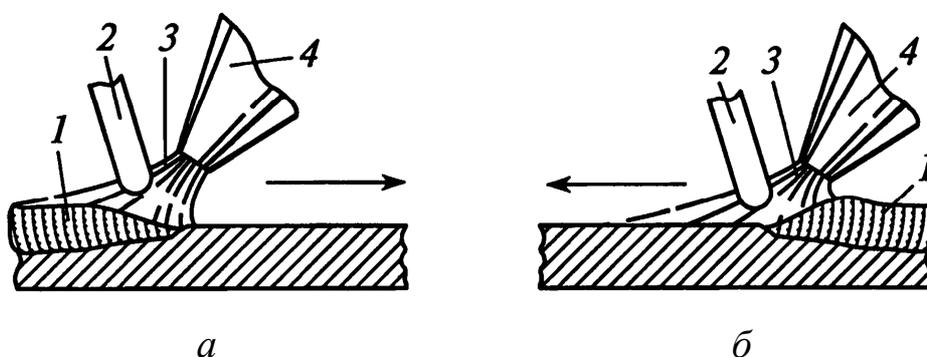


Рис. 30. Основные способы газовой сварки: *а* – правый способ сварки; *б* – левый способ сварки; 1 – формирующий шов; 2 – присадочный пруток; 3 – пламя горелки; 4 – горелка

Существуют два основных способа газовой сварки (рис. 30):

1. Правый. Процесс сварки ведется слева направо, горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. В результате происходит хорошая защита сварочной ванны от воздействия атмосферного воздуха и замедленное охлаждение сварного шва. Такой способ позволяет получить швы высокого качества. Применяют при сварке металла толщиной более 5 мм. Этим способом легче сваривать потолочные швы.

2. Левый. Процесс сварки выполняют справа налево, горелка перемещается за присадочным прутком, а пламя направляется на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке. Пламя свободно растекается по поверхности металла, что снижает опасность его пережога. Этим способом осуществляют сварку вертикальных швов снизу вверх.

3.4.3. Дуговая наплавка под флюсом

Способ широко применяется для восстановления цилиндрических и плоских поверхностей деталей. Это механизированный способ наплавки, при котором совмещены два основных движения электрод – его подача по мере оплавления к детали и перемещение вдоль сварочного шва (рис. 31).

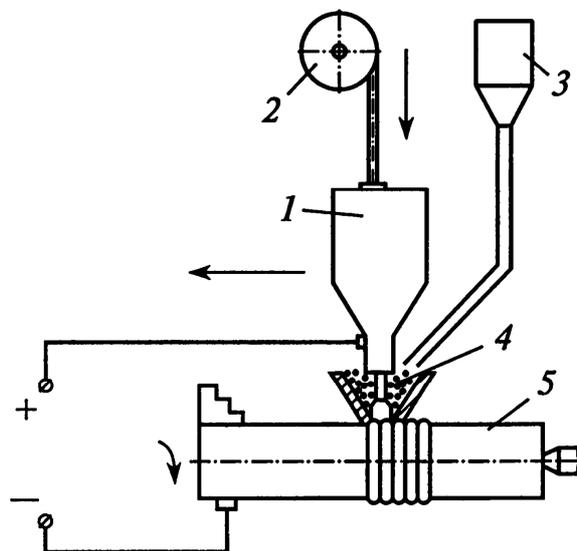


Рис. 31. Схема автоматической дуговой наплавки под флюсом:
1 – патрон; 2 – кассета; 3 – бункер; 4 – флюс; 5 – деталь

Сущность способа наплавки под флюсом заключается в том, что в зону горения дуги автоматически подаются сыпучий флюс и электродная проволока. Под действием высокой температуры образуется газовый пузырь, в котором существует дуга, расплавляющая металл. Часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку из жидкого флюса, которая защищает расплавленный металл от окисления, уменьшает разбрызгивание и угар. При кристаллизации расплавленного металла образуется сварочный шов.

Преимущества способа:

- возможность получения покрытия заданного состава, т. е. легирования металла через проволоку и флюс и равномерного по химическому составу и свойствам;
- защита сварочной дуги и ванны жидкого металла от вредного влияния кислорода и азота воздуха;
- выделение растворенных газов и шлаковых включений из сварочной ванны в результате медленной кристаллизации жидкого металла под флюсом;

- возможность использования повышенных сварочных токов, которые позволяют увеличить скорость сварки, что способствует повышению производительности труда в 6...8 раз;
- экономичность в отношении расхода электроэнергии и электродного металла;
- отсутствие разбрызгивания металла благодаря статическому давлению флюса;
- возможность получения слоя наплавленного металла большой толщины (1,5...5 мм и более);
- независимость качества наплавленного металла от квалификации исполнителя;
- лучшие условия труда сварщиков ввиду отсутствия ультрафиолетового излучения;
- возможность автоматизации технологического процесса.

Недостатки способа:

- значительный нагрев детали;
- невозможность наплавки в верхнем положении шва и деталей диаметром менее 40 мм из-за стекания наплавленного металла и трудности удержания флюса на поверхности детали;
- сложность применения для деталей сложной конструкции, необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки;
- возможность возникновения трещин и образования пор в наплавленном металле.

При наплавке сварку обычно ведут постоянным током обратной полярности. Напряжение сварочной дуги задают в пределах 25...35 В, скорость наплавки составляет 20...25 м/ч, подачи проволоки – 75...180 м/ч.

Для наплавки используют электродную проволоку: для низкоуглеродистых и низколегированных сталей – из малоуглеродистых (Св-08, Св-08А), марганцовистых (Св-08Г, Св-08ГА, Св-15Г) и кремниймарганцовистых (Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС) сталей; с большим содержанием углерода – Нп-65Г, Нп-80, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 и др.

В зависимости от способа изготовления флюсы для автоматической наплавки делят на плавленые, керамические и флюсы-смеси. Из плавленых флюсов наиболее распространены АН-348А, АН-60, ОСу-45, АН-20, АН-28.

Керамические флюсы (АНК-18, АНК-19, АНК-30, КС-Х14Р, ЖСН-1), кроме стабилизирующих и шлакообразующих элементов, содержат легирующие добавки, главным образом в виде ферросплавов (феррохрома, ферротитана и др.), дающие слою, наплавленному малоуглеродистой проволокой, высокую твердость без термообработки и износостойкость.

Флюсы-смеси состоят из плавленного флюса АН-348 с порошками феррохрома, графита, а также жидкого стекла.

3.4.4. Наплавка в среде углекислого газа

Этот способ восстановления деталей отличается от наплавки под флюсом тем, что в качестве защитной среды используется углекислый газ.

Сущность способа наплавки в среде углекислого газа заключается в том, что электродная проволока из кассеты непрерывно подается в зону сварки (рис. 32). Ток к электродной проволоке подводится через мундштук и наконечник, расположенные внутри газозащитной горелки. При наплавке металл электрода и детали перемещивается. В зону горения дуги под давлением 0,05 – 0,2 МПа по трубке подается углекислый газ, который, вытесняя воздух, защищает расплавленный металл от вредного действия кислорода и азота воздуха.

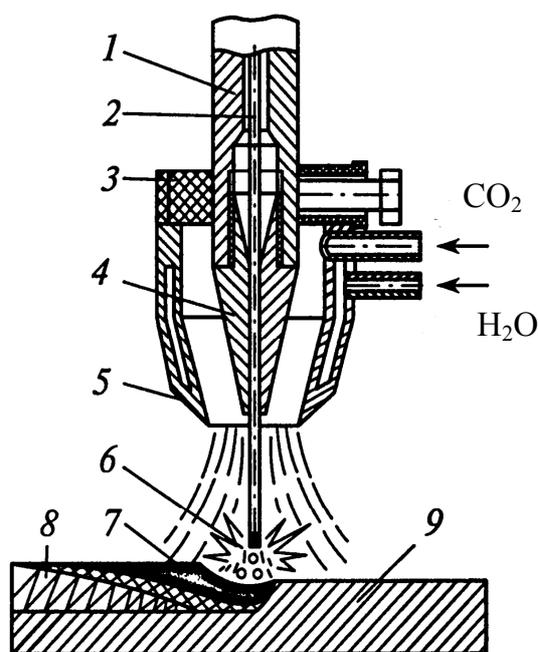


Рис. 32. Схема наплавки в среде углекислого газа: 1 – мундштук; 2 – электродная проволока; 3 – горелка; 4 – наконечник; 5 – сопло горелки; 6 – электрическая дуга; 7 – сварочная ванна; 8 – наплавленный металл; 9 – наплавляемая деталь

При наплавке используют токарный станок, в патроне которого устанавливают деталь 8, на суппорте крепят наплавочный аппарат 2 (рис. 33). Углекислый газ из баллона 7 подается в зону горения. При вы-

ходе из баллона 7 газ резко расширяется и переохлаждается. Для подогрева его пропускают через электрический подогреватель 6. Содержащуюся в углекислом газе воду удаляют с помощью осушителя 5, который представляет собой патрон, наполненный обезвоженным медным купоросом или силикагелем. Давление газа понижают с помощью кислородного редуктора 4, а расход его контролируют расходомером 3.

