

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

---

А.Д.Цой

# ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Самара 2007

УДК 629.113.004

**Технология и оборудование авторемонтного производства:** Учеб. пособ. / А.Д.Цой; Самар.гос.техн.ун-т. Самара, 2007. – 114 с.

Рецензенты: доктор технических наук А.С. Денисов  
кандидат технических наук С.Ю. Кинив

В учебном пособии рассмотрены общие положения по ремонту автомобилей, этапы технологического процесса ремонта автомобилей и агрегатов, используемые при ремонте оборудование, инструмент и оснастка, освещены вопросы проектирования технологических процессов восстановления автомобильных деталей.

Для студентов специальности 190603 «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт)». Также может быть полезно работникам автотранспортных и авторемонтных предприятий.

Ил. 63. Табл. 16. Библиогр.:22 назв.

© А.Д.Цой, 2007

© Самарский государственный  
технический университет, 2007

## ВВЕДЕНИЕ

Ремонт автомобилей является объективной необходимостью, которая обусловлена техническими и экономическими причинами, а именно:

1. Потребность в автомобилях частично удовлетворяется путем эксплуатации отремонтированных автомобилей.

2. Ремонт обеспечивает дальнейшее использование тех элементов автомобиля, которые ещё не полностью изношены.

Ремонт способствует экономии материалов, идущих на изготовление новых автомобилей. При восстановлении деталей расход металла в 20...30 раз меньше, чем при их изготовлении.

Расходы на поддержание работоспособности автомобилей и агрегатов во много раз превышают их начальную стоимость. Ежегодно на каждый автомобиль затрачивается средств в размере 55...65% его первоначальной стоимости. Эти затраты составляют более 20% себестоимости транспортной продукции [7]. Всего за весь срок службы автомобиля расходы на его эксплуатацию в 5-6 раз выше стоимости нового автомобиля [5].

Кроме того, совершенствование технологических процессов ремонта, применение современного оборудования и материалов положительно влияют на снижение затрат в период эксплуатации автомобиля за счет сокращения простоя в ремонте, увеличения межремонтного пробега, использования профилактической стратегии поддержания работоспособности автомобиля.

Автотранспортное производство – это неотъемлемая и важная часть автотранспортного комплекса. На ремонтных работах занято до 15% рабочих, 1/3 часть парка металлорежущих станков.

В настоящее время наблюдается тенденция организации авторемонтных участков, отделений и мастерских на АТП и крупных СТО, на которых производится капитальный ремонт агрегатов и систем автомобилей с использованием технологий восстановления деталей. Это вызвано уменьшением количества авторемонтных заводов, ненадлежащим качеством ремонта на АРЗ при высокой стоимости таких услуг. Экономический спад 90-х годов прошлого столетия привел к тому, что часть автотранспортных предприятий стали выполнять функции не только перевозчиков, но и продавцов услуг по крупному ремонту автомобилей.

# 1. ОСНОВЫ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

## 1.1. Особенности авторемонтного производства

Ремонт любого изделия имеет много общего с процессом его изготовления. Однако естественно, что процесс ремонта, восстановление работоспособности, имеет свои, характерные особенности, отличающие данный процесс от производства новой продукции.

Одной из основных особенностей авторемонтного производства (АРП) является то, что качество ремонта достигается различными путями и разной ценой. В условиях АТП и СТО, мелких мастерских по ремонту агрегатов автомобилей, как правило, применяется индивидуальный метод ремонта, характерные черты которого – низкая производительность, высокая квалификация исполнителей, низкий уровень специализации и более высокая себестоимость ремонта.

В условиях авторемонтных заводов, крупных автообслуживающих предприятий, имеющих специальные участки по капитальному ремонту агрегатов и автомобилей, возможно получение необходимого качества при более высоких технико-экономических показателях за счет применения поточных методов организации производства, специализации постов и оборудования. Эти преимущества заводского ремонта в еще большей степени реализуются при организации необезличенного ремонта.

Кроме того, к особенностям АРП следует отнести:

- ☞ наличие трех групп деталей – годных, восстановленных, новых. Это осложняет процессы комплектования и сборки при ремонте. Окраска при КР также усложняется из-за необходимости проведения работ по удалению старых лакокрасочных покрытий и загрязнений;
- ☞ наличие специфических, присущих только ремонту работ: разборка, очистка и мойка, дефектация, сортировка, восстановление деталей;
- ☞ нестабильность характера и объема работ как результата разнородности технического состояния ремонтного фонда. Это обстоятельство усложняет производственный процесс выпуска продукции авторемонтными предприятиями, затрудняет планирование объема производства.

Таким образом, ремонт по объему и содержанию выполняемых работ является более сложным процессом, чем изготовление автомобиля.

## 1.2. Факторы, влияющие на техническое состояние автомобиля.

Необходимость неоднократного восстановления работоспособности агрегатов и систем автомобиля в процессе эксплуатации продиктована объективными процессами, приводящими к изменению технического состояния узлов, механизмов и деталей автомобиля. Такие процессы, как воздействие на детали напряжений, возникающих в результате динамических нагрузок, взаимодействие остаточных напряжений, возникших в процессе изготовления, воздействие внешних условий – темпера-

туры, влажности, химически активных веществ – приводит к старению и возникновению дефектов.

**Старение** – процесс необратимого изменения свойств и состояния объекта.

Изменение технического состояния автомобиля происходит под влиянием постоянно действующих причин, обусловленных работой самих механизмов, случайных причин, а также внешних условий, при которых работает и хранится автотранспортное средство.

Случайные причины - скрытые дефекты перегрузки конструкции, превосходящие допустимые пределы.

Основные (постоянно действующие) причины: изнашивание, пластические деформации, усталостные разрушения, коррозия, физико-химические и температурные изменения материалов и деталей.

В большинстве случаев старение автомобилей проявляется в виде физического изнашивания деталей.

**Изнашивание** – процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы тела.

Виды изнашивания:

- ⊖ механическое;
- ⊖ молекулярно-механическое;
- ⊖ коррозионно-механическое.

**Механическое** изнашивание делится:

на абразивное изнашивание, которое является следствием действия режущих твердых частиц, находящихся между поверхностями трения;

на изнашивание при хрупком поверхностном разрушении, которое состоит в том, что поверхностный слой материала одной из сопряженных деталей (в результате трения и наклепа) становится хрупким и разрушается обнажая менее хрупкий материал (износ беговых дорожек подшипников).

**Молекулярно-механическое (адгезионное)** изнашивание возникает в результате молекулярного сцепления материалов трущихся поверхностей (в период приработки деталей). Оно приводит к задирам, заклиниванию, разрушению механизмов.

**Коррозионно-механическое** - в результате сочетания механического изнашивания и агрессивного действия окружающей среды (на поверхности трения образуются пленки окислов, которые снимаются при механическом трении). При наличии агентов коррозии (серной, сернистой, органических кислот) подобного рода изнашивание наблюдается на деталях цилиндропоршневой группы (ЦПГ), гидроусилителях, тормозных гидросистемах.

**Пластические деформации и разрушения** связаны с достижением или превышением пределов текучести, прочности собственно у вязких (сталь), а также хрупких (чугун) материалов.

**Усталостные разрушения** возникают при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости материала, вследствие чего происходит постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящих при определенном числе циклов нагружений к усталостному разрушению деталей (детали подвески - рессоры, кронштейны, заднего моста - полуоси).

**Коррозия** возникает вследствие агрессивного воздействия среды на детали. Основными активными агентами, вызывающими коррозионное изнашивание являются солевые растворы, которыми обрабатывают дороги в зимнее время, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты входящие в состав выхлопных газов.

Может наблюдаться **коррозионная усталость**, которая заключается в первоначальном ослаблении металла в результате коррозионного процесса, а затем трещин под влиянием знакопеременных нагрузок (места сварки, крепления кронштейнов рессор и т. д.).

**Кавитационное разрушение** происходит из-за многократных гидравлических ударов при захлопывании пузырьков воздуха, образующихся в потоке жидкости (мокрые гильзы цилиндров с наружной стороны, лопасти водяного насоса).

**Эрозия** заключается в отделении частиц металла с поверхности тела под действием движущихся потоков жидкости или газа.

**Физико-химические и температурные изменения деталей (старение).** Резино-технические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (нагрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива. Ухудшение свойств смазочных материалов и жидкостей, изменения их вязкостно-температурных характеристик и выработки необходимых компонентов-присадок.

По мере использования автомобиля в его состоянии наступает предел, после которого дальнейшая эксплуатация оказывается технически невозможной или экономически неоправданной. Критерии предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией.

В связи с этим различают допустимый и предельный износ.

**Допустимый износ** – износ, при котором данное соединение будет работоспособным в течение последующего межремонтного срока.

**Предельный износ** – износ, при котором дальнейшая нормальная работа данного соединения в течение очередного межремонтного периода невозможна.

Предельный износ базовой и основных деталей агрегатов автомобиля определяет их предельное состояние.

Все объекты ремонта делятся на ремонтируемые, неремонтируемые, восстанавливаемые и невосстанавливаемые.

**Ремонтируемый объект** - это объект, исправность и работоспособность которого в случае возникновения отказа или повреждения подлежит восстановлению.

**Неремонтируемый объект** - это объект, исправность и работоспособность которого в случае возникновения отказа или повреждения не подлежит восстановлению.

**Восстанавливаемый объект** - это объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации.

**Невосстанавливаемый объект** - это объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации.

Термины “восстанавливаемый” и “невосстанавливаемый” объект не заменяют собой понятия “ремонтируемый” и “неремонтируемый” объект, так как первые ха-

рактируют условия восстановления объекта в конкретных условиях эксплуатации, а вторые - свойства объектов, т. е. возможность устранения повреждений и отказов путем ремонтов. Деление объектов на восстанавливаемые и невосстанавливаемые носит условный характер и может меняться в зависимости от конкретных условий. Например, такие объекты, как прецизионные детали дизельной аппаратуры и гидросистем в условиях эксплуатации, следует считать невосстанавливаемыми, их необходимо заменять после отказа. Эти же объекты для авторемонтных заводов могут быть восстанавливаемыми, если имеется необходимое оборудование для восстановления этих деталей.

### 1.3. Отказ и неисправность. Классификация отказов.

В технике различают следующие состояния объекта: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное. Переход объекта из состояния в состояние характеризуется неисправностью (или повреждением) и отказом.

**Неисправность** - это событие, заключающееся в нарушении исправности автомобиля (агрегата) вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные в нормативно-технической документации.

Неисправность может быть несущественной (работоспособность сохраняется) и существенной (может стать причиной нарушения работоспособности и привести к отказу).

**Отказ** – событие, заключающееся в нарушении работоспособности автомобиля (агрегата), т. е. это событие, при котором происходит полная потеря им работоспособности.

Появлению отказа всегда предшествует появление неисправности. Но появление неисправности не всегда приводит к появлению отказа.

**Классификация отказов.** Общая характеристика отказов автомобиля в целом и его элементов может быть дана по многочисленным признакам. Рассмотрим основные из них.

- ☑ По влиянию на работоспособность автомобиля различают отказы функционирования, при которых выполнение своих функций рассматриваемым элементом или объектом прекращается (например, поломка зубьев шестерни), и отказы параметрические, при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах.
- ☑ По источнику возникновения различают отказы:
  - ☞ конструкционные, обусловленные несовершенством конструкции и ошибками на стадии проектирования;
  - ☞ производственные (технологические), возникающие по причине нарушения или несовершенства процесса производства изготовления или – ремонта изделия;
  - ☞ эксплуатационные, являющиеся следствием нарушений правил эксплуатации и процессов изменения технического состояния.
- ☑ По связи с отказами других элементов можно выделить зависимые (вызванные отказом других элементов системы) и независимые отказы.

☑ По характеру возникновения и возможности прогнозирования различают:

☞ отказы постепенные, характеризующиеся плавным изменением показателей технического состояния объекта, чаще всего вследствие изнашивания. Для данного вида отказов показателен постепенный переход изделия из исправного состояния в состояние отказа через ряд промежуточных состояний. Особенность постепенных отказов заключается, во первых, в возможности их предупреждению, во-вторых, в монотонности изменения технического состояния, что создает предпосылки к их прогнозированию. На постепенные отказы приходится 40 – 75% всех отказов.

☞ внезапные отказы, характеризующиеся скачкообразным, неравномерным изменением технического состояния. Деление это несколько условно, так как отказ является внезапным только потому, что его развитие идет по времени слишком быстро для наблюдателя или скрыто. Это уточняется ещё наличием или отсутствием внешних признаков – явные или скрытые отказы, а также вероятностью обнаружения – диагностируемые или недиагностируемые отказы.

☞ Отказы постепенные по развитию и внезапные по проявлению. Как правило, такие отказы можно предотвратить путем проведения профилактических операций, не смотря на то, что в процессе эксплуатации отказы этой группы проявляются как внезапные, т. е. формально не подлежащие профилактике. Большое количество таких отказов свидетельствует о выборе стратегии ожидания отказа, недостаточном использовании возможностей активного управления техническим состоянием автомобиля.

☑ По частоте возникновения (наработке) различают отказы с малой наработкой (3-4 тыс. км), средней (до 12-16 тыс. км) и большой (свыше 12-16 тыс. км).

В общем случае возникновение отказов связано со свойствами изделия, которые определяют его прочность и износостойкость, и энергией (нагрузкой), которая сообщается объекту на протяжении всего его существования и преобразуется в энергию другого вида. По мере накопления энергии постепенно изменяются физико-химические свойства объекта и прочность (износостойкость) падает.

Некоторые виды разрушений деталей автомобиля показаны на рис. 1.1 и 1.2 [22].

Рассматривая отказы агрегатов автобусов Икарус-280, приведенные в табл. 1.1, (по результатам анализа информации автором в ГУП Саратовское ПАТП-4), следует отметить следующее.

Для двигателя характерно изнашивание (46,8 % отказов), а также прогорание и подгорание (19,2 % отказов), закоксовывание деталей (14,2 % отказов). Износным отказам подвержены такие детали, как вкладыши подшипников и шейки коленчатого вала; гильзы и поршни цилиндров; поршневые кольца и пальцы; толкатели, направляющие втулки, тарелки и гнезда клапанов; кулачки и шейки распределительного вала и др. Прогорание характерно, в основном, для прокладки головки блока цилиндров и поршней, а подгорание – для клапанов. Такие виды отказов, как потеря упругости, трещины, поломки и т. д. связаны в начальный период эксплуатации с отдельными нарушениями технологии деталей, а в дальнейшем в большей мере со старением материалов и усталостными разрушениями. Таким отказам подвержены

поршневые кольца, клапанные пружины, шестерни (поломка); цилиндры, вкладыши подшипников коленчатого вала (задиры); головка и блок цилиндров (трещины).

На систему питания приходится до 9% неисправностей автомобилей с дизельными двигателями. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунок и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи и впрыскивания топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и в незначительной степени приводит к повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя (на 3 – 5%). Таким образом, по системе питания характерными отказами являются износ, закоксовывание деталей.

Таблица 1.1

**Виды отказов деталей по агрегатам и узлам автобусов «Икарус-280» в интервале наработки 200 – 600 тыс. км**

Причина отказа	Количество отказов, %									
	Двигатель (в т. ч. системы питания и охлаждения)	Сцепление	КП	Карданная передача	Задний мост	Передний мост	Рулевое управление	Тормозная система	Электрооборудование	Кузов
Износ	46,8	82,7	67,5	97,8	71,8	56,9	81,1	50,3	10,3	13,0
Прогорание, подгорание	19,2	0,2	–	–	–	–	–	–	50,2	–
Закоксовывание	14,2	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–
Поломка	3,1	3,7	–	2,2	–	35,8	2,2	8,5	18,4	17,3
Потеря упругости	2,3	–	–	–	–	1,5	–	2,0	–	–
Трещина	4,1	1,3	9,1	–	2,9	1,4	–	1,8	–	–
Выкрашивание, задиры	1,8	–	19,6	–	22,7	–	0,1	–	–	–
Вытягивание, разрыв	8,4	11,2	–	–	–	–	8,2	34,3	–	–
Коробление, погнуто-сть	–	0,8	–	–	–	–	6,2	–	–	–
Срез, смятие, срыв	–	–	3,8	–	2,6	4,4	2,2	–	–	–
Коррозия	0,1	–	–	–	–	–	–	3,1	2,3	69,7
Нарушение изоляции	–	–	–	–	–	–	–	–	8,8	–

В системе охлаждения из-за износа отказывают детали насоса (подшипники, сальниковое уплотнение), а из-за вытягивания – ремни привода насоса. Другие отказы встречаются значительно реже и имеют случайный характер.

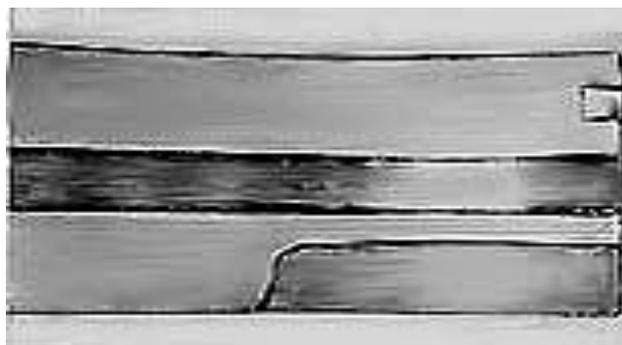
Для трансмиссии основной причиной отказов является износ (по сцеплению 82,7 % отказов, по КП 67,5 %, по карданной передаче 97,8 % и по редукторам и дифференциалу заднего моста 71,8 %). Для сцепления также характерно возникновение трещин нажимного диска и маховика из-за большого количества тепла, выделяющегося при трении скольжения и коробление ведомого диска по той же причине.



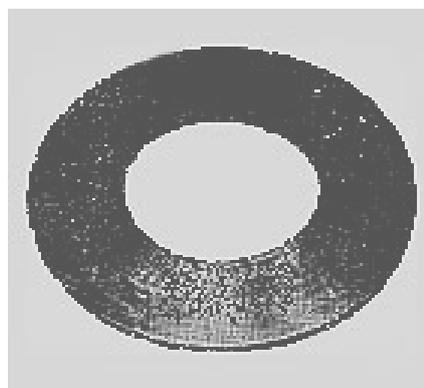
а)



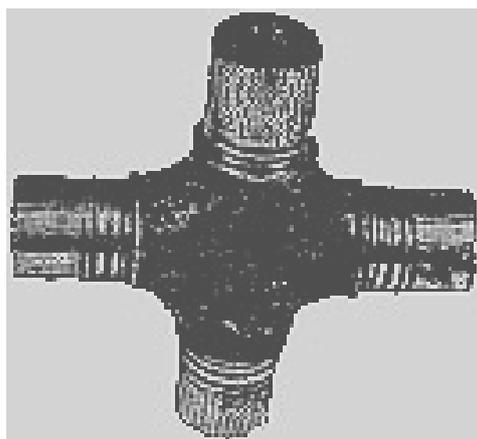
б)



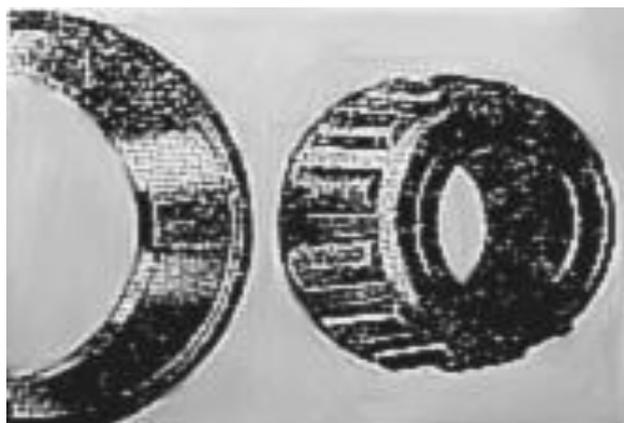
в)



г)



д)



е)

Рис.1.1. Характер отказов некоторых элементов автомобиля:

а) износ и выкрашивание зубьев шестерни; б) поломка зубьев шестерни вала; в) выкрашивание антифрикционного слоя вкладыша; г) трещины нажимного диска сцепления; д) износ шипов крестовины карданного вала; е) износ наружного кольца и роликов подшипника



а)



б)

Рис. 1.2. Коррозионные разрушения бруса надколесной ниши (а) и колесной арки (б) кузова автобуса Икарус.

Для зубчатых передач КП и заднего моста имеет место иной вид изнашивания – постепенной уменьшение размера зубьев и выкрашивание при усталостном изнашивании, а также поломки зубьев при ударах во время переключения передач.

Изнашивание крестовин карданного вала, протекающее при больших удельных нагрузках и малых перемещениях, сопровождается появлением на поверхности

трения углублений – следов вдавливания иголок подшипника, а также характерных поясков в местах контакта сальниковых углублений.

#### **1.4. Стратегии обеспечения работоспособности автомобилей. Действующая система ТО и ремонта. Методы ремонта.**

Как было сказано выше, наиболее характерные отказы (их более 700 наименований [12]) можно разделить на постепенные и внезапные.

Основная часть отказов (61-73% [12]) относится к профилактируемым, которые предупреждать выгоднее, чем устранять.

Внезапные отказы считаются непрофилактируемыми, то есть их невозможно или чрезвычайно трудно предупредить (предсказать момент их возникновения). Сюда же можно отнести и отказы, предупреждение которых нецелесообразно по экономическим причинам.

В связи с этим выделяют два подхода (стратегии) к обеспечению работоспособности автомобилей в эксплуатации:

- ☞ I – **Предупреждение отказов** (профилактическая стратегия)
- ☞ II – **Устранение отказов** (ремонтная стратегия)

**Стратегия I** – профилактическая, предусматривает предупреждение отказов и неисправностей, восстановление исходного или близкого к нему технического состояния изделия до того, как будет достигнуто предельное состояние. Поэтому разовые затраты на одно воздействие на поддержание работоспособности по стратегии I, как правило, значительно ниже соответствующих затрат стратегии II, что и является основным источником эффективности профилактической стратегии. Данная стратегия имеет место при проведении предупредительного технического обслуживания, диагностике, предупредительных заменах деталей, узлов, механизмов и т.д.

Преимущество **стратегии II** (ремонтной) – простота реализации, основной недостаток – неопределённость состояния конкретного изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) парка. Для профилактируемой группы отказов и неисправностей может применяться как профилактическая (проведение технического обслуживания) стратегия, так и ремонтная. Выделение из этой группы профилактируемых отказов и неисправностей производится исходя из заданных критериев эффективности (минимизация затрат ТО и Р, обеспечение необходимых уровней безопасности движения, повышение уровня работоспособности, сокращение расхода топлива и т.д.). Необходимо сказать о том, что критерии эффективности могут и должны меняться исходя из конкретных условий.

Именно на сочетании этих стратегий основана **планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта**, действующая в настоящее время в России (рис. 1.3). Эта система предусматривает в рамках стратегии I проведение различных видов **технического обслуживания (ТО)**, а в рамках стратегии II – проведение **ремонта**.

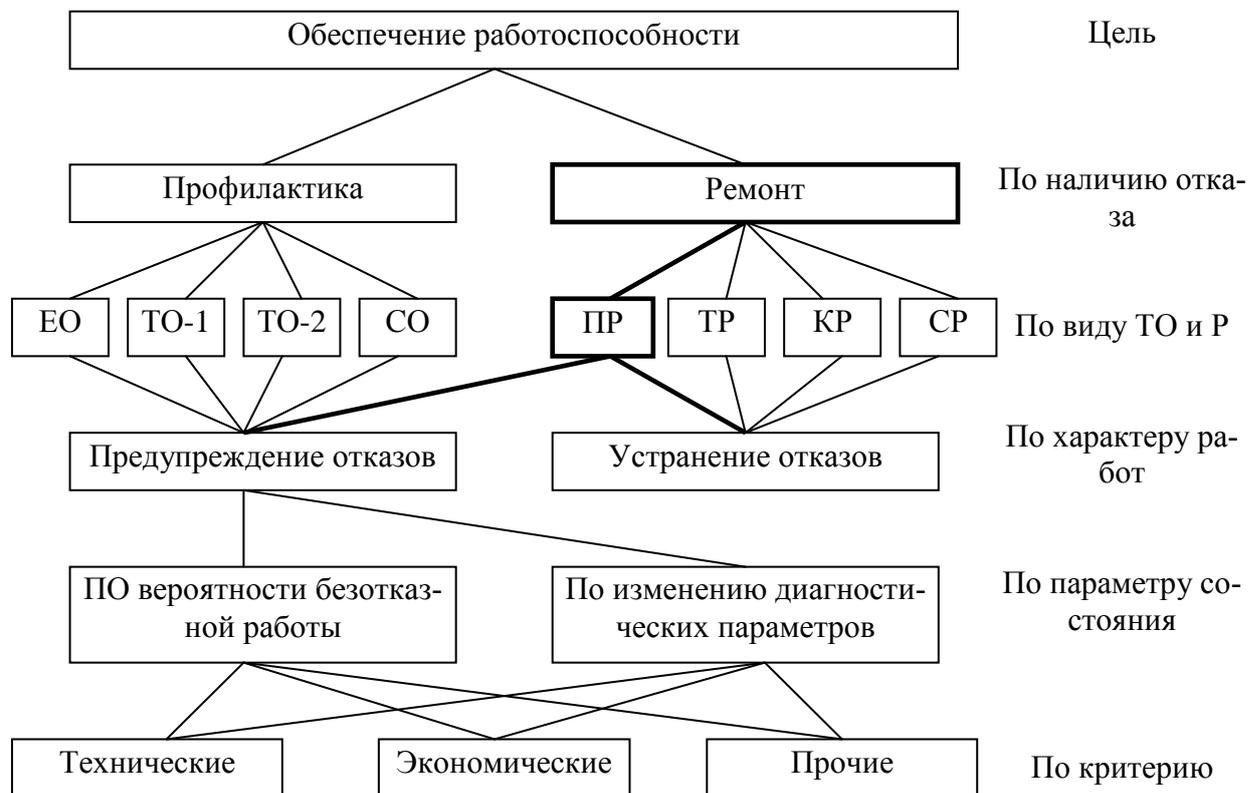


Рис. 1.3. Схема сочетания профилактической и ремонтной стратегии при различных видах ТО и Р [5,22]:

ПР – предупредительный, ТР – текущий, КР – капитальный, СР – сопутствующий ремонт

Таким образом, основная цель ТО состоит в предупреждении и отдалении момента достижения изделием предельного состояния. Это достигается:

- предупреждением возникновения отказа за счет предупредительного контроля и доведения параметров технического состояния автомобиля до номинальных или близких к ним значений;
- предупреждением отказа в результате уменьшения интенсивности изменения параметра технического состояния (например, путем снижения темпа изнашивания сопряженных деталей).

ТО является предупредительным (профилактическим) мероприятием, проводимым, как правило, по плану, и включает в себя контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, моечные, уборочные и другие виды работ. Характерным является выполнение работ ТО, как правило, без разборки узлов и механизмов, отсюда сравнительно малая трудоемкость и стоимость.

К ТО относятся также работы, проводимые для обеспечения доступности механизмов и агрегатов и улучшения условий труда исполнителей по ТО, а также поддержание внешнего вида автомобиля: уборка, мойка, сушка.

«Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта», являющееся основным документом, регламентирующим действие планово-предупредительной системы, предусматривает следующие виды ТО:

- **Ежедневное обслуживание (ЕО)** проводится ежедневно перед началом работы, включает моечные и очистные работы; проверку систем автомобиля, влияющих

на безопасность движения (тормозной системы, рулевого управления, систем освещения и сигнализации); проверку уровня топлива, масел и технических жидкостей, дозаправку при необходимости.

- ⇒ **ТО-1** проводится с периодичностью 3,5 – 5,5 тыс. км. и предусматривает проведение контрольно-осмотровых, крепежных, смазочных работ, замену и долив масел, замену или очистку фильтрующих элементов топливных и масляных фильтров, диагностирование Д-1.
- ⇒ **ТО-2** проводится, как правило, через каждые три ТО-1, т.е. с периодичностью 15-18 тыс. км. и включает в себя углубленное диагностирование Д-2, а также проведение вышеперечисленных работ (как и для ТО-1), но затрагивающих все основные системы и агрегаты автомобилей.
- ⇒ **Сезонное обслуживание (СО)** – при необходимости проводится два раза в год и включает специальные работы по подготовке подвижного состава к смене сезона.

**Ремонт** предназначен для поддержания и восстановления работоспособности, устранения отказов и неисправностей, возникающих при работе и выявленных при ТО.

Характерной особенностью ремонта является значительная трудоемкость, стоимость, необходимость в частичной или полной разборке для восстановления или замены деталей, использование сложного станочного, сварочного, окрасочного и др. оборудования.

Изделия, которые при достижении предельного состояния подлежат восстановлению, называются **ремонтируемыми (ремонтнопригодными)**, например, сам автомобиль, большинство его агрегатов (двигатель, сцепление, коробка передач, редуктор заднего моста) и деталей (коленчатый вал, блок цилиндров, распределительный вал) двигателя.