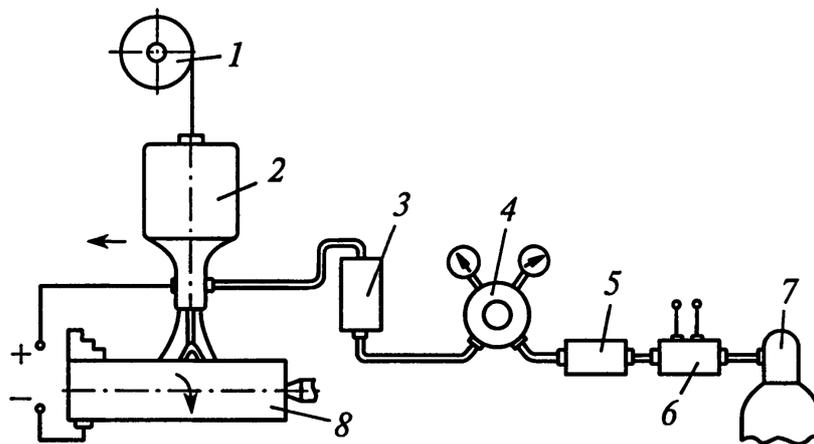


Рис. 33. Схема установки для дуговой наплавки в углекислом газе: 1 – кассета с проволокой; 2 – наплавочный аппарат; 3 – расходомер; 4 – редуктор; 5 – осушитель; 6 – подогреватель; 7 – баллон с углекислым газом; 8 – деталь

К *достоинствам* способа относятся:

- меньший нагрев деталей;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокая по площади покрытия производительность процесса (на 20 – 30%);
- возможность наплавки деталей диаметром менее 40 мм;
- отсутствие трудоемкой операции по отделению шлаковой корки.

Недостатки:

- повышенное разбрызгивание металла (5–10%);
- необходимость применения легированной проволоки для получения наплавленного металла с требуемыми свойствами;
- открытое световое излучение дуги.

3.4.5. Электродуговая наплавка неплавящимся электродом (вольфрамовым) в среде аргона

Этот способ наплавки широко используется для восстановления алюминиевых сплавов и титана. Сущность способа – электрическая дуга горит между неплавящимся вольфрамовым электродом и деталью. В зону сварки подается защитный газ – аргон, а присадочный материал – проволока (так же, как при газовой сварке). Аргон надежно защищает расплавленный металл от окисления кислородом воздуха. Наплавленный металл получается плотным, без пор и раковин. Добавление к аргону 10 – 12% углекислого газа и 2 – 3% кислорода способствует повышению устойчивости горения дуги и улучшению формирования наплавленного металла. Благодаря защите дуги струями аргона (внутренняя) и углекислого газа (наружная) в 3 – 4 раза сокращается расход аргона при сохранении качества защиты дуги.

К преимуществам способа относятся:

- высокая производительность процесса (в 3 – 4 раза выше, чем при газовой сварке);
- высокая механическая прочность сварного шва;
- небольшая зона термического влияния;
- снижение потерь энергии дуги на световое излучение, так как аргон задерживает ультрафиолетовые лучи.

Недостатки:

- высокая стоимость процесса (в 3 раза выше, чем при газовой сварке);
- использование аргона.

Режим сварки определяется двумя основными параметрами: силой тока и диаметром электрода. Силу сварочного тока выбирают исходя из толщины стенки свариваемой детали.

3.4.6. Вибродуговая наплавка

Этот способ наплавки является разновидностью дуговой наплавки металлическим электродом. Процесс наплавки осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность (рис. 34).

К преимуществам способа относятся:

- небольшой нагрев деталей;
- небольшая зона термического влияния;
- высокая производительность процесса;
- возможность получать наплавленный слой без пор и трещин;

– минимальная деформация детали, которая не превышает полей допусков посадочных мест.

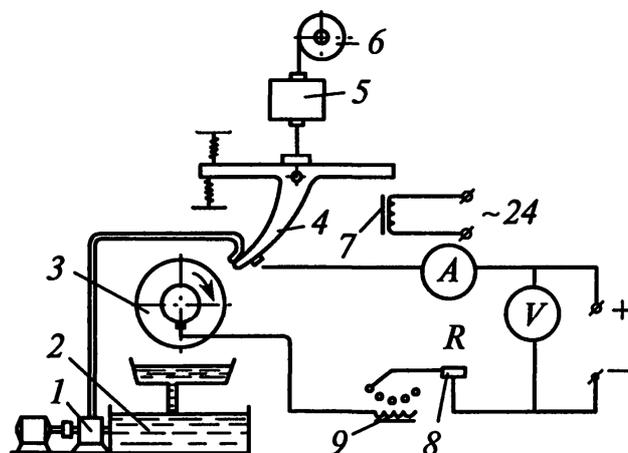


Рис. 34. Схема установки для вибродуговой наплавки: 1 – насос; 2 – бак; 3 – деталь; 4 – мундштук; 5 – механизм подачи; 6 – кассета; 7 – вибратор; 8 – реостат; 9 – дроссель

К недостаткам способа относят снижение усталостной прочности деталей после наплавки на 30 – 40%.

3.4.7. Плазменно-дуговая сварка и наплавка

Плазменная струя представляет собой частично или полностью ионизированный газ, обладающий свойствами электропроводности и имеющий высокую температуру. Она создается дуговым разрядом, размещенным в узком канале специального устройства, при обдуве электрической дуги потоком плазмообразующего газа. Устройства для получения плазменной струи получили название плазмотронов или плазменных горелок (рис. 35).

Для получения плазменной струи между катодом и анодом возбуждают электрическую дугу от источника постоянного напряжения 80–100 В. Электрическая дуга, горящая между катодом и анодом, нагревает подаваемый в плазмотрон газ до температуры плазмы, т. е. до состояния электропроводности. В поток нагретого газа вводится материал для сварки и наплавки. Образующиеся расплавленные частицы материала выносятся потоком горячего газа из сопла и наносятся на поверхность изделия.

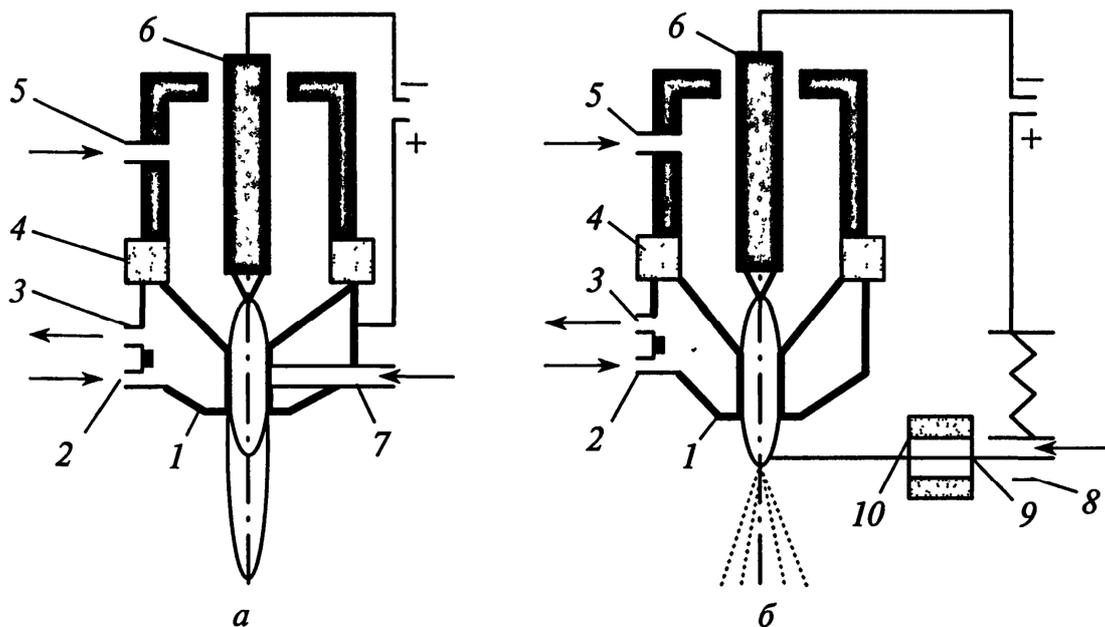


Рис. 35. Схема плазмотрона: *а* – для работы на порошках; *б* – для работы на проволоке; 1 – сопло плазменной струи (анод); 2, 3 – подвод и отвод охлаждающей воды; 4 – изолирующее кольцо; 5 – подвод плазмообразующего газа; 6 – вольфрамовый электрод (катод); 7 – подача напыляемого порошка; 8 – контактное устройство для проволоки; 9 – напыляемая проволока (анод); 10 – направляющая трубка для проволоки

В качестве плазмообразующих газов используют аргон и азот. Аргонная плазма имеет более высокую температуру – 15 000 – 30 000 °С, температура азотной плазмы ниже – 10 000 – 15 000 °С.

3.5. Восстановление деталей напылением

Напыление материала включает его нагрев, дробление, перенос и удар частиц о восстанавливаемую поверхность или покрытие, их деформирование и закрепление. При напылении частицы материала нагреваются за счет теплообмена с высокотемпературной средой, разгоняются струей движущегося газа, достигают поверхности заготовки, имея большой запас тепловой и кинетической энергии. Эта энергия расходуется на деформирование и закрепление частиц покрытия. Соединение металлических частиц с поверхностью заготовки в основном механическое, за специально подготовленный профиль, например в виде «рваной» резьбы. Имеются силы молекулярного взаимодействия и металлической связи.