Изделие, работоспособность которого не подлежит восстановлению, называется **неремонтируемым (неремонтнопригодным)**, например, большинство асбестовых и резинотехнических изделий (тормозные накладки, накладки дисков сцепления, прокладки, манжеты), некоторые электротехнические изделия (лампы, предохранители, свечи), быстроизнашивающиеся детали (кольца), некоторые детали, обеспечивающие безопасность движения (вкладыши и пальцы шарниров рулевых тяг, втулки шкворневых соединений и др.).

Для того чтобы своевременно произвести ТО или определить возможную потребность в ремонте, необходимо знать:

- закономерности изменения технического состояния автомобилей;
- предельные и допустимые значения параметров технического состояния;
- детальную характеристику самих отказов и неисправностей (как часто они возникают, какие причины, степень влияния на работоспособность автомобиля, стоимость и трудоемкость предупреждения или устранения отказа);
- технологию и организацию проведения работ.

Согласно «Положению...», в соответствии с назначением и характером выполняемых работ ремонт подразделяют на капитальный (КР), текущий (ТР) и предупредительный (ПР).

**Текущий ремонт** – выполняется для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава с восстановлением или заменой отдельных его агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельного состояния. ТР должен обеспечить безотказную работу отремонтированных агрегатов, узлов и деталей на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2. Потребность в ТР выявляется в процессе эксплуатации конкретного автомобиля или при ТО и плановом диагностировании. Как правило, при ТР проводится неполная разборка агрегата без снятия его с автомобиля. При ТР могут заменяться детали, достигшие предельного состояния, кроме базовых.

При проведении **предупредительного ремонта** основное значение имеет профилактическая стратегия, и лишь незначительная часть выполняется в виде текущего ремонта. В отличие от ремонтной стратегии профилактическая требует планирования, которое возможно при использовании диагностических параметров по соответствующим элементам автомобилей и по допустимому уровню надежности автобуса. В зависимости от конкретных условий критериями установления нормативов могут быть технические, экономические и прочие. Наиболее обоснованными являются экономические критерии, а остальные могут быть использованы в качестве контрольных.

**Капитальный ремонт** – предназначен для восстановления исправности и близкого к полному (не менее 80%) ресурса подвижного состава, агрегатов и узлов.

Агрегат направляется в КР, если:

- базовая и основные детали нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата (см. табл. 1.2). Базовой называют деталь, с которой начинают сборку изделия.

- работоспособность агрегата не может быть восстановлена или ее восстановление экономически нецелесообразно путем проведения ТР.

За срок службы автомобиль подвергается, как правило, 1 КР, не считая КР агрегатов и узлов до и после КР автомобиля.

Различают следующие **методы ремонта**:

**Обезличенный метод** – характеризуется тем, что детали и сборочные единицы не сохраняют при ремонте принадлежность к определенному объекту.

Практика показывает, что организация КР обезличенным методом является весьма несовершенной из-за высокой себестоимости (80% и более стоимости нового) и низкого качества ремонта (ресурс 20 -50%).

Недостатки обезличенного КР:

1. неоправданно возрастает доля разборочно-сборочных работ в общей трудоемкости ремонта (до 30% и более);
2. нарушается приработанность высокоресурсных сопряжений;
3. повышается вероятность повреждений годных деталей в процессе разборки (повреждается до 15...20% деталей)

**Базовые и основные детали агрегатов автомобиля [16]**

Агрегат	Базовая деталь	Основная деталь
Двигатель с картером сцепления в сборе	Блок цилиндров	Головка цилиндров, коленвал, маховик, распредвал, картер сцепления
КПП	Картер коробки передач	Крышка картера верхняя, удлинитель КПП, первичный, вторичный и промежуточный валы
ГМП	Картер механического редуктора	Корпус двойного фрикциона, первичный, вторичный и промежуточный валы, турбинное и насосное колеса, реактор
Карданная передача	Труба карданного вала	Фланец-вилка, вилка скользящая
Задний мост	Картер заднего моста	Кожух полуоси, картер редуктора, стакан подшипников, чашки дифференциала, ступица колеса, тормозной барабан или диск, водило колесного редуктора
Передняя ось	Балка передней оси или поперечина при независимой подвеске	Поворотная цапфа, ступица колеса, тормозной барабан или диск, шкворень
Рулевое управление	Картер рулевого механизма, картер золотника гидроусилителя, корпус насоса гидроусилителя	Вал сошки, червяк, рейка-поршень, винт шариковой гайки, крышка корпуса насоса ГУР, статор и ротор насоса ГУР
Кабина грузового и кузов легкового автомобиля	Каркас кабины или кузова	Дверь, крыло, облицовка радиатора, капот, крышка багажника
Кузов автобуса	Каркас основания	Кожух пола, шпангоуты
Платформа грузового автомобиля	Основание платформы	Поперечины, балки

Сборка отремонтированных агрегатов из трех групп обезличенных деталей: годных без ремонта, но имеющих допустимый износ, восстановленных и новых – приводит к возникновению дефектных видов сопряжений. Возникает полная неопределенность в ресурсах элементов вновь собранных агрегатов.

**Необезличенный метод ремонта** – это метод, при котором годные и восстановленные детали и сборочные единицы сохраняют свою принадлежность к определенному объекту ремонта. Этот метод исключает практически все недостатки обезличенного метода. Однако данный метод усложняет организацию ремонтного производства.

**Агрегатный метод ремонта** – метод, при котором неисправные агрегаты заменяются на новые или отремонтированные. Преимущества данного метода – полное использование ресурса агрегата, снижение простоев в ремонте, повышение тех. готовности подвижного состава.

**Узловой метод** – метод, при котором работоспособность агрегата восстанавливается путем замены узла, в состав которого входит отказавшая деталь.

## 2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

Механическая обработка является частью технологического процесса ремонта, и широко используется для получения заданных размеров и формы деталей после восстановления, изготовления деталей (в том числе ремонтных), подгонке сопряжений и во многих других случаях.

Технология обработки резанием при ремонте мало отличается от аналогичного процесса при изготовлении новых деталей. При этом используются универсальное металлорежущее оборудование, приспособления, оснастка и инструменты.

Наибольшее распространение в авторемонтном производстве получили токарная и фрезерная обработка, обработка отверстий, шлифование, нарезание резьбы и зубчатых колес.

### 2.1. Классификация технологического оборудования. Классы точности металлорежущих станков.

Весь парк универсального металлорежущего оборудования в соответствии с классификацией ЭНИМС делят на десять групп (от 0 до 9). Каждую группу подразделяют на десять типов, а каждый тип – на десять типоразмеров (табл. 2.1).

Принадлежность к той или иной группе определяется технологическим назначением станка. В свою очередь разделение группы на типы определяется такими признаками, как расположением, количеством рабочих органов, степенью автоматизации.

В свою очередь типоразмер станка определяется величиной его основной технологической характеристики. Такая характеристика для каждой группы – своя. Например, для группы токарных станков это наибольший диаметр обрабатываемой детали над станиной; для группы сверлильных и расточных – наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в сплошном материале средней твердости; для фрезерных станков – размеры стола, и.т.д.

Также станки подразделяют:

- По степени специализации: на универсальные, специализированные, специальные и широкоуниверсальные.
- По массе и габаритным размерам: на обычные, крупные, тяжелые и уникальные.

Условное обозначение модели металлорежущего станка состоит из сочетания цифр и букв. Первая цифра обозначает группу, вторая – тип, последние цифры – типоразмер. Буква после первой или второй цифры указывает на различное исполнение и модернизацию основной базовой модели станка. Наличие букв в конце цифровой части обозначает модификацию базовой модели, степень точности или особенности станка.

ПРИМЕР: 16Б16П – токарно-винторезный станок с наибольшим диаметром обрабатываемой детали над станиной 320 мм (высота центров 160 мм), повышенной точности.

## Типы и группы металлорежущих станков

№ группы	Наименование группы	№ типа	Наименование типа		
0	Резервная	-	-		
1	Токарные	0	автоматы и полуавтоматы:	специализированные	
		1		одношпиндельные	
		2		оношпиндельные	
		3		револьверные	
		4		сверлильно-отрезные	
		5		карусельные	
		6		токарно-винторезные и лобовые	
		7		многолезцовые, копировальные	
		8		специализированные	
9	разные токарные				
2	Сверлильные и расточные	1	вертикально-сверлильные		
		2	полуавтоматы:	одношпиндельные	
		3		многошпиндельные	
		4		координатно-расточные	
		5		радиально-сверлильные	
		6		горизонтально-расточные	
		7		алмазно-расточные	
		8		горизонтально-сверлильные и центровые	
		9		разные сверлильные	
3	Шлифовальные полировальные доводочные и заточные	1	круглошлифовальные		
		2	внутришлифовальные		
		3	обдирочно-шлифовальные		
		4	специализированные шлифовальные		
		5	продольно-шлифовальные		
		6	заточные		
		7	плоскошлифовальные		
		8	притирочные и полировальные		
		9	разные, работающие абразивом		
4	Комбинированные	2	светолучевые		
		3	электрохимические шлифовальные, хонинговальные, суперфинишные		
		4	электрохимические копировально-прошивочные, для удаления заусенцев, маркировочные, контурно-доводочные.		
		5	электроэрозионные вырезные		
		6	электроэрозионные прошивочные для извлечения остатков сломанного инструмента.		
		7	электроэрозионные копировально-прошивочные, ультразвуковые и электрохимические комбинированные прошивочные		
		8	анодно-механические отрезные		

5	Зубо- и резьбообра- тывающие	0	резьбонарезные		
		1	зубострогальные для цилиндрических колес		
		2	зуборезные для конических колес		
		3	зубофрезерные для цилиндрических колес и шлицевых валов		
		4	для нарезания червячных пар		
		5	для обработки торцов зубьев		
		6	резьбофрезерные		
		7	зубоотделочные, проверочные и обкатные		
		8	зубо- и резьбошлифовальные		
		9	разные		
6	Фрезерные	0	барabanно-фрезерные		
		1	вертикально-фрезерные консольные		
		2	фрезерные вертикального действия		
		3	продольно-фрезерные одностоечные		
		4	копировально-фрезерные и гравировальные		
		5	вертикально-фрезерные бесконсольные		
		6	продольно-фрезерные двухстоечные		
		7	консольно-фрезерные широкоуниверсальные		
		9	разные фрезерные		
		7	Строгальные	1	продольные
2	двухстоечные				
3	поперечно-строгальные				
4	долбежные				
5	протяжные горизонтальные				
7	протяжные вертикальные				
9	разные строгальные				
8	Разрезные	1	отрезные, рабо- тающие:	резцом;	
		2		абразивным кругом;	
		3		гладким или насечным диском;	
		4	правильно-отрезные		
		5	пилы:	ленточные	
6	дисковые				
7	ножовочные				
9	Разные	1	опиловочные		
		2	пилонасекательные		
		3	правильно– и бесцентро-вообдирочные		
		5	для испытания сверл, шлифовальных кругов		
		6	делительные машины		
7	балансировочные				

Станки, выпускаемые другими отраслями (кроме станкоинструментальной), специализированные станки и др. могут иметь заводское или отраслевое обозначение, не связанное с классификацией ЭНИМС.

Металлорежущие станки изготовляют пяти классов точности (табл. 2.2).

Классы точности металлорежущих станков (ГОСТ 8-82Е) [15]

Класс точности	Усл. обозначение класса точности	Класс точности по абсолютной системе	Погрешность измерения в % от допуска измеряемой величины
Нормальный	Н	К1	20
Повышенный	П	К2	
Высокий	В	К3	25
Особо высокий	А	К4	
Особо точный	С	К5	30

## 2.2 Инструментальные материалы

Стойкость режущего инструмента, и как следствие, точность обработки напрямую связано со свойствами материалов, из которых изготовлен инструмент. Поэтому к таким материалам, называемым **инструментальными**, предъявляются особые требования [4]

Режущая часть (клин) инструментов подвергается истиранию, тепловым воздействиям и силовым нагрузкам, осуществляя непрерывное деформирование срезаемого слоя. Это очень тяжелые условия работы определяют требования к материалам режущей части. Пригодность подобных материалов определяется их **твердостью, теплостойкостью, механической прочностью, износостойкостью, технологичностью и стоимостью.**

Внедрение одного материала в другой возможно лишь при преобладающей твердости первого. Свойство материала сохранять необходимую твердость при высокой температуре резания называется **теплостойкостью.**

Важность **механической прочности** для инструментальных материалов обусловлена особенностью нагружения режущих зубьев: консольным расположением зуба, возможностью ударных нагрузок, работой режущих элементов на изгиб, растяжение и сжатие. Поэтому пределы прочности на изгиб и сжатие являются основными показателями прочности инструментальных материалов.

**Износостойкость** также является важным свойством материала инструмента, так как при работе он подвергается истиранию в местах контакта с заготовкой.

**Технологичность** инструментального материала является свойством, определяющим возможность использования его в конструкции режущего инструмента.

Материал режущих инструментов не должен состоять из дорогих и дефицитных элементов, поскольку это будет сказываться на его стоимости и широте применения.

**Инструментальные и легированные стали.** Если инструмент работает при низких скоростях резания и не нагревается свыше 200-220°C, то при его изготовлении целесообразно применять углеродистую инструментальную сталь марок У7А, У8А, У10А, У13А и др. Такой режущий инструмент, как напильники, зубила, мет-

чки, плашки и др. делается из этих сталей и после термической обработки может иметь очень высокую твердость (до HRC 64).

Для повышения тех или иных свойств углеродистых инструментальных сталей в их состав вводят так называемые легирующие элементы, обозначаемые соответствующими буквами в марках стали. Каждый из легирующих элементов изменяет физико-химические свойства стали. **Никель (Н)** после соответствующей термообработки стали сообщает ей тонкую структуру, определяющую высокую пластичность и вязкость, увеличивает прокаливаемость. **Марганец (Г)** увеличивает прокаливаемость и прочность стали, ускоряет процесс цементации и повышает износостойкость. **Хром (Х)** упрочняет сталь в результате его растворения в железной основе и образования карбидов. **Вольфрам (В)** повышает твердость путем образования сложных карбидов и сохраняет твердость сплава при отпуске, уменьшает его склонность к росту зерна при нагреве, повышает износостойкость и теплостойкость. **Ванадий (Ф)** резко уменьшает рост зерна при нагреве, увеличивает устойчивость против снижения твердости при отпуске, улучшает свариваемость, но ухудшает шлифуемость материала. **Молибден (М)** уменьшает склонность стали к отпускной хрупкости, повышает прокаливаемость, придает повышенную прочность, пластичность и вязкость. **Кремний (С)** улучшает прокаливаемость стали, снижает ее чувствительность к перегреву, равномернее распределяет карбиды.