Достоинства процесса: высокая производительность, небольшой нагрев заготовки (150...200 °С), высокая износостойкость покрытий, возможность регулирования в широких пределах химического и фазового составов материала покрытий, возможность нанесения покрытий из метал-

лов, сплавов, оксидов, нитридов, карбидов и пластмасс необходимой толщины на различные материалы (в том числе на неметаллы).

К недостаткам процесса относят невысокую адгезионную и когезионную прочность покрытий по сравнению с прочностью монолитного металла.

Процесс напыления применяют для восстановления, упрочнения и коррозионной защиты поверхностей. При восстановлении деталей напыляют коренные опоры блоков цилиндров, плоскости головок цилиндров из алюминиевого сплава, шейки коленчатых валов из высокопрочного чугуна, юбки поршней и другие элементы.

Процесс включает очистку, предварительную обработку резанием и дробеструйную обработку восстанавливаемой поверхности, закрытие невосстанавливаемых поверхностей экранами и нанесение покрытия.

В зависимости от вида энергии, расходуемой на нагрев и перемещение частиц материала, различают напыление следующих видов: электродуговое, индукционное, газопламенное, плазменное, детонационное и др.

3.5.1. Электродуговое напыление

Электродуговое напыление (рис. 36) основано на плавлении двух проволок электрической дугой, ускорении и дроблении капель расплавленного металла струей сжатого воздуха, который подают в зону электродугового разряда.

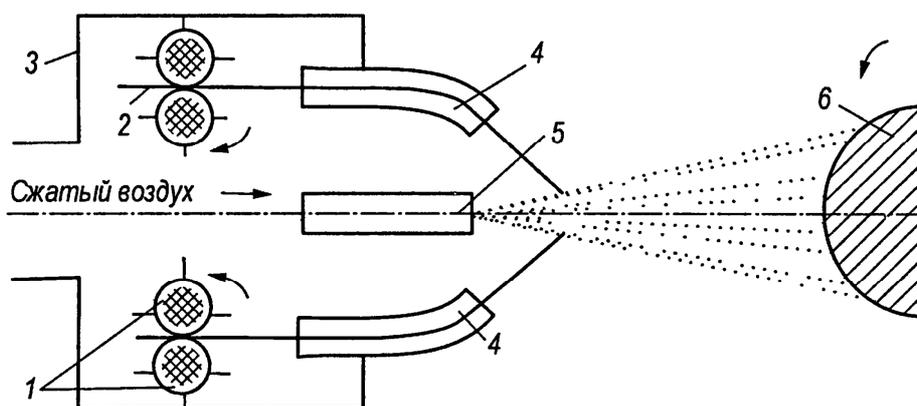


Рис. 36. Схема аппарата для электродугового напыления:
1 – ролики подающие; 2 – проволока; 3 – электрические провода;
4 – направляющие; 5 – сопло; 6 – заготовка

Покрытия наносят ручными аппаратами ЭМ-3, ЭМ-9 и ЭМ-14 и станочными ЭМ-6, МЭС-1 и ЭМ-12. В ручных аппаратах проволоку подают в зону плавления воздушной турбиной, в станочных – электродвигателем.

Электродуговое напыление отличается большой производительностью. Температура электрической дуги достаточна для нанесения покрытий из тугоплавких металлов. Если в качестве электродов применяют проволоки из различных металлов, то получают покрытие из их сплава. Оборудование для электродугового напыления простое, а эксплуатационные затраты небольшие, однако наблюдаются значительное выгорание легирующих элементов и повышенная пористость покрытия.

3.5.2. Индукционное напыление

Напыляемая проволока подается в индуктор, нагревается и расплавляется вихревыми токами в ее материале, возникающими за счет переменного магнитного поля.

Расплавленный металл распыляют сжатым воздухом. Головка индукционного аппарата (рис. 37) кроме высокочастотного индуктора имеет концентратор тока, который обеспечивает нагрев кончика проволоки.

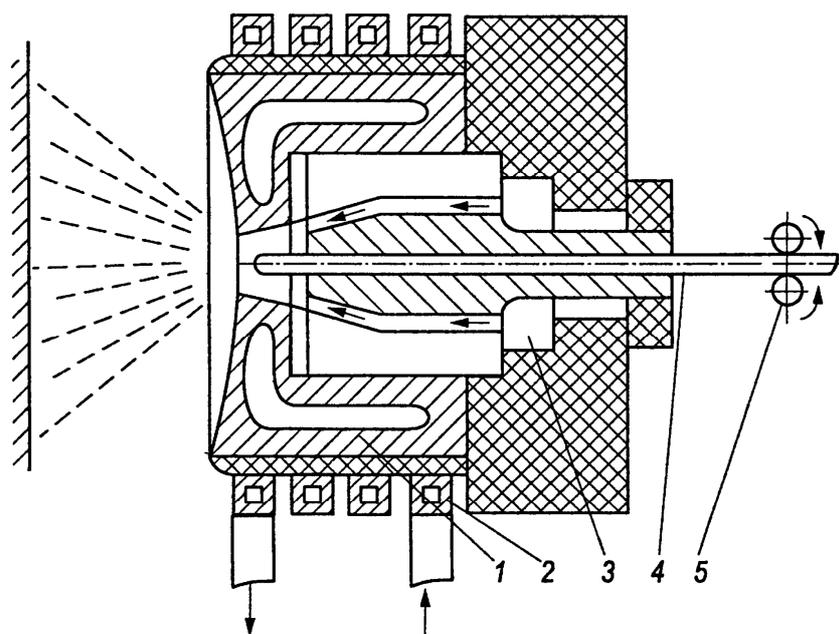


Рис. 37. Устройство для индукционного напыления:
 1 – концентратор тока; 2 – индуктор; 3 – воздушный канал;
 4 – проволока; 5 – ролики подающие

Высокочастотное напыление предназначено только для стационарных работ, так как подвод электроэнергии осуществляется от мощных генераторов ТВЧ, используемых для поверхностной закалки.

Преимущества высокочастотного напыления:

- небольшое окисление металла;

- относительно высокая механическая прочность покрытия.

Недостатки:

- недостаточная производительность процесса;
- сложность конструкции;
- высокая стоимость оборудования и энергоносителей.

3.5.3. Газопламенное напыление

При газопламенном напылении высокотемпературный поток создается при сгорании горючих газов (ацетилена, водорода, метана и др.) в атмосфере кислорода или воздуха. Температура пламени горючих газов в смеси с кислородом 2000 – 3200 °С, в смеси с воздухом – 500 – 900 °С.

Аппараты для газопламенного напыления в зависимости от вида напыляемого материала существуют двух типов: проволочные и порошковые (рис. 38).

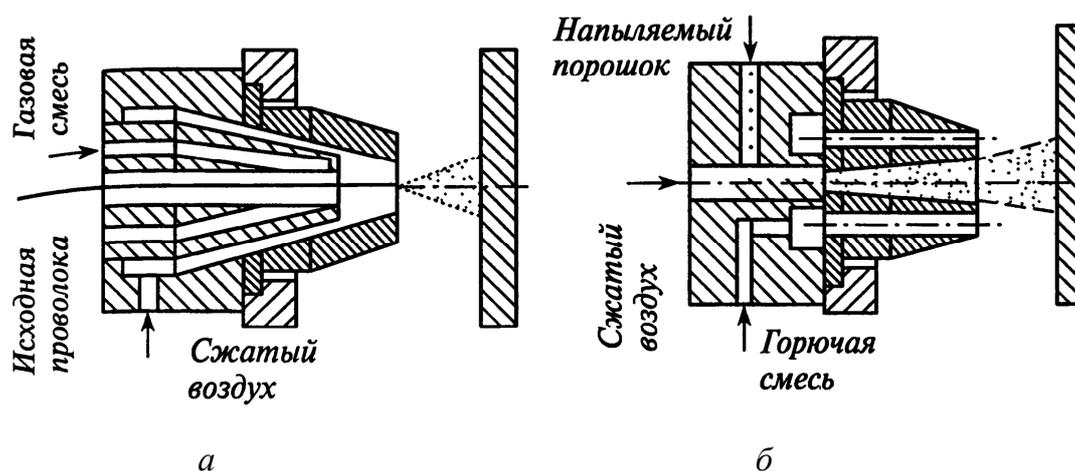


Рис. 38. Схема процессов газопламенного напыления с применением исходного материала: *а* – в виде проволоки или стержней; *б* – в виде порошков

Преимущества газопламенного напыления – высокая дисперсность распыляемых частиц, независимость от источника тока, простота обслуживания, низкая стоимость оборудования.

Недостатки – малая производительность и большая стоимость напыляемых материалов.

Основа процесса газопламенного нанесения материалов – пластификация порошка в высокотемпературном источнике тепла (ацетилено-кислородном пламени) и нанесение его газовыми потоками на предварительно подготовленную изношенную поверхность.

Преимущества газопламенного нанесения порошковых материалов состоят в локальности обработки, незначительном влиянии на подложку, возможности нанесения покрытий на изделия больших размеров, отсутствии ограничений на сочетания материалов покрытия и подложки, что позволяет охватить большую номенклатуру восстановления изношенных деталей.

Технологический процесс газопламенного нанесения покрытий:

- нагрев поверхности детали до 200 – 250 °С;
- нанесение подслоя, который дает основу, необходимую для наложения основных слоев;
- нанесение основных слоев, позволяющих получить покрытия с необходимыми физико-механическими свойствами.

Газопламенному напылению подвергаются следующие детали:

- посадочные места – картер маховика;
- маховик;
- валы (ведущий, раздаточный, промежуточный, первичный, вторичный и т.д.);
- опоры коренных подшипников, посадочные отверстия под гильзу – блок цилиндров;
- посадочные пояски, опорные буртики – гильза цилиндров;
- опорные шейки – распределительный вал;
- нижняя головка – шатун;
- шейки под шарикоподшипники – вал редуктора;
- коренные и шатунные шейки – коленчатый вал.

3.5.4. Детонационное напыление

Детонационные покрытия формируются с помощью ударных волн, периодически инициируемых микровзрывами смеси кислорода и ацетилена.

Установка детонационного напыления (рис. 39) состоит из камеры сгорания, выполненной совместно с водоохлаждаемой трубкой-стволом 5, электрической свечи 2, газопроводом по кислороду и ацетилену 7, порошкового дозатора 4 и источника тока 3. Детали устанавливаются на мишени на расстоянии 70 – 150 мм от края створа детонационной пушки.

Технология нанесения покрытия заключается в следующем:

- подача кислорода и ацетилена в камеру сгорания;
- подача дозируемого количества напыляемого порошка из питателя в потоке азота;
- смесь кислорода и ацетилена поджигается электрической искрой;
- взрыв (выделяется большое количество тепла);

- возрастание давления в трубке-стволе;
- выстрел порошка из трубки-ствола по направлению мишени.

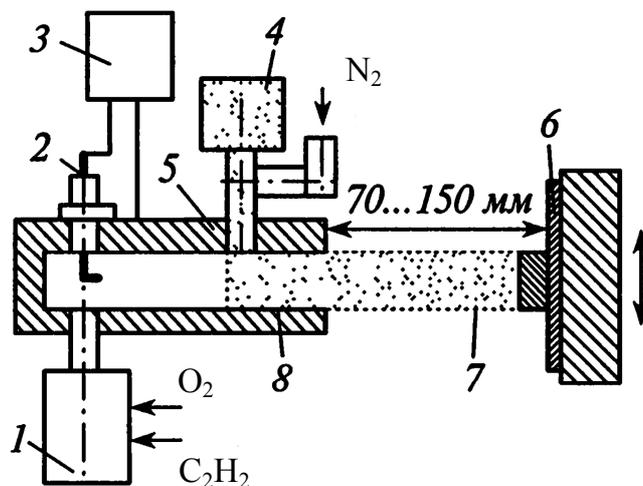


Рис. 39. Схема установки для нанесения детонационного покрытия: 1 – газопровод; 2 – электрическая свеча; 3 – источник тока; 4 – порошковый дозатор; 5 – трубка-ствол; 6 – подложка; 7 – покрытие; 8 – порошок

В результате взрыва и после него в камеру непрерывно поступает азот, защищающий газовые клапаны от действия взрыва и очищающий от продуктов сгорания трубку-ствол и камеру сгорания.

Цикл взрыва длится 0,23 с, т.е. в секунду производится 3 – 4 взрыва.

Уровень шума при работе детонационной установки – 140 дБ, что выше предела, допустимого техникой безопасности (80 дБ). Поэтому установка помещается в звуконепроницаемую камеру и управляется оператором, находящимся за перегородкой.

Технологический процесс детонационного нанесения покрытий состоит из следующих операций:

- подготовка поверхности деталей перед нанесением покрытий;
- подготовка порошка;
- нанесение покрытий;
- контроль качества покрытий;
- механическая обработка;
- контроль качества покрытий после механической обработки.

3.6. Восстановление деталей гальваническими покрытиями

В авторемонтном производстве при восстановлении деталей нашли широкое применение гальванические и химические процессы. Они применяются для компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также при нанесении на детали противокоррозионных и защитно-декоративных покрытий.

Из гальванических процессов наиболее широко применяются хромирование и железнение, а также никелирование, цинкование и меднение. Применяются также химические процессы: химическое никелирование, оксидирование и фосфатирование.

Катодом при гальваническом осаждении металлов из электролитов является восстанавливаемая деталь, анодом – металлическая пластина.

Применяют два вида анодов: растворимые и нерастворимые. Растворимые аноды изготавливают из металла, который осаждается на детали, а нерастворимые – из свинца.

При прохождении постоянного тока через электролит на катоде разряжаются положительно заряженные ионы и, следовательно, выделяются металл и водород. На аноде при этом происходят разряд отрицательно заряженных ионов и выделение кислорода. Металл анода растворяется и переходит в раствор в виде ионов металла взамен выделившихся на катоде.

Технологический процесс нанесения покрытий на детали включает в себя три группы операций: подготовку деталей к нанесению покрытия, нанесение покрытия и обработку деталей после покрытия.

3.6.1. Хромирование

Хромирование получило широкое распространение как для восстановления деталей и повышения их износостойкости, так и для декоративных и противокоррозионных целей.

Преимущества электролитического хрома:

- электролитический хром – металл серебристо-белого цвета с высокой микротвердостью 400 – 1200 МН/м² (в 1,5 – 2,0 раза выше, чем при закалке токами высокой частоты), близкой к микротвердости корунда;
- обладает высокой износостойкостью, особенно в абразивной среде (в 2 – 3 раза по сравнению с закаленной сталью);
- устойчивость в отношении химических и температурных воздействий, причем высокая коррозионная стойкость сочетается с красивым внешним видом;
- имеет низкий коэффициент трения (на 50% ниже, чем у стали и чугуна);

- высокая прочность сцепления покрытия с поверхностью детали.

Недостатки хромирования и хромового покрытия:

- низкий выход металла по току (8 – 42%);
- небольшая скорость отложения осадков (0,03 мм/ч);
- высокая агрессивность электролита;
- большое количество ядовитых выделений, образующихся при электролизе;
- толщина отложения покрытия практически не превышает 0,3 мм;
- гладкий хром плохо удерживает смазочное масло.

Указанные недостатки хромовых покрытий накладывают ограничение на максимально допустимую толщину слоя, которая не должна превышать 0,30 мм.

Электролитические осаждения хрома отличаются от других гальванических процессов как по составу электролита, так и по условиям протекания процесса. Эти особенности состоят в следующем: в качестве электролита используют хромовую кислоту (водный раствор хромового ангидрида CrO_3) с небольшими добавками серной кислоты (H_2SO_4), а не растворы их солей, как при осаждении других металлов.

При хромировании используют нерастворимые аноды, изготовленные из сплава свинца с сурьмой (6%). Катодом, как обычно, при гальваническом процессе является деталь. В процессе хромирования на катоде происходят восстановление шестивалентного хрома (CrO_3) до трехвалентного (Cr_2O_3), отложение металлического хрома и выделение водорода. На аноде при этом протекают окислительные процессы: окисление трехвалентного хрома до шестивалентного и выделение кислорода.

Свойства хромовых покрытий зависят от режима хромирования, прежде всего от плотности тока и температуры электролита, изменяя которые, можно получить три вида хромовых покрытий, отличающихся своими свойствами: матовые (серые), блестящие и молочные.

Блестящий хром характеризуется высокой микротвердостью ($600 - 900 \text{ МН/м}^2$), мелкой сеткой трещин, видимой под микроскопом. Осадки хрупкие, но с высокой износостойкостью. Молочный хром характеризуется пониженной микротвердостью ($400 - 600 \text{ МН/м}^2$), пластичностью и высокой коррозионной стойкостью. Серый хром отличается весьма высокой микротвердостью ($900 - 1200 \text{ МН/м}^2$) и повышенной хрупкостью, что снижает его износостойкость.

Хромирование деталей производится в специальных ваннах, внутренняя поверхность которых покрывается кислотостойким материалом (рольным свинцом, винипластом). Ванна имеет водяную рубашку с паровым или электрическим подогревом электролита и бортовую вентиляцию для отсоса вредных испарений. На верхней поверхности бортов ванны ус-

танавливают в изоляторах токопроводящие штанги, на которые при хромировании навешивают детали и анодные пластины.

Поддержание температуры электролита на требуемом уровне осуществляется терморегулятором. Применяются также устройства для автоматического регулирования плотности тока.

3.6.2. Железнение

Процесс железнения представляет собой осаждение металла на ремонтируемую поверхность детали в водных растворах солей железа.

По сравнению с процессом хромирования он имеет следующие преимущества:

- высокий выход металла по току, достигающий 85... 90% (в 5...6 раз выше, чем при хромировании);
- большую скорость нанесения покрытия, которая при ведении процесса в стационарном электролите достигает 0,3...0,5 мм/ч (в 10...15 раз выше, чем при хромировании);
- высокую износостойкость покрытия (не ниже, чем у закаленной стали 45);
- возможность получения покрытий толщиной в 1 ... 1,5 мм и более;
- применение простого и дешевого электролита.

В качестве электролита при железнении применяют водный раствор хлористого железа ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), содержащий небольшое количество соляной кислоты (HCl), и некоторые другие компоненты, которые вводятся для повышения прочности сцепления покрытия с деталью (хлористый марганец $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) или для улучшения износостойкости (хлористый никель $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Железнение производят с растворимыми анодами, которые изготавливают обычно из малоуглеродистой стали 08 или 10. При растворении анодов образуется шлам, поэтому во избежание загрязнения электролита аноды помещают в чехлы из стеклоткани.