Теплостойкость легированных инструментальных сталей составляет 250-300°С, что позволяет несколько увеличить скорость резания инструментами из этих материалов. Такие стали применяют для изготовления слесарных инструментов (плашек, разверток, метчиков, фасонных резцов сверл малого диаметра, концевых фрез, протяжек и других инструментов, работающих при скоростях резания до 0,33 м/с. (Например, 9ХС; ХВГ; В2Ф...)

Особую группу составляют **быстрорежущие стали**, имеющие содержание вольфрама от 6 до 18% (ГОСТ 19265-73). Марки образуются в зависимости от содержания кобальта (К), молибдена (М), ванадия (Ф) и вольфрама (Р), причем все эти стали имеют 3,0-4,6% хрома и 0,7-1,3% углерода. Стали Р18, Р12, Р9 относят к вольфрамовым быстрорежущим, Р6М3 и Р6М5 - к вольфрамомолибденовым, Р18Ф2, Р14Ф4, Р9Ф5 - к вольфрамованадиевым, Р9К5 и Р9К10 - к вольфрамокобальтовым, Р18К5Ф2, Р10К5Ф5 и др. - к сложно легированным быстрорежущим.

Ввиду дефицитности вольфрама инструмент из этих сталей чаще всего делают составным, т. е. режущую часть изготавливают из быстрорежущей стали, а корпусную из конструкционной стали. Инструмент после термообработки имеет высокую твердость режущей части (до HRC 64 и выше).

**Твердые сплавы, минералокерамика и композиты.** Отечественная промышленность выпускает свыше 30 марок твердых сплавов (ГОСТ 3882-74), в том числе около 20 марок для изготовления режущих частей инструментов. Эти материалы представляют собой сплавы карбидов тугоплавких металлов с кобальтом, являющимся своеобразной связкой. Их получают методом прессования шихты и последующего спекания и получения элементов режущего инструмента (пластин, зубьев, коронок и т.п.).

Металлокерамические вольфрамовые твердые сплавы в основном применяют одно- и двухкарбидные. Однокарбидные сплавы производятся на базе карбида

вольфрама и называются вольфрамокобальтовыми (группа ВК). В марках ВК2, ВК4, ВКб, ВК8 цифра показывает процентное содержание кобальта (остальное - карбиды вольфрама). Сплавы этой группы наиболее прочные. С увеличением содержания кобальта повышается сопротивление сплава ударным нагрузкам, но уменьшается его износостойкость. Применяются для обработки чугуна, цветных металлов и их сплавов и металлических материалов точением, фрезерованием и т.п. Предельная теплостойкость этих материалов определяется началом интенсивного окисления карбидов, т.е. температурой 950-1000°C.

Двухкарбидные твердые сплавы помимо группы ВК содержат карбиды титана и называются титановольфрамокобальтовыми (группа ТВК и ТК). В марках Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т3ОК4 цифры после буквы Т показывают процентное содержание карбидов титана, после К - содержание металлического кобальта (остальные - карбиды вольфрама). Сплавы этой группы более износостойки и менее прочны, чем сплавы группы ВК. Применяются при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей точением, фрезерованием и т.п. Предельная теплостойкость этих материалов определяется температурой 1100-1150°C.

Применение твердых сплавов составляет для резцов 95%, для фрез 4,5%, для осевого инструмента 1% общего выпуска этих инструментов. В ряде случаев режущие пластины сплавов покрывают тончайшим (5-10 мкм) слоем износостойкого материала (карбида, нитрида и карбонитрида титана и др.), что повышает стойкость пластин в 2-3 раза.

Поиски инструментальных материалов, не содержащих дефицитных элементов, привели к созданию минералокерамических режущих пластин на основе окиси алюминия. Были разработаны и испытаны минералокерамики марок ЦВ-14 и ЦМ-332. Материал ЦМ-332 широко применялся для чистовых и финишных операций при обработке стальных и чугунных заготовок. Улучшение свойств минералокерамики достигается уменьшением размеров зерен структуры и добавлением карбидов тугоплавких материалов (вольфрама, титана), связующих элементов (никеля и др.). Их теплостойкость около 1200°C, что позволяет вести обработку при скорости резания более 25 м/с.

Перспективными материалами для изготовления режущей части резцов являются поликристаллы кубического нитрида бора, известные под названием эльбор или композит. При финишной обработке таким инструментом заготовок из чугуна и закаленных сталей высокой твердости достигается шероховатость поверхности, соответствующая шлифованию.

**Абразивные материалы.** Для изготовления шлифовальных кругов, лент, паст, шкур и т.п. применяют различные шлифующие (абразивные) и связующие их материалы. Абразивные круги изготавливают из синтетических материалов на базе окиси алюминия и карбида кремния - белый электрокорунд, хромистый и титанистый электрокорунд, монокорунд, карбид кремния черный, зеленый карбид кремния.

Абразивные инструменты состоят из режущего материала, пор и связки. Различают связки керамические, органические, металлические и др. Для алмазных и эльборовых кругов применяют органические связки (Б1, Б2, Б3, Б4, Б8, БП1 и др.) на основе фенолформальдегидных смол с наполнителями в виде карбида бора, талька,

резиновой муки и др. Металлические связки (М5, М52, МС3, М04, МП2, ОМК3 и др.) представляют собой композиции на основе меди, олова, железа, алюминия, никеля и других металлов с наполнителем из электрокорунда, карбида бора или кремния и т.п. Керамические связки для алмазных и эльборовых кругов (К1, К16, С10, СК и др.) имеют те же наполнители. Для полировальных кругов применяют связки, содержащие каучук. Абразивные круги в основном выполняют на керамической связке (КО, К1, К3, К5, К8 и др.), а также применяют бакелитовую (Б, Б1, Б2, БУ и др.), вулканитовую (В, В1, В2, В3), глифталевою (ГФ) и поливинилформалевую (ПФ) связки.

Керамическую связку получают в результате обжига кругов, сформированных из специальной массы, в которую кроме абразивного материала входят измельченные смеси из огнеупорной глины, полевого шпата, талька и других материалов, добавляемых для повышения пластичности, формуемости и других нужных свойств массы. Выбор круга по абразивному или алмазному материалу, связке и другим характеристикам производится в зависимости от вида шлифования, материала заготовки и прочих факторов.

### 2.3. Токарная обработка

**Схема обработки, рабочие движения.** Токарная обработка нашла широкое применение в процессах ремонта агрегатов автомобилей.

Токарная обработка (точение) – наиболее распространенный метод изготовления деталей типа тел вращения (валов, дисков, осей, пальцев, цапф, фланцев, колец, втулок, гаек, муфт и др.) на токарных станках. При точении снятие стружки с поверхности вращающейся заготовки осуществляется режущим инструментом – резцом, основным элементом которого является режущий клин.

В процессе резания различают главное движение  $D_z$  и движение подачи  $D_s$ . Главное движение определяет быстроту деформирования слоя, снимаемого с заготовки. Движение, предназначенное для врезания инструмента в новые слои материала заготовки, называют движением подачи.

В случае точения главным движением резания называется вращательное движение заготовки, а движением подачи – поступательное движение режущего инструмента (рис. 2.1). Различают также вспомогательные движения, которые не имеют непосредственного отношения к процессу резания, но обеспечивают транспортирование и закрепление заготовки на станке, его включение и изменение частоты вращения заготовки или скорости поступательного движения инструмента и др.

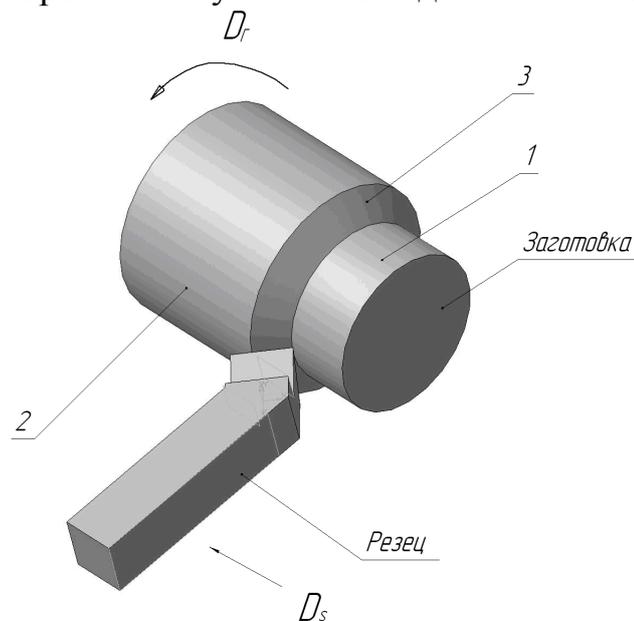


Рис. 2.1. Схема обработки на токарном станке (точение).

На обрабатываемой заготовке различают три поверхности (рис. 2.1): обработанную 1, с которой уже снят слой металла; обрабатываемую 3, с которой будет снят слой металла; поверхность резания 2, соединяющую обработанную и обрабатываемую поверхности и образованную непосредственно инструментом.

**Работы, выполняемые на токарных станках.** Токарные станки являются наиболее многочисленной группой металлорежущих станков. На них можно обрабатывать наружные, внутренние и торцовые поверхности тел вращения (цилиндрических, конических, сферических и фасонных).

Наибольшее распространение в АРП ввиду своих исключительно широких технологических возможностей получили токарно-винторезные станки. В отличие от токарных станков токарно-винторезные позволяют обрабатывать винтовые поверхности, так как в них вращение заготовки кинематически связано с поступательным перемещением инструмента. В современных токарно-винторезных станках эта связь осуществляется либо посредством кинематических пар, либо электронной системой управления приводами.

На токарных станках можно производить обтачивание и растачивание цилиндрических, конических, шаровых и профильных поверхностей, подрезание торцов, вытачивание канавок, нарезание наружных и внутренних резьб, накатывание рифлений, сверление, зенкерование, развертывание отверстий и другие виды токарных работ (рис. 2.2-2.5).

Точение осуществляют резцами различных типов. Заготовку с помощью приспособления крепят в шпинделе станка, и она вращается, а резец, закрепленный в резцедержателе суппорта, совершает продольное или поперечное поступательное движение (рис.2.1).

Сверление и отделка отверстий производится сверлами, зенкерами, развертками, при этом инструмент для получения центровых отверстий (сверла) устанавливают в пиноли задней бабки станка или крепят в резцедержателе в специальных оправках (рис.2.2).

Применяемый режущий инструмент. Токарные резцы классифицируют: по материалу режущей части, характеру операций, форме лезвия, направлению движения, конструкции. По материалу режущей части различают стальные резцы (с лезвиями из углеродистой, легированной или быстрорежущей стали), твердосплавные, керамические, алмазные, эльборовые. Резцы из углеродистой и легированной стали в настоящее время практически не применяют.

В зависимости от характера выполняемых операций резцы бывают черновые и чистовые. По форме и расположению лезвия относительно стержня резцы подразделяют на прямые, отогнутые, изогнутые и оттянутые. Лезвие может располагаться симметрично по отношению к оси державки резца или быть смещено вправо или влево.

По направлению движения подачи резцы бывают правые и левые. У правых резцов рабочее движение справа налево (от задней бабки к передней), а у левых слева направо.

По назначению токарные резцы разделяют на проходные, расточные, подрезные, отрезные, фасонные, резьбовые и канавочные (рис. 2.2 – 2.9).

Для одновременной обработки цилиндрической поверхности и торцевой плоскости применяют проходные упорные резцы (рис.2.8). Резец работает с продольным движением подачи. Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ .

Подрезные резцы (рис.2.9) применяют для подрезания торцов заготовок. Они работают с поперечным движением подачи инструмента по направлению к центру или от центра заготовки.

Если требуется получить отверстие большего диаметра или сделать канавки и выточки, то выполняют растачивание расточными резцами. Расточные резцы бывают проходные – для сквозного растачивания (рис.2.3, а) и упорными – для глухого

растачивания (рис.2.3, б). При растачивании глубоких отверстий применяют расточные резцы, закрепленные в специальных оправках.

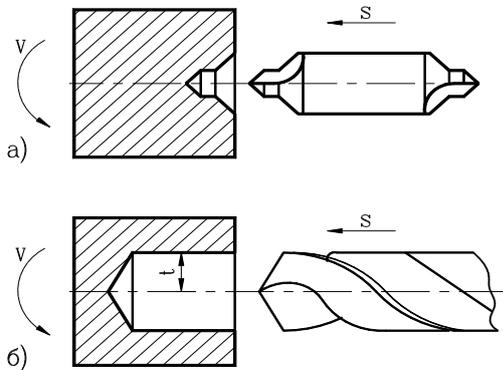


Рис.2.2. Сверление отверстий:  
а - центровочным; б- спиральным сверлом

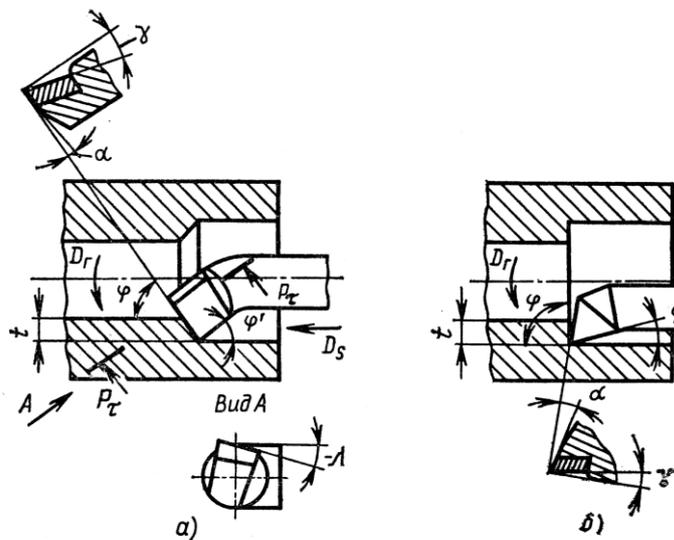


Рис.2.3. Растачивание:  
а – проходным расточным резцом; б –упорным расточным резцом

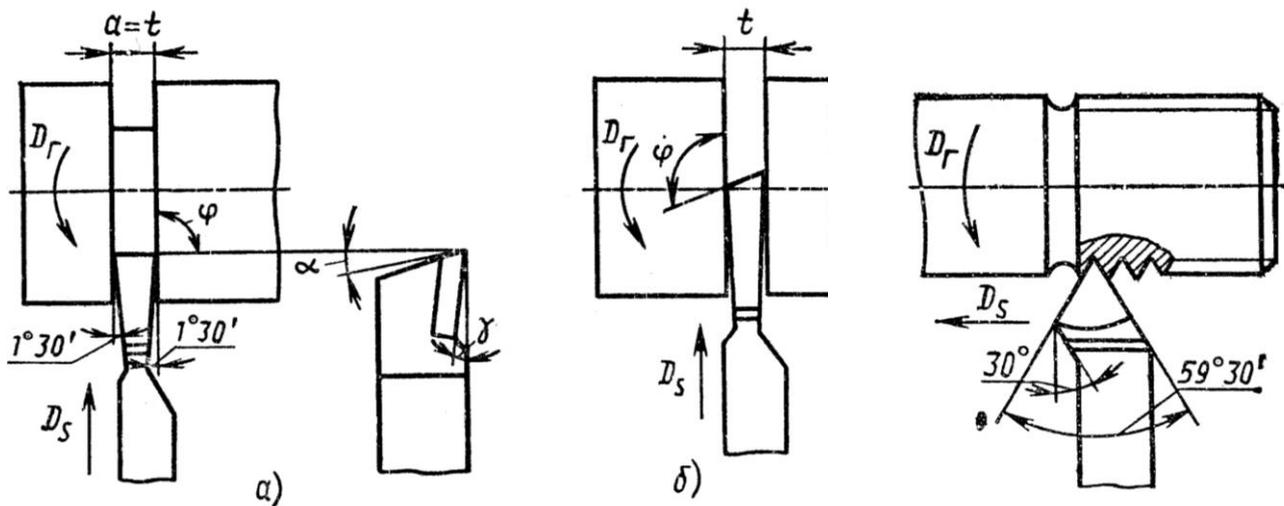


Рис.2.4. Вытачивание канавки (а) и отрезание (б)

Рис.2.5. Нарезание резьбы резьбовым резцом

Отрезные резцы применяют для разрезания заготовок на части, отрезание обработанной заготовки для протачивания канавок. Отрезные резцы работают с поперечным движением подачи (рис.2.2.8).