Свойства железных покрытий так же, как и при хромировании, зависят от режима их нанесения. Твердость покрытия увеличивается с повышением катодной плотности тока и понижением температуры электролита.

Железнение проводят в стальных ваннах, внутренние стенки которых облицовывают кислотостойкими материалами (антегмитовая плитка АТМ-1, эмаль типа 105А, железокремниймолибденовый сплав МФ-15, кислотостойкая резина, фторопласт-3, керамика, фарфор).

При восстановлении крупногабаритных деталей сложной конфигурации (блоки цилиндров, картеры коробок передач и задних мостов, ко-

ленчатые валы и другие) возникают трудности, связанные с изоляцией мест, не подлежащих покрытию (площадь их поверхности в десятки раз превышает покрываемую площадь), сложной конфигурацией подвесных устройств, необходимостью иметь ванны больших размеров, быстрым загрязнением электролитов и т.д. Для железнения таких деталей применяют вневаннный способ.

Принцип вневанного железнения – в зоне нанесения покрытия создание местной ванны (электролитической ячейки) при сохранении традиционной технологии железнения. В этом случае непокрываемые поверхности не изолируют, уменьшается обеднение прикатодного слоя электролита и возможно увеличение плотности тока в несколько раз и, следовательно, повышение производительности процесса.

3.6.3. Защитно-декоративные покрытия

Гальванические покрытия широко применяют в авторемонтном производстве для защиты деталей от коррозии и придания им красивого внешнего вида. По роду защитного действия гальванические покрытия подразделяются на анодные и катодные.

При анодной защите менее электроотрицательный металл (например, железо) покрывается более электроотрицательным (например, цинком). В этих условиях цинк будет подвергаться коррозии, защищая тем самым от окисления железо.

При катодной защите на более электроотрицательный металл наносят менее электроотрицательный. Защитное действие катодных покрытий состоит в изоляции деталей от воздействия коррозионной среды. Механическое повреждение таких покрытий, как правило, ведет к увеличению коррозии деталей. Для стальных деталей катодными покрытиями являются никелевые, хромовые, медные.

Технологический процесс нанесения защитно-декоративных покрытий не отличается от процесса нанесения износостойких покрытий. Однако в процесс подготовки детали к покрытию и обработки ее после покрытия необходимо включить операцию полирования, которая производится войлочными кругами с пастой ГОИ.

Цинкование. Применяют главным образом для защиты деталей из черных металлов от коррозии. В ремонтном производстве его используют для защиты от коррозии крепежных материалов.

Покрытия осаждаются в ваннах или в специальных вращающихся барабанах или колоколах. Толщина цинковых покрытий 15 – 30 мкм.

Никелирование. Применяют для покрытия металлов – стали, меди, латуни, цинка, алюминия. Непосредственно никелем покрывают только

медь и латунь, а остальные металлы – только после предварительного меднения. Никель применяют в качестве защитного покрытия перед декоративным хромированием. С помощью никелирования повышают износостойкость трущихся поверхностей деталей и восстанавливают их размеры.

Оксидирование стальных деталей производится путем их обработки в горячих щелочных растворах, содержащих окислители. При этом на поверхности деталей образуется оксидная пленка толщиной 0,6...1,5 мкм, которая имеет высокую прочность и надежно защищает металл от коррозии. Оксидированию подвергают нормали и некоторые детали арматуры кузова.

3.7. Восстановление деталей пайкой

Пайкой называют процесс получения неразъемного соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, при помощи расплавленного вспомогательного (промежуточного) металла или сплава (припоя), имеющего температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы.

При ремонте автомобилей пайку применяют для устранения трещин и пробоин в радиаторах, топливных и масляных баках и трубопроводах, приборах электрооборудования и т.д.

Пайка как способ восстановления деталей имеет следующие *преимущества*:

- простота технологического процесса и применяемого оборудования;
- высокая производительность процесса;
- сохранение точной формы, размеров и химического состава деталей (а при пайке легкоплавкими припоями – сохранение структуры и механических свойств металла);
- простота и легкость последующей обработки, особенно после пайки тугоплавкими припоями;
- небольшой нагрев деталей (особенно при низкотемпературной пайке);
- возможность соединения деталей, изготовленных из разнородных металлов;
- достаточно высокая прочность соединения деталей;
- низкая себестоимость восстановления детали.

Основной *недостаток* пайки – некоторое снижение прочности соединения деталей по сравнению со сваркой.

Припой. В качестве припоев при пайке применяют как чистые металлы, так и их сплавы.

По температуре плавления все припои подразделяются на низко- и высокотемпературные. К низкотемпературным относятся припои с температурой плавления ниже 450 °С, к высокотемпературным – выше 450 °С.

Оловянно-свинцовые припои (ПОС-40, ПОС-61) относятся к низкотемпературным. Их температура плавления не более 280 °С. Они обладают достаточно высокой противокоррозионной стойкостью и высокими технологическими свойствами – прочность пайки этими припоями по пределу прочности на разрыв не превышает 50...80 МПа.

Медно-цинковые припои относятся к высокотемпературным. Их температура плавления 825...905 °С. Эти припои содержат от 36 до 65% меди (остальное – цинк). Они обеспечивают прочность пайки до 300...350 МПа и имеют высокие противокоррозионные свойства. К числу недостатков этих припоев относится возможность испарения цинка. Пары цинка интенсивно окисляются. Окись цинка вредна для здоровья работающих.

Медно-цинковые припои применяют при пайке стальных и чугунных деталей, а также деталей из меди и ее сплавов. Наибольшее распространение при ремонте автомобильных деталей получили припои ПМЦ-54, Л-63 и ЛОК-62-06-04, которые дают наиболее прочные паяные соединения.

Флюсы. Прочное соединение спаиваемых деталей может быть получено только в том случае, если с их поверхности будут удалены окислы. Освобождение спаиваемых поверхностей деталей от окислов и предохранение их от окисления в процессе пайки достигаются при помощи флюсов.

При пайке деталей оловянно-свинцовыми припоями в качестве флюса наиболее часто применяют водные растворы хлористых цинка и аммония (нашатыря). При пайке деталей электрооборудования этими припоями рекомендуется применять бескислотные флюсы-канифоли, в которые иногда вводят активирующие добавки (хлористый цинк, хлористый аммоний и др.), способствующие более интенсивному удалению окислов,

При пайке медно-цинковыми припоями в качестве флюса применяют буру или ее смесь с борной кислотой в соотношении 1:1. Для пайки серебряными припоями рекомендуется применять флюсы, состоящие из смеси фтористого калия, фторобората калия и борного ангидрида, которые имеют более низкую температуру плавления.

Технологический процесс паяния состоит из следующих операций:

– механической (шабером, напильником, шлифовальной шкуркой) или химической очистки. Промежуток между двумя поверхностями должен быть везде одинаков и не превышать 0,1 – 0,3 мм. Такой небольшой промежуток необходим для образования капиллярных сил, которые спо-

способствуют засасыванию припоя на значительную глубину от кромки. Если спаиваемые поверхности имеют следы жира или масла, то их обрабатывают горячим раствором щелочи. Обычно берут 10%-ный раствор соды. Если механически очистить детали по какой-либо причине нельзя, то применяют травление деталей в кислотах. Обычно берут 10%-ный раствор серной кислоты для меди и ее сплавов, а для деталей из черных металлов – 10%-ный раствор соляной кислоты, причем раствор должен быть подогрет до 50 – 70 °С;

- покрытия флюсом;
- нагревания (паяльником, паяльной лампой и другим способом);
- предварительного облуживания припоем (паяльником, или натиранием, или погружением в припой). Предварительное лужение имеет весьма важное значение, так как в этом случае достигаются повышенные прочность и плотность спая. В случае невозможности предварительного лужения паяние ведут и по чистой поверхности, но результаты будут более низкими. Для предварительного лужения применяется тот же припой, какой применяется и для последующего паяния;

- скрепления мест для спаивания, покрытия их флюсом и нагревания. Детали скрепляют, чтобы места соединений не расходились при небольших механических воздействиях, например при наложении паяльника;

- введения припоя, его расплавления и удаления излишков припоя, а также остатков флюса.

3.8. Восстановление деталей с применением синтетических материалов

Применение полимерных материалов при ремонте автомобилей по сравнению с другими способами позволяет снизить трудоемкость восстановления на 20...30%, себестоимость ремонта – на 15...20%, расход материалов – на 40...50%. Это обусловлено следующими особенностями их использования:

- не требуется сложного оборудования и высокой квалификации рабочих;

- возможностью восстановления деталей без разборки агрегатов;

- отсутствием нагрева детали;

- не вызывает снижения усталостной прочности восстановленных деталей;

- во многих случаях позволяет не только заменить сварку или наплавку, но и восстанавливать детали, которые другими известными спосо-

бами восстановить невозможно или опасно с точки зрения безопасности труда;

- позволяет миновать сложные технологические процессы нанесения материала и его обработку.

Полимеры – высокомолекулярные органические соединения искусственного или естественного происхождения.

Пластмассы – композиционные материалы, изготовленные на основе полимеров, способные при заданных температуре и давлении принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации. Кроме полимера, являющегося связующим веществом, в состав пластмассы входят: наполнители, пластификаторы, отвердители, ускорители, красители и др. добавки.