Резьбовые резцы (рис.2.5) служат для нарезания наружной и внутренней резьбы любого профиля. Резьбовые резцы бывают односточными и многосточными. Последние называются гребенками. Нарезание резьбы односточным резцом по сравнению с другими методами (кроме резьбошлифования) обеспечивают наивысшую точность по шагу и профилю.

По конструкции токарные резцы различают цельные, изготовленные из одной заготовки; составные (с неразъемным соединением его частей); с припаянными пла-

стинами; с механическим креплением пластин; сборные (с механическим креплением отдельных вставок, на которых механически закреплены режущие пластины).

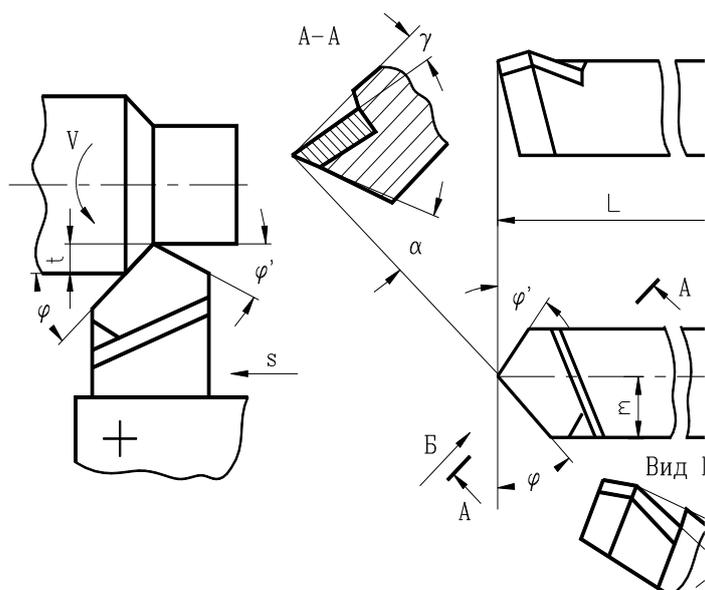


Рис.2.6. Токарный проходной резец

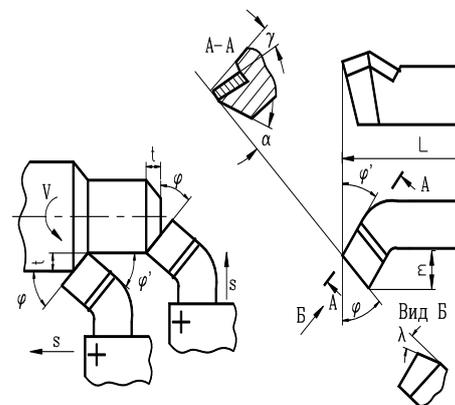


Рис.2.7. Токарный проходной отогнутый резец

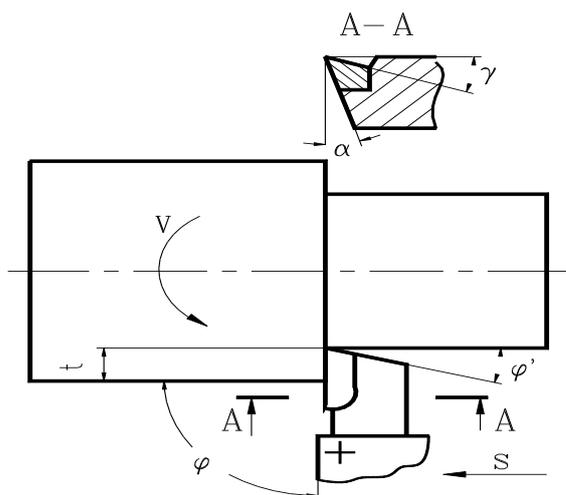


Рис.2.8. Проходной упорный резец

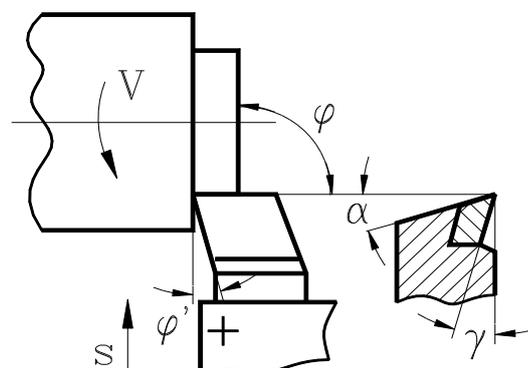


Рис.2.9. Токарный подрезной резец

**Универсальные приспособления.** Закрепление заготовок с отношением длины к диаметру  $L/D < 4$  производится в трехкулачковых самоцентрирующих патронах, установленных на шпинделе станка. Несимметричные относительно оси вращения заготовки закрепляют в четырехкулачковых патронах с независимым радиальным перемещением кулачков или на планшайбах с угольниками и прихватами.

Закрепление заготовок с  $L/D > 4$  в патронах производится с одновременной поддержкой центром задней бабки. В зависимости от условий обработки используют жесткие, жесткие срезанные и вращающиеся центры. Заготовки с  $L/D > 4$  могут устанавливаться на центрах с передачей крутящего момента от шпинделя через поводковый самозажимной патрон или поводковый центр.

Для снижения деформации при обработке маложестких заготовок ( $L/D > 8$ ) используют поддерживающие люнеты. Люнеты бывают двух типов – подвижный, устанавливаемый на суппорте и неподвижный, закрепленный на станине. Обработка заготовок колец, втулок и стаканов с базированием по внутреннему отверстию производится при их установке и закреплении на жестких или разжимных оправках, устанавливаемых на центрах или шпинделе.

Обработка конических поверхностей на токарно-винторезных станках производится с изменением положения узлов станка или изменением кинематических связей между ними.

**Элементы режима резания. Нормирование обработки.** Для обработки заготовки необходимо установить наиболее рациональные режимы резания, т.е. скорость резания, подачу и глубину резания.

**Скоростью резания  $V$**  (м/с или м/мин) называют путь режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой заготовки в направлении главного движения за единицу времени.

**Подачей  $S$**  (мм/об) называют путь, пройденный режущей кромкой инструмента относительно вращающейся заготовки в направлении движения подачи за один оборот заготовки. Подача может быть продольной, если инструмент перемещается параллельно оси вращения заготовки, и поперечной, если инструмент перемещается перпендикулярно этой оси.

**Глубина резания  $t$**  (мм) определяется толщиной снимаемого слоя металла, измеренной по перпендикуляру к обработанной поверхности детали, за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности.

Режим резания, таким образом, можно характеризовать такими элементами, как скорость резания  $V$ , подача  $s$  и глубина резания  $t$ .

Норма времени на выполнение какой-либо токарной операции напрямую зависит от режимов обработки. Как известно, под режимами обработки понимаются: глубина резания  $t$ , подача  $s$ , скорость  $V$ , количество проходов  $i$ . Технологическое время определяется по общей формуле

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ (мин)}, \quad (2.1)$$

где  $L$  – полный путь перемещения резца относительно обрабатываемой поверхности:  $L=l+l_1+l_2$ , здесь  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;  $l_1$  – величина врезания инструмента, мм;  $l_2$  – величина перебега инструмента в направлении подачи, мм;  $S_m$  – путь инструмента, пройденный в направлении подачи за одну минуту, мм.

При обтачивании и растачивании основное время определяется по формуле

$$T_o = \frac{\pi D L}{1000 V s} \text{ (мин)}, \quad (2.2)$$

где  $D$  – диаметр обработки, мм;  $V$  – скорость резания, м/мин,  $s$  – подача, мм/об.

При подрезании торца и отрезки заготовки отрезными резцами

$$T_o = \frac{\pi D^2}{4000 V s}, \quad (2.3)$$

а при отрезке кольца или подрезке торца в кольцевой заготовке

$$T_o = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4000V_s}, \quad (2.4)$$

где  $D$  и  $d$  – соответственно наибольший и наименьший диаметры кольца, мм.

## 2.4. Обработка отверстий

**Основные** схемы обработки отверстий. Для обработки отверстий резанием необходимо сочетание двух формообразующих движений: главного движения резания ( $D_r$ ) в виде быстрого вращения инструмента или заготовки вокруг оси обрабатываемого отверстия и движения подачи  $D_s$  в виде перемещения инструмента или заготовки вдоль оси отверстия (рис. 2.10). Таким образом, при обработке отверстий вращательное движение суммируется с поступательным и каждая точка режущих кромок инструмента совершает результирующее движение по винтовой траектории, расположенной на поверхности кругового цилиндра.

Способы обработки отверстий. Наиболее широкое распространение при обработке отверстий получили операции сверления (рис. 2.3.1, а), зенкерования (рис. 2.3.1, б), развертывания (рис. 2.3.1, в), растачивания, нарезания внутренней резьбы и обработки центровых отверстий.

Сверление используют при получении глухих и сквозных отверстий в сплошном материале. В том случае, если обработка ведется по уже полученному отверстию, т.е. получают ступенчатое отверстие, используют термин рассверливание (рис. 2.11,а). Обработанные сверлением отверстия имеют параметр шероховатости  $Ra = 12,5$  мкм и точность, соответствующую 12 – 14-му квалитетам. Причиной сравнительно невысокой точности просверленных отверстий является «разбивка» отверстия, т. е. увеличение его диаметра по сравнению с диаметром сверла.

Для стандартных спиральных сверл (с двумя режущими зубьями) «разбивка» составляет 1% диаметра сверла. Отверстия, обработанные сверлом, используют обычно для болтовых соединений либо для последующего нарезания резьбы.

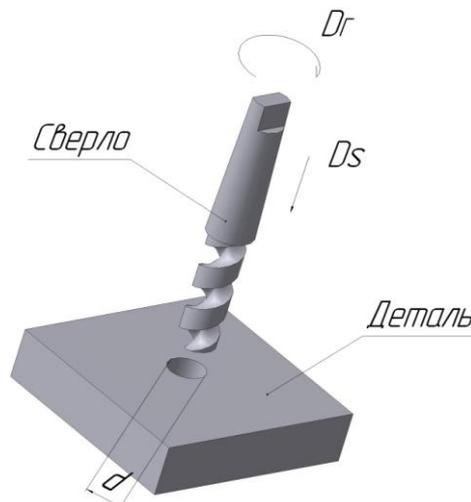


Рис. 2.10. Схема обработки отверстия (сверление):  $d$  – диаметр отверстия.

**Зенкерование** (рис. 2.11,б) применяют при обработке глухих и сквозных отверстий, предварительно обработанных сверлением либо полученных литьем или ковкой (штамповкой). Обработка при зенкеровании проводится зенкером инструментом, имеющим 3...8 режущих зуба. Это позволяет получить при зенкеровании более точное по форме и размеру отверстие. При этом обеспечивается параметр шероховатости обработанных поверхностей  $R_a = 6,3$  мкм, а точность соответствует 9-12 квалитетам.

**Развертывание** (рис. 2.11,в) является финишной обработкой точных отверстий. В среднем при развертывании достигается точность, соответствующая 6 – 9-му квалитету, и  $R_a=0,32...1,25$  мкм. Развертывание осуществляется развертками, представляющими собой многолезвийный инструмент с четным числом зубьев (обычно  $z \geq 4$ ). Большое число режущих лезвий, малые толщины среза  $a_z < 0,04$  мм и наличие калибрующей части обеспечивают высокую точность формы отверстия, но не могут исправить направление его оси. Для развертывания характерна очень малая глубина резания, которая в зависимости от диаметра отверстия составляет  $0,1 \div 0,4$  мм.

Наряду с зенкерованием и развертыванием для обработки отверстий повышенной точности широко используют растачивание. Растачивание резцом обеспечивает малое отклонение межосевого расстояния осей обрабатываемых отверстий, позволяет путем изменения положения резца обрабатывать отверстия разных диаметров и глубин. К недостаткам этой схемы растачивания относятся: значительная трудоемкость наладки; пониженная размерная стойкость расточного резца; необходимость специальных мер для безрисочного вывода резца из обработанного отверстия. В среднем растачиванием обеспечивают шероховатость  $R_a = 0,32$  мкм и точность, соответствующую 6 – 7-му квалитету.

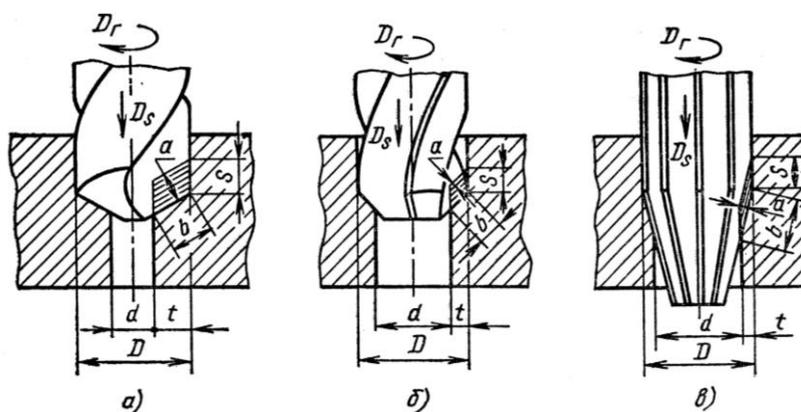


Рис.2.11. Элементы режима резания и срезаемого слоя при рассверливании (а), зенкерования (б) и развертывании (в)[4].

**Режимы резания и нормирование.** За скорость главного движения резания при обработке отверстий принимают окружную скорость точки на максимальном диаметре обрабатываемой поверхности. Скорость резания (м/с)  $V=\pi Dn$ , где  $n$  – частота вращения инструмента или заготовки, с<sup>-1</sup>,  $D$ – наибольший диаметр обработки, м. На практике чаще используют зависимость, в которой время измеряют в минутах, а диаметр – в миллиметрах:  $V=\pi Dn/1000$ . Подачей на оборот  $S$  (мм/об) называют

расстояние, пройденное рассматриваемой точкой в направлении движения подачи за один оборот инструмента или заготовки.

При обработке отверстия в сплошном материале глубина резания  $t$  определяется как половина диаметра этого отверстия:  $t=D/2$ . При рассверливании, зенкерования, развертывании и растачивании глубина резания определяется как полуразность диаметров до и после обработки:  $t=1/2 (D - d)$ , мм.

Основное время  $T_0$  (мин) при обработке отверстий различными методами рассчитывают по общей формуле, составляющие которой определяются видом и условиями обработки:  $T_0 = L_p/(nS)$ . Расчетная длина (рис. 2.3.3)  $L_p=l_1+l_2$ , где  $l_1$  – длина резания, зависящая от глубины резания  $t$  и угла  $\varphi$  на инструменте:  $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi$ ;  $l_2$  – длина обработки; – перебеги инструмента:  $(3...5)S_0 \leq l_2 \leq 2...3$  мм (рис. 2.3.3, а, б), при обработке глухих отверстий  $l_2=0$  (рис. 2.3.3, в);  $n$  – частота вращения инструмента или заготовки,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $S$  – подача, мм/об.

**Виды работ, выполняемых на сверлильных и расточных станках.** В АТП и СТО, АРМ наиболее распространены вертикально- и радиально-сверлильные станки. Вертикально-сверлильные станки (рис. 2.12,а) имеют вертикальное расположение оси шпинделя и выпускаются в двух исполнениях: настольном и напольном. Основной характеристикой вертикально-сверлильных станков является наибольший диаметр просверливаемого отверстия в стали с  $\sigma_b = 500 \dots 600$  МПа. Для настольных станков этот диаметр не превышает 16 мм, а для напольных – 75 мм. Значение наибольшего диаметра сверления входит в обозначение серийно выпускаемых станков как характеристика их технологических возможностей. Например, в обозначении вертикально-сверлильного станка 2Н135 последние две цифры указывают, что наибольший диаметр просверливаемого отверстия этого станка равен 35 мм.

Особенность работы на универсальных вертикально-сверлильных станках состоит в том, что совмещение оси обрабатываемого отверстия с осью шпинделя проводится путем перемещения (обычно вручную) заготовки по столу станка до момента совпадения этих осей. Такая особенность накладывает ограничения на массу заготовок, обрабатываемых на вертикально-сверлильных станках, и объясняет применение кондукторов и обработки по разметке (в единичном производстве).

Радиально-сверлильные станки (рис. 2.12,б) созданы на базе вертикально-сверлильных станков, но их технологические возможности по обработке тяжелых и крупногабаритных заготовок шире. При обработке на радиально-сверлильных станках совмещение оси шпинделя с осью обрабатываемого отверстия проводят перемещением шпиндельной головки по радиусу (вдоль траверсы) и по дуге окружности (вокруг колонны). В отечественном станкостроении для радиально-сверлильных станков принят размерный ряд со следующими наибольшими диаметрами: 25, 35, 50, и 100 мм (например, станки 2К52, 2М53, 2М55 и 2М58).

В условиях авторемонтных заводов и мастерских возможно применение одно- и многошпиндельных сверлильных полуавтоматов.

На сверлильных станках производят обработку отверстий сверлами, зенкерами, развертками, зенковками, раскатниками и осевыми комбинированными инструментами. Эти станки также используют при нарезании внутренних резьб, при полу-

чении конических и цилиндрических углублений, для обработки плоских торцов бобышек и приливов, вырезания дисков и колец из листовых заготовок (рис. 2.13).

На расточных станках обрабатывают в основном базовые, корпусные детали, от точности обработки которых зависит качество механизмов и машин. В основном на расточных станках обрабатывают отверстия, точно координированные относительно друг друга и расположенные в одной или нескольких плоскостях. На расточных станках производят сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, нарезание резьбы, торцовое обтачивание плоскостей и фрезерование. Выполнение этих операций возможно благодаря значительному числу формообразующих и вспомогательных движений в универсальных расточных станках.

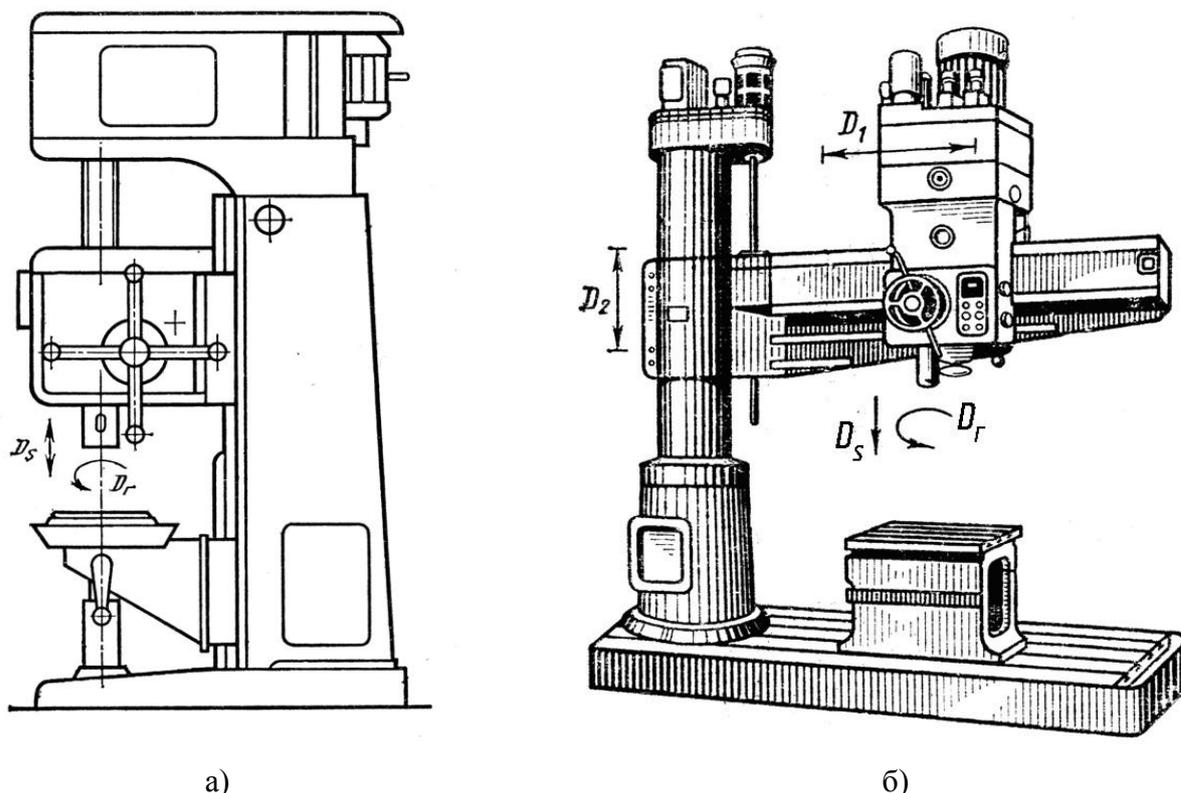


Рис. 2.12. Вертикально-сверлильный (а) и радиально-сверлильный (б) станки

**Режущий инструмент и приспособления.** Наиболее распространенными инструментами для обработки отверстий являются сверла. Они используются для сверления отверстий диаметром от десятых долей до десятков миллиметров различной глубины. Выпуск сверл в объеме всей продукции инструментальных заводов составляет около 20%. По конструктивным признакам сверла можно разделить на спиральные, перовые, для глубоких отверстий, комбинированные центровочные (рис. 2.14).

Наиболее многочисленной является группа спиральных сверл. По точности изготовления они делятся на сверла общего назначения и сверла точного исполнения. Размерный ряд спиральных сверл начинается с малоразмерных сверл диаметром 0,1 – 1,5 мм по ГОСТ 3034–76 с утолщенным цилиндрическим хвостовиком. У всех малоразмерных сверл хвостовики для удобства закрепления имеют одинаковые диаметры (рис. 2.14, а). Вследствие малых размеров этих сверл оправданно их изго-

товление целиком из быстрорежущих сталей Р6М3 и Р6М5К5 с твердостью рабочей части 60 – 62 HRC<sub>3</sub>.

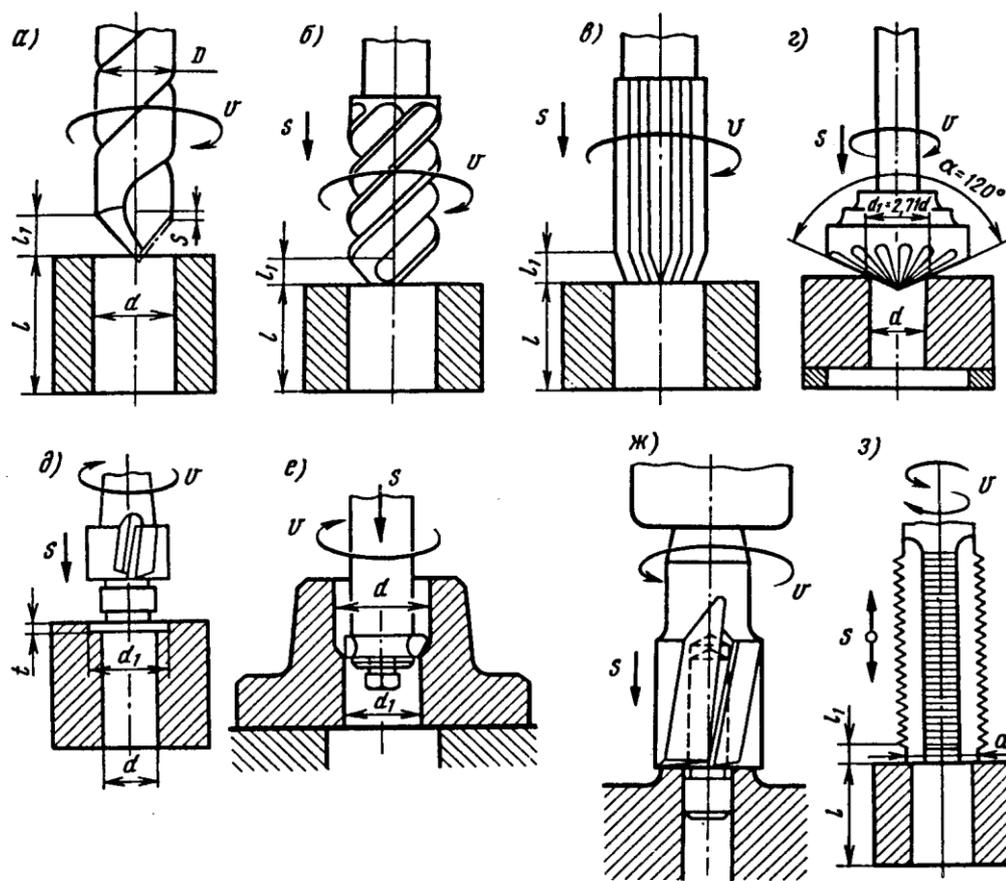


Рис 2.13. Основные схемы резания при сверлильных и расточных работах [7]:

а — сверление; б — зенкерование; в — развертывание; г,д — зенкование соответственно конической и цилиндрической зенковкой; е — растачивание отверстия резцом; ж —цекование поверхности; з — нарезание резьбы в отверстии.

Для обработки трудно обрабатываемых материалов изготовляют цельные твердосплавные сверла диаметром 0,6 – 1,0 мм из сплавов ВК10М, ВК15М. Стойкость спиральных сверл с твердосплавной рабочей частью в 20 – 30 раз выше стойкости обычных быстрорежущих. Начиная с диаметра 1,5 мм твердосплавные сверла выполняют сборными по ГОСТ 17273–71. Рабочую твердосплавную часть этих сверл припаивают к хвостовику из стали 45. Цельные твердосплавные сверла диаметром 3,5 – 6,0 мм по ГОСТ 17275 – 71 изготовляют шлифованием гладких цилиндрических стержней из сплава ВК6М (ВК60М). По ГОСТ 10902–77, ГОСТ 4010 – 77 спиральные сверла изготовляют из быстрорежущих сталей типа Р12, Р6М3 для обработки конструкционных сталей или из сталей типа Р9К10, Р9М4К8Ф для сверления трудно обрабатываемых материалов. Такие сверла имеют твердость рабочей части 63 – 65 HRC<sub>3</sub>. Быстрорежущие сверла выполняются как с правым, так и с левым направлением винтовых канавок.

Наиболее простыми в изготовлении являются перовые сверла, представляющие собой заостренную пластину с весьма несовершенной формой рабочей части. Эти сверла применяют для обработки отверстий малого (0,2–1 мм) и большого (бо-

лее 80 мм) диаметра, а также при ремонте. Нашли применение составные перовые сверла в виде пластины, закрепленной в державке.

Эффективная эксплуатация сверлильных станков возможна только при наличии достаточного количества вспомогательных инструментов и оснастки. Вспомогательные инструменты устанавливаются в шпинделях. Они предназначены для крепления режущего инструмента, обеспечения ему дополнительных движений, заданной точности, быстроты и т. д. Наиболее простыми вспомогательными инструментами являются инструментальные втулки с конусом Морзе № 1 – 5, разрезные втулки, удлинительные оправки, кулачковые и цанговые патроны. Для компенсации отклонения от соосности инструмента со шпинделем применяют плавающие патроны, допускающие смещение инструмента параллельно своей оси. С целью сокращения вспомогательного времени используют быстроточные патроны, позволяющие менять инструменты без остановки шпинделя.