Полимеры делят на две группы:

- термопластичные (термопласты) – полиэтилен, полиамиды и другие материалы – при нагревании способны размягчаться и подвергаться многократной переработке;

- термореактивные (реактопласты) – эпоксидные композиции, текстолит и другие материалы – при нагревании вначале размягчаются, а затем в результате химических реакций затвердевают и необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние.

Пластмассы применяют для:

- восстановления размеров деталей;
- заделки трещин и пробоин;
- герметизации и стабилизации неподвижных соединений;
- изготовления некоторых деталей и пр.

Пластмассы наносят:

- намазыванием;
- газопламенным напылением;
- вихревым, вибрационным способами;
- литьем под давлением;
- прессованием и др.

Для обеспечения надежной адгезии полимера с деталью ее поверхность должна быть тщательно подготовлена, для чего производят очистку от грязи, механическую обработку или зачистку поверхности шлифовальной шкуркой, тщательное обезжиривание (в щелочных растворах, ацетоне, бензином и др.) с последующей сушкой. Для увеличения сцепляемости полимера с поверхностью детали у последней сверлят отверстия, нарезают канавки, резьбу, проводят струйную обработку и т.д.

Примерные области применения полимерных материалов при ремонте машин приведены в табл. 4.

Области применения полимерных материалов

Материал	Область применения
1	2
Эпоксидный состав А	Устранение трещин длиной до 20 мм, склеивание металлических изделий, вклеивание подшипников и других деталей при зазоре до 0,2 мм
Эпоксидный состав А, стеклоткань или техническая бязь	Устранение трещин и обрывов трубопроводов
Эпоксидный состав Б	Ремонт чугунных и стальных деталей, устранение трещин длиной до 20 мм, восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием, восстановление резьбовых соединений и др.
Эпоксидный состав Б, стеклоткань	Устранение трещин длиной до 20 – 150 мм у чугунных и стальных деталей
Эпоксидный состав Б, стальная пластина	Устранение пробоин и трещин длиной более 150 мм у чугунных и стальных деталей
Эпоксидный состав В	Ремонт алюминиевых деталей: устранение трещин длиной до 20 мм, восстановление посадочных поверхностей, ремонт резьбовых соединений, уплотнение сварных швов
Эпоксидный состав В, стеклоткань	Устранение трещин длиной до 20 – 150 мм у алюминиевых деталей
Эпоксидный состав В, стальная пластина	Устранение пробоин и трещин длиной более 150 мм у алюминиевых деталей
Эпоксидный состав Г	Восстановление неподвижных соединений с последующей механической обработкой
Эпоксидный состав Д	Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой
Эпоксидный состав Е	Восстановление и стабилизация резьбовых соединений
Клей БФ-2 и БФ-4	Склеивание металлов, стекла, керамики, древесины и др.
Клей ВС-10Т и ВС-350	Склеивание металлов, текстолита, пенопласта и т. д.
Клей БФ-6 и № 88	Склеивание ткани, кожи, резины, войлока между собой и приклеивание их к металлу, дереву и другим материалам

1	2
Эластомер ГЭН-150 (В)	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм – без термообработки, до 0,16 мм – с термообработкой при 115 °С
Герметик 6Ф	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм – без термообработки, до 0,2 мм – с термообработкой при 160 °С
Анаэробные герметики АН-4, УГ-7	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,15 мм. Стопорение резьбовых соединений
Анаэробные герметики АН-17, УГ-1, УГ-3, УГ-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,4 мм. Стопорение резьбовых соединений
Анаэробные герметики АН-6, АН-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,6 мм. Стопорение резьбовых соединений
Герметик «Эластосил 137-83»	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной и масляной средах при зазоре до 0,8 мм
Компаунд ЛТ-75Т	То же, включая топливную среду
Уплотнительная замазка У-20А	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в водной и воздушной средах
Герметик УН-25	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в среде воды, масла, бензина
Уплотняющие жидкие прокладки ГИП-242, ГИП-244	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водной и воздушной средах. То же, включая маслобензиновую среду
Полиамид, полиэтилен, полипропилен	Восстановление и изготовление деталей литьем под давлением

Газопламенным напылением наносят покрытия на заготовки из стали, чугуна и цветных металлов для защиты от влаги и химически активной среды. Поверхность, подлежащая газопламенному напылению, должна быть шероховатой и тщательно очищенной.

Сущность процесса: струя воздуха со взвешенными в ней частицами порошкового полимера проходит через факел ацетиленовоздушного пла-

мени (температура 650 – 700 °С и выше, скорость прохождения полимерного материала 20 – 30 м/с), частицы размягчаются до пластического состояния и при ударе о подготовленную поверхность детали сцепляются с ней, образуя сплошное полимерное покрытие.

Покрытие наносят с помощью установки для газопламенного напыления (УПН-б-63 или УГПЛ - П), которая имеет распылительную газовую горелку и питательный бачок, соединенные между собой шлангом.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие существуют способы восстановления деталей?
2. Расскажите о способах восстановления деталей пластическим деформированием.
3. Каким образом можно определить усилие правки?
4. В чем заключается сущность восстановления деталей дополнительными деталями?
5. Назовите основные виды сварки, используемые в авторемонтном производстве.
6. В чем заключается восстановление деталей сваркой?
7. Каковы особенности автоматической электродуговой наплавки под флюсом?
8. Расскажите об особенностях разных видов металлизации деталей: газопламенной, высокочастотной, электродуговой, плазменно-дуговой металлизации взрывом.
9. В чем заключаются процессы железнения и хромирования деталей?
10. В чем заключается сущность восстановления деталей полимерными материалами?

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

4.1. Основы технического нормирования труда

Техническое нормирование труда представляет собой систему установления технически обоснованных норм времени, т. е. необходимых затрат времени на качественное выполнение определенной работы.

Техническое нормирование и научная организация труда неотделимы друг от друга, поскольку нормировать необходимо организованный труд, т. е. труд, приведенный к определенной системе.

Главная задача технического нормирования – это обеспечение более высоких темпов роста производительности труда. Реализация этой задачи осуществляется за счет разработки мероприятий, направленных:

- на выявление и использование резервов повышения производительности труда, которые имеются практически на каждом предприятии в силу наличия как явных, так и скрытых потерь рабочего времени;
- на повышение производительности труда;
- на разработку и установление технически обоснованных норм на различные работы с учетом наиболее полного и эффективного использования имеющейся техники. При этом предусматривается четкая организация рабочих мест и построение технологических процессов, использование передовых приемов и методов труда.

Техническое нормирование труда заключается в установлении технически обоснованных норм времени или выработки. Труд нормируют на уровне элементов технологического процесса – его технологических операций.

Норма времени – это время, установленное одному или нескольким рабочим соответствующей квалификации для выполнения определенной работы в условиях наиболее рациональных для данного предприятия технологических процессов и организации труда с учетом использования передового производственного опыта.

Норма выработки – это регламентированный объем работы, который должен быть выполнен в единицу времени, в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации. Норма выработки – величина, обратно пропорциональная норме времени, она выражается числом изделий, которое должно быть выпущено в единицу времени.

Цикл технологической операции – это отрезок времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции.

Основное время t_o – часть штучного времени, затрачиваемого на изменение и (или) последующее определение состояния предмета ремонта. В зависимости от соотношения затрат энергии живой и неживой природы на технологическое воздействие различают виды основного времени: ручное и машинно-ручное, которое определяет нормировщик, и машинное, которое рассчитывает технолог.

Вспомогательное время t_g – часть штучного времени, затрачиваемого на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предмета ремонта. В течение этого времени рабочий, например, устанавливает заготовки, переставляет инструмент и снимает обработанные детали.

Оперативное время t_{on} включает основное и вспомогательное время. В течение оперативного времени рабочий непосредственно занят трудовым процессом.

Дополнительное время t_{don} затрачивается на обслуживание рабочего места и на личные потребности рабочего.

Время обслуживания рабочего места t_{opm} – часть штучного времени, затрачиваемого рабочим на содержание средств ремонта в работоспособном состоянии, уход за ними и рабочим местом. Оно включает очистку, осмотр, смазывание и опробование оборудования, смену инструмента (без переточки), уборку рабочего места и др.

Время на личные потребности t_l – часть штучного времени, затрачиваемого рабочим на личные потребности (гигиену и естественные потребности), а при утомительных работах – на дополнительный отдых для поддержания работоспособности в течение смены.

Подготовительно-заключительное время t_{nz} – отрезок времени на подготовку исполнителя и средств ремонта к выполнению технологической операции и приведение последних в порядок после окончания смены или выполнения операции. Это время затрачивается один раз в смену или на партию изделий (если в течение смены произошел переход к обработке другой партии изделий). Поэтому чем больше однотипных изделий в партии, тем меньше затраты подготовительно-заключительного времени на одно изделие.

Штучное время $t_{ш}$ – отрезок времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции.

Штучно-калькуляционное время $t_{шк}$ (рис. 40) включает время: оперативное (основное и вспомогательное), дополнительное (обслуживания рабочего места и на личные потребности) и подготовительно-заключительное.



Рис 40. Структура штучно-калькуляционного времени

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$ – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, при выполнении технологической операции. Эта норма определяется типом, техническим уровнем и организацией производства и складывается из норм оперативного, дополнительного и подготовительно-заключительного времени:

$$T_{шк} = T_{оп} + T_{дон} + \frac{T_{пз}}{z} = T_o + T_v + T_{орм} + T_l + \frac{T_{пз}}{z}, \quad (20)$$

где $T_{оп}$, $T_{дон}$, $T_{пз}$, T_o , T_v , $T_{орм}$, T_l – нормы времени оперативного, дополнительного, подготовительно-заключительного, основного, вспомогательного, организации рабочего места и на личные потребности рабочего соответственно; z – число изделий в партии или обрабатываемых за смену.