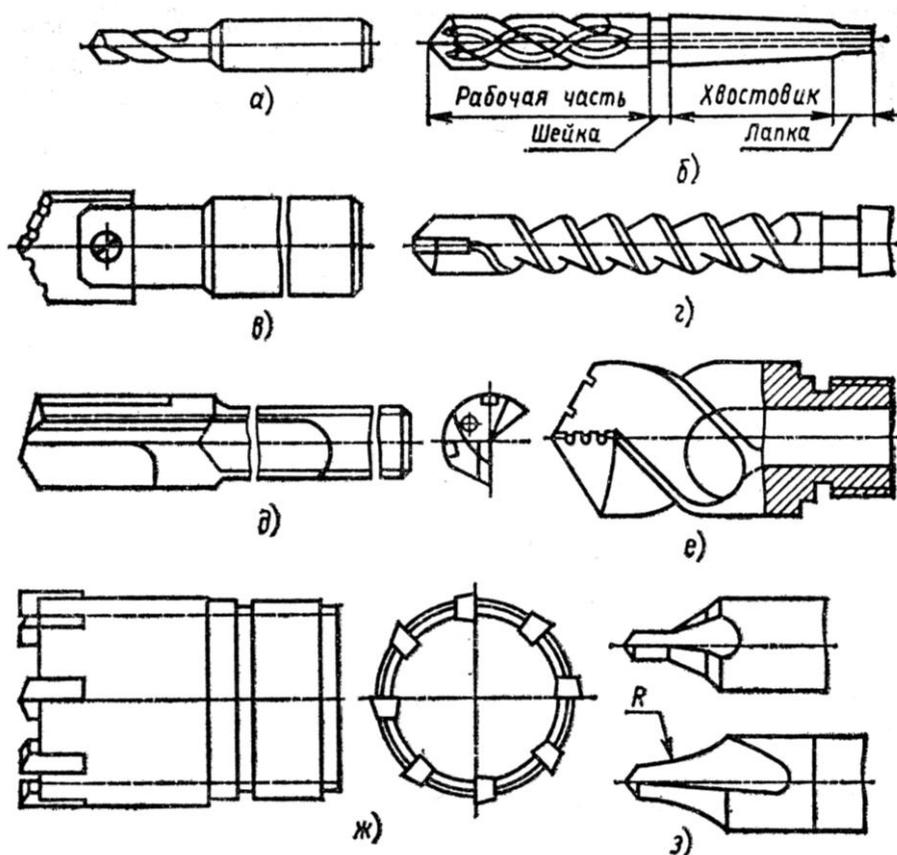


Рис. 2.14. Виды сверл:

а – малоразмерное спиральное сверло с утолщенным цилиндрическим хвостовиком; б – спиральное сверло с внутренним подводом охлаждающей жидкости с коническим хвостовиком; в – составное перовое сверло; г – шнековое сверло; д – однокромочное сверло со смещенной вершиной; е – двухкромочное сверло с удалением стружки через центральное отверстие; ж – сверло для кольцевого сверления; з – центровочные сверла.

Для улучшения качества нарезаемой резьбы и предохранения инструмента от поломок применяют предохранительные патроны, прекращающие передачу крутящего момента при перегрузках.

Установку и закрепление различных по конфигурации, заготовок при обработке на сверлильных станках осуществляют с помощью универсальных приспособлений: машинных тисков, угольников, плавающих столов, прихватов и т. п.

## 2.5. Фрезерование.

**Схема обработки, особенности фрезерования.** Фрезерование является одним из самых высокопроизводительных методов обработки поверхностей резанием. Фрезерование осуществляется многолезвийным режущим инструментом – фрезой. Фреза представляет собой тело вращения, по периферии которого или на торце расположены режущие элементы – зубья фрезы.

Главным движением резания является вращательное движение фрезы, а движением подачи – поступательное перемещение заготовки, закрепленной на столе фрезерного станка (рис. 2.15).

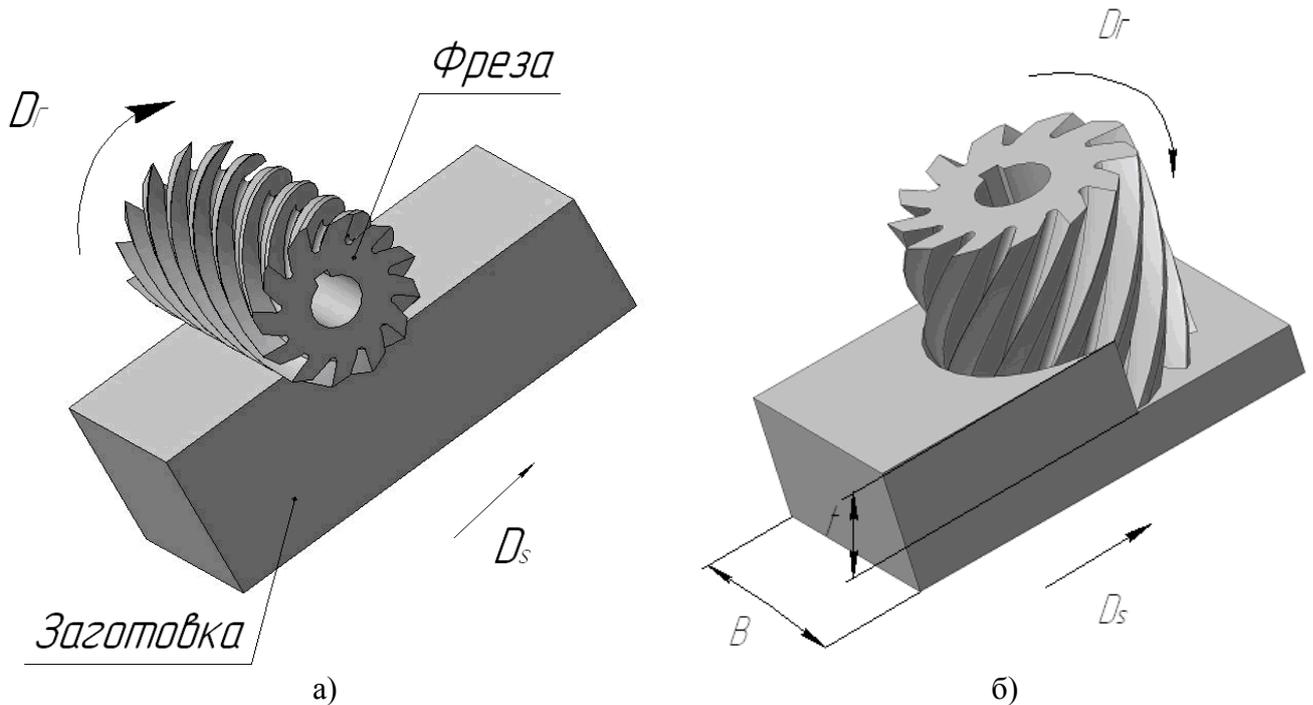


Рис. 2.15. Схема обработки при цилиндрическом (а) и торцовом (б) фрезеровании

На рис. 2.15,а представлена схема так называемого цилиндрического фрезерования, которое производится на горизонтально-фрезерных станках цилиндрическими фрезами. При этом ширина заготовки должна быть меньше ширины фрезы.

На рис. 2.15,б представлена схема торцового фрезерования. Ось вращения инструмента расположена вертикально. При этом у фрез, работающих по такой схеме, зубья имеют режущие кромки не только по образующей, но и по торцу инструмента. Это позволяет избежать ограничений по ширине фрезерования  $B$ .

При цилиндрическом фрезеровании срезание припуска производится режущими элементами фрезы, расположенными по образующей тела вращения, и зуб фрезы снимает слой металла переменной толщины. При торцовом фрезеровании каждый зуб снимает слой металла постоянной толщины.

Фрезерование, при котором фреза и заготовка движутся навстречу друг другу, называют **встречным**. Фрезерование называют **попутным**, если направления движения фрезы и заготовки совпадают. Встречное фрезерование – наиболее распространенный способ фрезерования, характеризующийся тем, что нагрузка на каждый

зуб фрезы увеличивается постепенно, так как толщина срезаемого слоя изменяется от нуля при входе зуба до максимума перед выходом зуба.

При торцовом фрезеровании заготовки шириной  $B$  в том случае, когда  $B > 1/2 D_{\phi}$ , одновременно в срезании припуска участвуют схемы попутного и встречного фрезерования (рис. 2.16). В той части заготовки, где вектор главного движения (вращение фрезы) совпадает с направлением движения заготовки (подачи) (рис. 2.16,а), фрезерование происходит как попутное (зона  $a$ ). И соответственно там, где векторы главного движения и движение подачи направлены навстречу, — как встречное (зона  $b$ ). Если фрезерование выполняют не на специальном станке (где функциональный зазор  $\delta$  отсутствует или настолько мал, что им можно пренебречь), а на обычных универсальных фрезерных станках, следует работать таким образом, чтобы избежать «подрыва» заготовки, т. е. чтобы зона  $b$  заготовки была больше зоны  $a$  (рис. 2.16, б). В крайнем случае зоны  $a$  и  $b$  равны, т. е. фреза расположена симметрично относительно обрабатываемой заготовки.

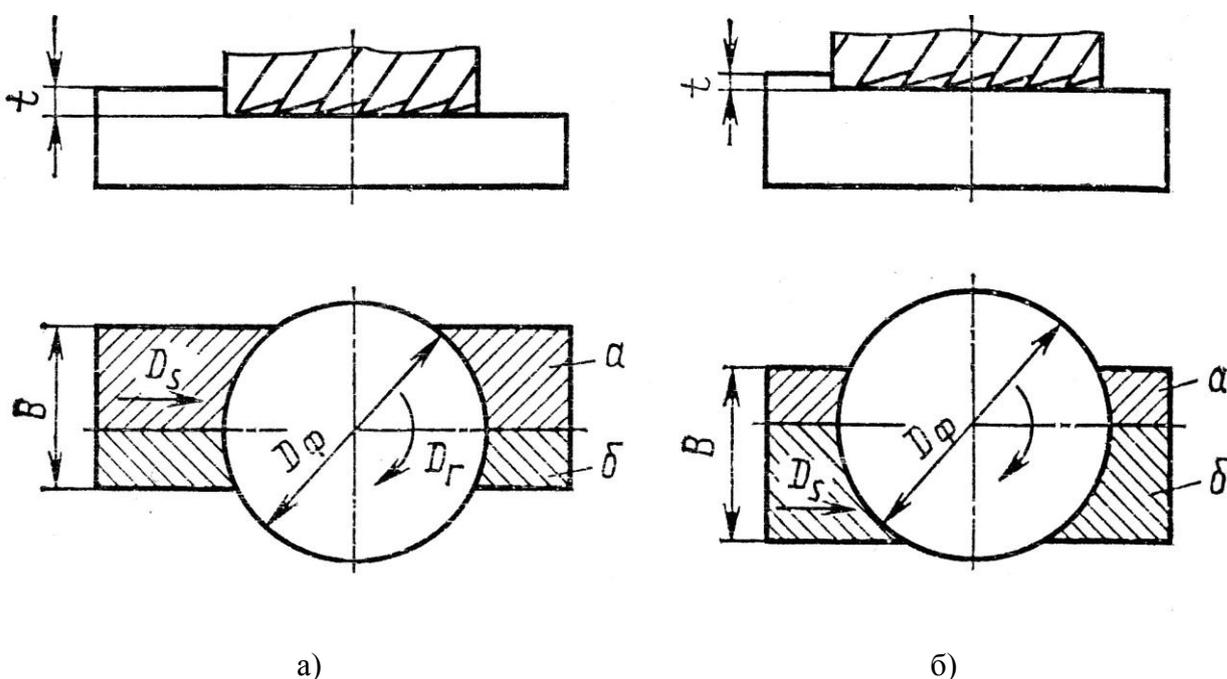


Рис. 2.16. Попутное и встречное фрезерование торцовыми фрезами

Особенностью фрезерования является его прерывистость в отличие от формообразования поверхности на токарном, сверлильном и некоторых других станках, где режущие кромки находятся в контакте с обрабатываемой заготовкой до окончания резания. Каждый зуб в процессе фрезерования находится в контакте с заготовкой, выполняя работу резания, только в течение некоторой части оборота до следующего врезания. Вследствие этого врезание каждого зуба фрезы сопровождается ударами и приводит к неравномерности резания. Такой режим обработки сопровождается вибрациями, повышенным изнашиванием зубьев, отрицательно сказывается на точности обрабатываемой заготовки и шероховатости ее поверхности.

**Режимы резания и нормирование при фрезеровании.** Скорость (м/мин) главного движения фрезерования определяют по формуле

$$V = \frac{\pi D_{\phi} n_{\phi}}{1000} \quad (2.5)$$

или в м/с:

$$V = \pi D_{\phi} n_{\phi}, \quad (2.6)$$

где  $D_{\phi}$  – наибольший диаметр фрезы, мм (или в м по системе СИ);  $n_{\phi}$  – частота вращения фрезы соответственно,  $\text{мин}^{-1}$  или  $\text{с}^{-1}$ .

Подачу подсчитывают на зуб фрезы –  $S_z$  (мм/зуб) или на оборот фрезы –  $S_o$ , (мм/об). На фрезерных станках величина подачи устанавливается в виде скорость перемещения рабочих органов  $V_s$  (мм/мин) или минутной подачи  $S_m$ . Минутная подача  $S_m$  (мм/мин) рассчитывается по следующим формулам:

$$S_o = S_z \cdot z, \text{ мм/об} \quad (2.7)$$

$$V_s = S_m = S_o \cdot n_{\phi} = S_z \cdot z \cdot n_{\phi}, \quad (2.8)$$

где  $z$  – число зубьев фрезы.

Глубина резания  $t$  – кратчайшее расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями (см. рис. 2.15,б).

К параметрам фрезерования относят такие и ширину фрезеруемой поверхности  $B$  (рис. 2.15,б), измеренную в направлении, параллельном оси фрезы при цилиндрическом фрезеровании и перпендикулярном направлению движения подачи при торцовом фрезеровании.

**Фрезерные станки – типы и устройство. Виды работ.** В зависимости от условий производства и для обработки заготовок различного вида могут использоваться различные фрезерные станки. Они могут быть подразделены на станки общего назначения и специальные.