В зависимости от вида машинного времени, серийности производства и опыта нормирования применяют опытно-статистические и технически обоснованные нормы времени.

Опытно-статистические нормы времени устанавливают по аналогии с существующими нормами на подобные работы. Метод применяют в единичном и мелкосерийном производстве при нормировании ручных и машинно-ручных работ (разборочных, слесарных, сборочных). Он основан на применении статистических данных и личном опыте нормировщика. Применение метода крайне ограничено: его результаты не служат стимулом повышения производительности труда; нормы менее точны по сравнению с технически обоснованными нормами времени, устанавливаются укрупненно без разложения трудовых затрат на составные элементы и базируются на заранее достигнутом уровне производительности труда.

Технически обоснованные нормы времени устанавливают аналитически-исследовательским и аналитически-расчетным методами, которые предусматривают: деление операции на элементы (переходы, приемы); анализ факторов, влияющих на продолжительность или возможность исключения рассматриваемого элемента; улучшение структуры операции; расчет нормы времени по элементам операции; разработку мероприятий, обеспечивающих возможность внедрения установленной нормы. Метод является основным в крупносерийном и массовом производствах.

Аналитически-исследовательский метод предусматривает непосредственное наблюдение за операцией на рабочем месте или в технологических лабораториях с помощью фотографии рабочего времени или хронометража. При этом тщательно анализируют организацию рабочего места и проверяют технологические режимы. Область применения метода – нормирование ручных или машинно-ручных работ в серийном и крупносерийном производствах.

Фотография рабочего времени заключается в непосредственном учете времени. Наблюдения ведут за всеми составляющими времени на рабочем месте в течение нескольких рабочих смен, одной смены или некоторой ее части. Фотография рабочего времени служит для накопления материала, разработки нормативов на подготовительно-заключительное время, время обслуживания рабочего времени, регламентированных перерывов, отдыха и личных надобностей, выявления потерь рабочего времени и их причин для целей предупреждения.

Хронометраж применяют для измерения затрат рабочего времени на выполнение операций или ее элементов. Хронометраж необходим для подготовки материалов для разработки новых и изменения действующих норм времени. С помощью хронометража накапливают материал для разработки нормативов машинно-ручного времени и вспомогательного времени в условиях массового и крупносерийного производства, изучают методы выполнения комплексных приемов для выявления их лучших сочетаний и распространения передового опыта.

Аналитически-расчетный метод применяют в виде научно обоснованных расчетов машинного времени при нормировании станочных работ, а также использовании заранее установленных в технологических лабораториях нормативов вспомогательного и подготовительно-заключительного времени.

4.2. Техническое нормирование станочных работ

В авторемонтном производстве выполняют следующие основные виды станочных работ: точение, сверление, фрезерование, шлифование, хонингование и протягивание. Техническое нормирование этих работ предполагает расчет режимов обработки, ее основного времени и определение штучно-калькуляционного времени.

Машинное время обработки t_o , мин, в большинстве случаев определяют по формуле

$$t_o = \frac{L}{v_s} \cdot i = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i, \quad (21)$$

где L – длина пути, пройденная инструментом в направлении подачи, мм; i – число рабочих ходов; v_s – скорость движения подачи, мм/мин; n – частота вращения заготовки, мин^{-1} ; s – подача, мм/об.

При точении машинное время t_o , мин, определяют по формуле

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot s} \cdot i, \quad (22)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм; l_1 – длина врезания, мм; l_2 – длина перебега инструмента, мм (принимают 0,5...2,0 мм); l_3 – дополнительная длина для снятия пробной стружки, мм (принимают 2...5 мм в единичном производстве).

При нарезании резьбы метчиками в сквозном отверстии и наружной резьбы плашками

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n_{np} \cdot s} + \frac{l + l_1 + l_2}{n_{об} \cdot s}, \quad (23)$$

где l_1 – длина, равная 1...3 шагам нарезаемой резьбы, мм; l_2 – длина, равная 2...3 шагам нарезаемой резьбы, мм; n_{np} и $n_{об}$ – частоты прямого и обратного вращений заготовки, мин^{-1} .

При нарезании резьбы метчиком в глухом отверстии

$$t_o = \frac{l+l_1}{n_{np} \cdot s} + \frac{l+l_1}{n_{об} \cdot s}. \quad (24)$$

При фрезеровании плоскостей цилиндрической фрезой, пазов дисковой фрезой, уступов концевой фрезой, плоскостей концевой фрезой

$$t_o = \frac{l+l_1+l_2}{n_{\phi} \cdot s} \cdot i, \quad (25)$$

где n_{ϕ} – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

При фрезеровании шпоночной канавки шпоночной фрезой, когда канавка закрыта с двух сторон,

$$t_o = \frac{h+(0,5...1,0)}{s_{мв}} + \frac{l-D_{\phi}}{s_{мг}}, \quad (26)$$

где h – глубина шпоночного паза, мм; $s_{мв}$ – минутная вертикальная подача, мм/мин; l – длина паза, мм; D_{ϕ} – диаметр фрезы, мм; $s_{мг}$ – минутная горизонтальная подача, мм/мин.

При круглом наружном и внутреннем шлифовании методом продольной подачи основное время определяют по формуле

$$t_o = \frac{L}{s_{ш} \cdot n} \cdot \frac{h}{t} \cdot k, \quad (27)$$

где $L = l - (0,2...0,4) \cdot B_{\kappa}$ при шлифовании напроход и $L = l - (0,4...0,6) \cdot B_{\kappa}$ при шлифовании в упор, мм; B_{κ} – высота шлифовального круга, мм; h – припуск на обработку, мм; k – поправочный коэффициент, зависящий от вида шлифования; $s_{ш}$ – продольная подача на один оборот обрабатываемой заготовки, мм/об.

При наружном шлифовании в центрах методом врезания

$$t_o = \frac{h}{s_{non} \cdot n} \cdot k, \quad (28)$$

где s_{non} – поперечная подача на один оборот заготовки, мм/об.

При наружном круглом бесцентровом шлифовании напроход

$$t_o = \frac{l \cdot m + B_{\kappa} \cdot i \cdot k}{s_{np} \cdot m}, \quad (29)$$

где m – число заготовок, шлифуемых непрерывным потоком; $s_{np} = \pi \cdot D_{\text{вк}} \cdot n_{\text{вк}} \cdot \sin \alpha$ – продольная подача заготовки, мм/об; $D_{\text{вк}}$ – диаметр ведущего круга, мм; $n_{\text{вк}}$ – частота вращения ведущего круга, об/мин; α – угол перекрещивания осей ведущего и режущего кругов.

При хонинговании отверстий основное время равно

$$t_o = \frac{t}{s_p \cdot n_{\text{хз}}}, \quad (30)$$

где s_p – радиальная подача на двойной ход инструмента, мм.

При протягивании гладких и шлицевых отверстий основное время равно

$$t_o = \frac{l + (5 \dots 10)}{1000 \cdot v_{np}}, \quad (31)$$

где l – длина рабочей части протяжки, мм; v_{np} – скорость протягивания, м/мин.

Значения поправочных коэффициентов и рекомендации по их применению в расчетах основного времени можно найти в справочниках технолога. Там же имеются формулы машинного времени для других видов обработки заготовок на автоматах, станках с числовым программным управлением, многооперационных станках.

Подготовительно-заключительное время на наладку станка и дополнительные приемы, вспомогательное время, связанное с переходом и на установку и снятие детали, а также время на обслуживание рабочего места выбираются из нормативов.

4.3. Техническое нормирование ремонтных работ

При выполнении работ, осуществляемых вручную (разборочных, слесарных, сборочных), как правило, применяют аналитически-исследовательский метод нормирования труда.

Слесарные работы. Эти работы не делят на переходы и приемы для целей нормирования. Отмечают лишь перечень повреждений и операций для их устранения, например: забоины и заусенцы на рабочих поверхностях, полученные при разборке, – опилование личным напильником; погнутость стержневых деталей – правка на молоте; залом шпилек – вывертывание экстрактором. Для технического нормирования приведенного перечня работ имеются соответствующие нормативные таблицы. Они включают время на установку одной заготовки в тиски и снятие ее из тисков, зачистку заусенцев и снятие фаски личным напильником, зачистку кромки по цилиндрической поверхности, снятие заусенцев после сверления в отверстиях зенковкой вручную, опилование открытых поверхностей, обработку крейцмесселем, разметку, кернение, нарезание резьбы и другие работы.

Разборочные и сборочные работы. Разборку или сборку разбивают на однотипные технологические элементы (снятие или установка шплинтов, отвертывание или завертывание гаек, шпилек, болтов, снятие или установка крышек). Для каждой такой части операции выбираются трудовые нормативы, которые корректируют с учетом условий труда и сложности конструкции и суммируют по всей операции.

Часть времени разборки не поддается прямому учету. Это относится к технологическим перерывам для обдумывания предстоящей работы, увеличению времени на разборку заржавленных, изношенных или деформированных соединений, снижению интенсивности труда при переходе от одной операции к другой.

Сборка включает регулировочные и пригоночные работы, которые зависят от сложности агрегата, но не поддаются прямому расчету. Такие затраты труда устанавливаются путем хронометража и статистической обработки.

Частные нормы основного и вспомогательного времени, учитывающие сложность конструкции, определяют по нормативным таблицам для сборочных и слесарных работ. Дополнительное и подготовительно-заключительное время для разборочных и сборочных работ принимают равным 20% оперативного времени.

Сварочно-наплавочные работы. В течение основного времени электродуговой сварки и наплавки происходит плавление металла электрода для образования сварного шва или валика в течение горения дуги. Основное время, мин, для нанесения одного погонного метра шва или валика определяют по формуле

$$t_o = \frac{60 \cdot m}{\alpha_n \cdot I}, \quad (32)$$

где m – масса наплавленного металла, г; α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч; I – сила сварочного тока, А.

Гальванические работы. Нанесение электрохимических покрытий характеризуется длительным основным временем, большим количеством вспомогательных работ и возможностью совмещения во времени основных и вспомогательных переходов. Во время осаждения покрытия рабочий может очищать заготовки, изолировать поверхности от действия электролита, устанавливать заготовки на подвески, обезжировать и промывать их, а также обслуживать рабочее место.

Основное время нанесения покрытия, мин, определяют по формуле

$$t_o = \frac{600 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_k \cdot \alpha}, \quad (33)$$

где h – толщина покрытия, мм; γ – плотность осадка, г/см³; D_k – катодная плотность тока, А/дм²; C – электрохимический эквивалент, г/А·ч; α – выход металла по току в долях единицы.

При нанесении покрытия во вращающихся барабанах или колоколах норму основного времени, рассчитанную по приведенной формуле, увеличивают на 25%.

Кузнечные работы. Нормы основного и вспомогательного времени определяют по таблицам нормативов, в которых дается оперативное время на выполнение различных видов кузнечной работы (рубку, протяжку, осадку и др.), в зависимости от размеров исходной заготовки и окончательных размеров поковки. При нормировании кузнечных работ в состав штучно-калькуляционного времени вводят норму времени, затрачиваемого на нагрев заготовки T_n , и общая формула определения $T_{шк}$ принимает вид

$$T_{шк} = T_o + T_v + T_n + T_d + \frac{T_{нз}}{z}. \quad (34)$$

Нормируемое время нагрева детали составляет примерно равно 35% оперативного времени.

Малярные работы. Эти работы связаны с определением нормативов времени на подготовку поверхности к окрашиванию, нанесение лакокрасочных покрытий и обработку окрашенной поверхности. Нормативы учитывают следующие условия: маляр освобожден от подноски к рабочему месту материалов и изделий; лакокрасочные материалы поступают в гото-

вом для применения виде; перемещение окрашиваемых изделий, их поворот и укладка в пределах рабочего места (длиной до 5 м) входят в объем работ маляра и включены в оперативное время.

Окрашиваемые поверхности в зависимости от сложности их формы подразделяют на три группы:

- плоские или криволинейные поверхности без выступов и карманов (капоты, крылья, баки, борта, полы и др.);
- поверхности из труб, угольников и впадин (поверхности агрегатов, рам, радиаторов и др.);
- наиболее сложные поверхности машин с трудно доступными элементами (колесные ниши, пространство под приборной панелью и др.).

При определении размеров поверхностей применяют способ удвоенной суммы площадей трех проекций объекта. Эти проекции описывают простейшими геометрическими фигурами (прямоугольником, квадратом, кругом). Например, если габаритные размеры двигателя $1200 \times 1000 \times 700$ мм, то поверхность окрашивания равна $2 \cdot (12 \cdot 10) + 2 \cdot (10 \cdot 7) + 2 \cdot (12 \cdot 7) = 548$ дм².

Нормативное время определено при выполнении маляром работ в удобном положении, в противном случае применяют поправочные коэффициенты.

После того, как определены нормативы времени на составляющие оперативного времени по операциям окрашивания, штучно-калькуляционное время определяют по формуле

$$T_{шк} = k_{ок} \cdot T_{оп}, \quad (35)$$

где $k_{ок}$ – коэффициент, учитывающий затраты на дополнительное и подготовительно-заключительное время при окрашивании.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается техническое нормирование труда?
2. В чем состоит аналитически-исследовательский метод оценки затрат труда?
3. Перечислите виды затрат рабочего времени.
4. В чем заключается последовательность технического нормирования станочных работ независимо от вида оборудования?
5. Что берут за основу при нормировании разборочно-сборочных работ?
6. Как определяется штучно-калькуляционное время для гальванических процессов?

Библиографический список

1. *Беднарский, В.В.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник / В.В. Беднарский. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 456 с.
2. *Васильев, Б.С.* Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов : учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Б.С. Васильев, Б.П. Дологополов, Г.Н. Доценко ; под ред. В.А. Зорина. – М. : ИЦ «Академия», 2012. – 512 с.
3. *Виноградов, В.М.* Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учебное пособие / В.М. Виноградов, И.В. Бухтеева, Н.В. Редин. – М. : ИЦ «Академия», 2012. – 528 с.
4. *Виноградов, В.М.* Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Механизмы и приспособления : учебное пособие / В.М. Виноградов, И.В. Бухтеева, А.А. Черепашин. – М. : Форум, 2010. – 272 с.
5. *Виноградов, В.М.* Технологические процессы ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Виноградов. – 6-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2013. – 432 с.
6. *Власов, В.М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для сред. проф. образования / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов ; под ред. В.М. Власова. – 9-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2013. – 432 с.
7. *Дюмин, И.Е.* Ремонт автомобилей / И.Е. Дюмин. – 2-е изд., стер. – М. : Транспорт, 1998. – 280 с.
8. *Епифанов, Л.И.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. – М. : ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 352 с.
9. *Зорин, В.А.* Основы технологии производства и ремонта машин : метод. указ. к курсовой работе по курсу «Основы технологии производства и ремонта» / В.А. Зорин, А.Ф. Синельников, Е.А. Косенко. – М. : МАДИ, 2017. – 104 с.
10. *Иванов, В.И.* Эксплуатация строительных, дорожных и коммунальных машин в зимнее время : учебно-методическое пособие / В.И. Иванов, А.Н. Чебоксаров. – Омск : СибАДИ, 2011. – 148 с.
11. *Иванов, В.П.* Ремонт автомобилей : учебник / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 336 с.
12. *Ельцов, В.В.* Восстановление и упрочнение деталей машин : электронное учеб. пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015. – 1 электрон. опт. диск.
13. *Карагодин, В.И.* Ремонт автомобилей и двигателей : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 9-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2013. – 496 с.
14. *Коробейник, А.В.* Ремонт автомобилей : практический курс / А.В. Коробейник // Серия «Библиотека автомобилиста». – Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 512 с.
15. *Кулаков, А.Т.* Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей / А.Т. Кулаков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2013. – 448 с.
16. *Ли, Р.И.* Технологии восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники : учеб. пособие / Р.И. Ли. – Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2014. – 379 с.

17. *Логинов, П.К.* Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей : учебное пособие / П.К. Логинов, О.Ю. Ретюнский ; Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 217 с.
18. *Мылов, А.А.* Основы ремонта автомобилей : учебное пособие / А.А. Мылов. – М. : МГИУ, 2010. – 124 с.
19. *Овчинников, В.П.* Технологические процессы диагностирования, обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / В.П. Овчинников, Р.В. Нуждин, М.Ю. Баженов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 284 с.
20. *Передерий, В.Г.* Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Г. Передерий, В.В. Мишустин ; Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2013. – 226 с.
21. *Петросов, В.В.* Ремонт автомобилей и двигателей : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В. Петросов. – М. : ИЦ «Академия», 2005. – 224 с.
22. *Сарбаев, В.И.* Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / В.И. Сарбаев. – М. : МГИУ, 2006. – 284 с.
23. *Синельников, А.Ф.* Основы технологии производства и ремонт автомобилей : учеб. пособие / А.Ф. Синельников. – 2-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2013. – 320 с.
24. *Синицын, А.К.* Основы технической эксплуатации автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Синицын А.К. – М. : Российский университет дружбы народов, 2011. – 284 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11545>. – ЭБС «IPRbooks» (дата обращения к ресурсу: 19.01.2018).
25. *Скепьян, С.А.* Ремонт автомобилей. Курсовое проектирование : Учебное пособие / С.А. Скепьян. – М. : НИЦ ИНФРА-М : Нов. знание, 2013. – 235 с.
26. *Туревский, И.С.* Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность : учебное пособие / И.С. Туревский. – М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2011. – 192 с.
27. *Чебоксаров, А.Н.* Основы теории надежности и диагностика : курс лекций / А.Н. Чебоксаров. – Омск : СибАДИ, 2012. – 76 с.
28. *Чумаченко, Ю.Т.* Автослесарь: устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Ю.Т. Чумаченко, А.И. Герасименко, Б.Б. Рассанов ; под ред. А.С. Трофименко. – Ростов н/Д : Феникс, 2013. – 539 с.
29. *Яговкин, А.И.* Организация производства технического обслуживания и ремонта машин : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Яговкин. – М. : ИЦ «Академия», 2006. – 400 с.
30. *Ярошевич, В.К.* Технология производства и ремонта автомобилей : учеб. пособие / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2008. – 640 с.