К станкам общего назначения относятся: консольно-фрезерные (вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные, универсальные и широкоуниверсальные станки); бесконсольно-фрезерные (с неподвижной или поворотной шпиндельной головкой, с круглым столом, с копировальным устройством); продольно-фрезерные (одностоечные горизонтальные или вертикальные); двухстоечные с двумя или более шпинделями; карусельно-фрезерные (с одним или более шпинделями).

К специальным станкам относятся копировально-фрезерные, шлице- и шпоночно-фрезерные, барабанно-фрезерные, фрезерные станки с ЧПУ и др.

Среди станков общего назначения различают несколько типов станков.

**Вертикально-фрезерные** станки предназначены для выполнения различных фрезерных операций. Отличительная особенность этих станков – вертикальное положение оси шпинделя и наличие подвижной консоли, на которой расположены салазки и стол.

Инструмент устанавливают либо на оправках с коническим хвостовиком, закрепляемом в шпинделе, либо в цанговых патронах. На вертикально-фрезерных станках выполняется встречное фрезерование, при наличии устройства, компенси-

рующего зазор между винтом и гайкой механизма продольной подачи, возможно и попутное фрезерование.

**Горизонтально-фрезерные** консольные станки также предназначены для фрезерования различных поверхностей: горизонтальных, наклонных и фасонных, уступов, пазов, фасонных поверхностей и др. Ось шпинделя станков этого типа горизонтальна. Движения подачи те же, что движения подачи заготовки на вертикально-фрезерном станке.

**Универсальные** станки этого вида имеют следующую отличительную особенность – стол их может поворачиваться относительно вертикальной оси на  $\pm 45^\circ$ .

**Широкоуниверсальные** фрезерные станка имеют различные варианты установки шпинделя: в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Для закрепления и установки заготовок на столе фрезерных станков используют различные универсальные приспособления: тиски различных конструкций, круглые столы, делительные головки, различные зажимные устройства. Для деления круглых заготовок на равные и неравные части применяют специальные приспособления – делительные головки. С помощью универсальной делительной головки можно точно поворачивать заготовку на заданный угол, делить деталь на равные части и производить нарезание винтовых канавок.

Фрезерные станки используются для обработки плоских поверхностей, уступов, пазов, различных контуров. Фрезерованием получают шпоночные и шлицевые пазы, исправляют нарушения формы деталей (например, головки блока цилиндров). С помощью дисковых и угловых фрез получают канавки, пазы, уступы.

## 2.6. Обработка зубчатых колес.

Зубчатые зацепления нашли широкое применение в узлах и агрегатах автомобиля. При этом наибольшее распространение получили передачи с малочувствительным к изменению межцентрового расстояния **эвольвентным** зацеплением. Такие передачи используются в коробках передач, редукторах ведущих мостов, коробках отбора мощности, делителях, и т.д. В условиях АТП и СТО при предельном износе зубчатого венца, повреждениях, выкрашивании зубьев детали бракуют. Однако в условиях АРП возможно восстановление зубчатых колес, заключающееся в нарезании зубьев после заплавления или заваривания впадин.

**Методы получения эвольвентного профиля.** Для получения эвольвентных профилей используют два принципиально различных метода формообразования: **копирования** и **обката**.

При методе копирования применяют инструменты, профиль режущей кромки которых совпадает с профилем впадины и при обработке копируется на заготовке. Сложный (эвольвентный) профиль режущей кромки такого инструмента позволяет выполнять обработку по этому методу при минимальном числе формообразующих движений на станках с простой кинематикой (рис. 2.17).

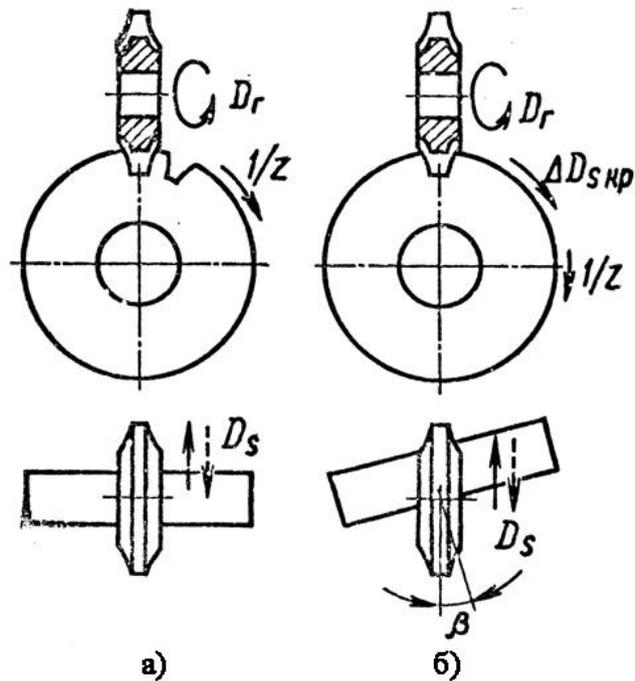


Рис. 2.17. Схема обработки методом копирования:  
 а) нарезание прямозубого колеса; б) нарезание косозубого колеса

К инструментам, работающим по методу копирования, относятся дисковые и пальцевые модульные фрезы, используемые в единичном производстве (рис. 2.18), зуборезные головки и протяжки, применяемые в массовом производстве.

Дисковые модульные фрезы – это фасонные фрезы с затылованными зубьями. Их основное преимущество в том, что они позволяют обрабатывать прямозубые и косозубые зубчатые колеса на универсальных фрезерных станках, а также нарезать крупномодульные колеса. Обработка колес на универсальных фрезерных станках сопровождается погрешностями периодического деления, выполняемого делительной головкой, что вместе с погрешностями установки фрезы и отклонениями ее профиля не позволяет получить колеса выше 10-й и 9-й степеней точности. Отклонение профиля связано не только с погрешностями, возникающими при изготовлении фрезы, но также и с тем, что каждому числу зубьев соответствует свой профиль. Но, иметь в условиях единичного производства для каждого, числа зубьев свою фрезу экономически нецелесообразно, и поэтому приходится применять один и тот же инструмент для нарезания группы колес с близкими числами зубьев. В основном наборе дисковых модульных фрез (до модуля  $m=8$ ) весь диапазон чисел зубьев с  $z=12$  и до  $\infty$  (рейка) разбит на восемь групп, каждой из которых соответствует фреза своего номера (табл. 2.3).

Таблица 2.3.

Диапазон чисел зубьев нарезаемого колеса

Номер фрезы	1	2	3	4	5	6	7	8
Число зубьев колеса	12–13	14–16	17–20	21–25	26–34	35–54	55–134	135 и более

С увеличением модуля усиливается влияние числа зубьев на профиль зуба, из-за чего для модулей колеса  $m > 8$  диапазон зубьев разбивают не на 8, а на 15, а для более точных колес – на 26 номеров фрез.

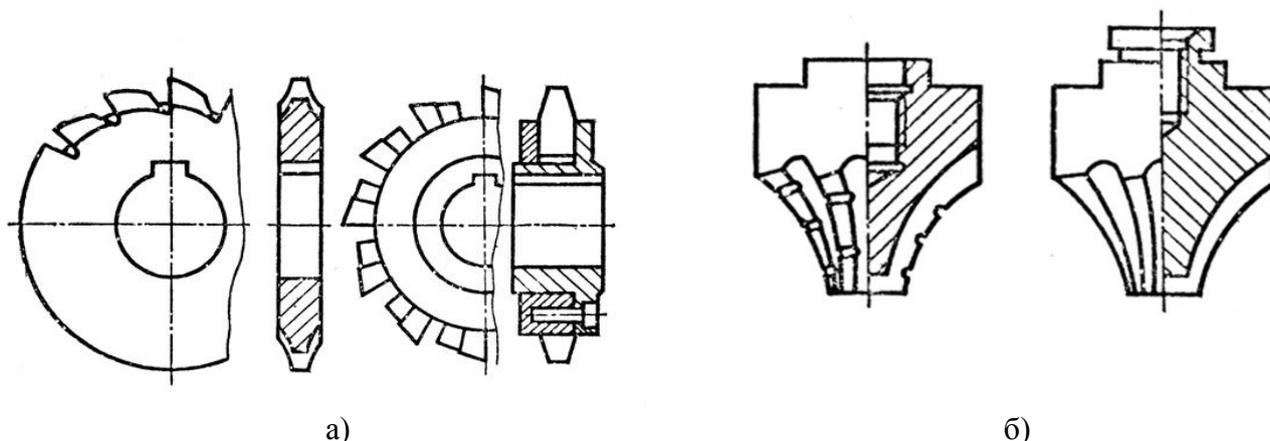


Рис. 2.18. Модульные фрезы для нарезания зубчатых колес методом копирования:  
а) дисковые; б) пальцевые

При методе обката профиль режущей кромки отличается от профиля впадины, которая получается как огибающая нескольких последовательных положений инструмента. Режущая кромка этого инструмента при обработке эвольвентного профиля получает дополнительные движения формообразования, что усложняет кинематическую схему станка (рис. 2.19).

Инструменты, работающие по методу обката, более универсальны, так как позволяют нарезать одним инструментом данного модуля колеса того же модуля с любым числом зубьев. Замена периодических делительных и связанных с ними вспомогательных движений (метод копирования) непрерывными делительными движениями, характерными для метода обката, не только повышает производительность, но и увеличивает точность обработки путем устранения случайных отклонений профиля. При нарезании по методу обката цилиндрических колес с прямым и винтовым зубом в процессе обработки имитируется зацепление воображаемого зубчатого колеса или рейки с нарезаемым колесом-заготовкой. Роль воображаемого зубчатого колеса выполняет инструмент – зуборезный **долбяк** (рис. 2.20,а), а роль рейки - **червячные модульные фрезы** (рис.2.20,б).

Зуборезные долбяки представляют собой эвольвентные колеса, прямые или винтовые, зубья которых изготовлены в виде режущих элементов. Материалом для изготовления долбяков служат быстрорежущие стали. Долбяк и обрабатываемое колесо при зубонарезании обкатываются по начальным окружностям без проскальзывания.

Из схемы формообразования впадины колеса (рис. 2.19,а), на которой показан ряд последовательных положений (обозначены цифрами 0, 1, 2, 3 и т. д.) режущих кромок долбяка, следует, что толщина срезаемого слоя при зубодолблении является величиной переменной не только при каждом последующем ходе долбяка, но и в течение срезания одного слоя.

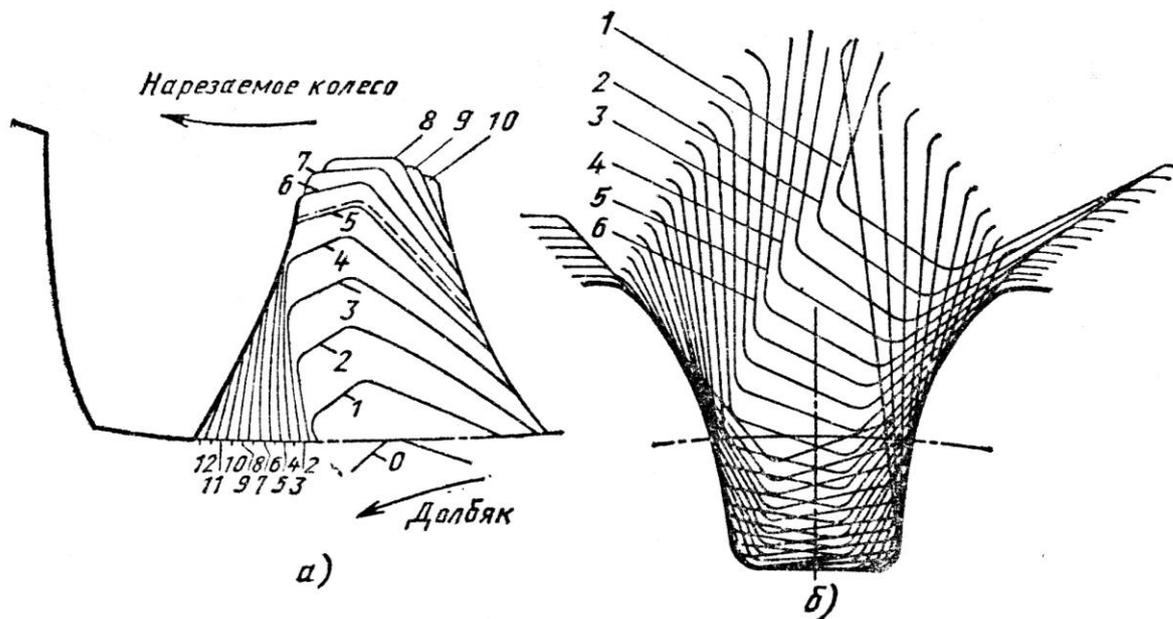


Рис. 2.19. Схема образования эвольвентного профиля при обработке зуборезным долбяком (а) и червячной модульной фрезой (б)

Наибольшую толщину срезаемого слоя снимают режущие кромки, расположенные по вершинам зубьев, а наименьшую – боковые выходные режущие кромки. С увеличением модуля нарезаемого колеса возрастает число рабочих ходов долбяка, необходимых для образования одной впадины, но средняя толщина срезаемого слоя при этом остается практически постоянной, так как изменяется только пропорционально скорости движения обката.

Главным движением резания при зубодолблении является поступательное перемещение долбяка, состоящее из рабочего (рис.2.20,а) хода, при котором срезается стружка, и вспомогательного хода, при котором заготовка для устранения трения отводится от долбяка. Движениями подачи являются: радиальное врезание  $D_{\text{рад}}$  долбяка на высоту зуба и обкат долбяка и заготовки.

Червячная зуборезная фреза может быть представлена в виде совокупности закрепленных на цилиндрической поверхности гребенок либо в виде червяка, витки которого превращены в режущие зубья прорезанием поперечных канавок так, что на них образуются передние углы  $\gamma$ , и затылованием зубьев для получения задних углов  $\alpha$ .

**Зубообрабатывающие станки.** Наиболее простыми по конструкции из зубообрабатывающих станков, работающих по методу обката, являются зубодолбежные. Эти станки используют при обработке цилиндрических прямозубых и косозубых колес, но наиболее эффективны они при обработке колес внутреннего зацепления, зубчатых секторов, некруглых колес, блоков колес. В то же время зубодолбежные станки не пригодны для нарезания червячных колес и при  $m > 4$  по производительности уступают зубофрезерным станкам.

Наибольшее распространение среди зубообрабатывающих станков (около 50%) получили зубофрезерные станки, работающие по методу обката и предназначенные для обработки цилиндрических колес внешнего зацепления и червячных колес.

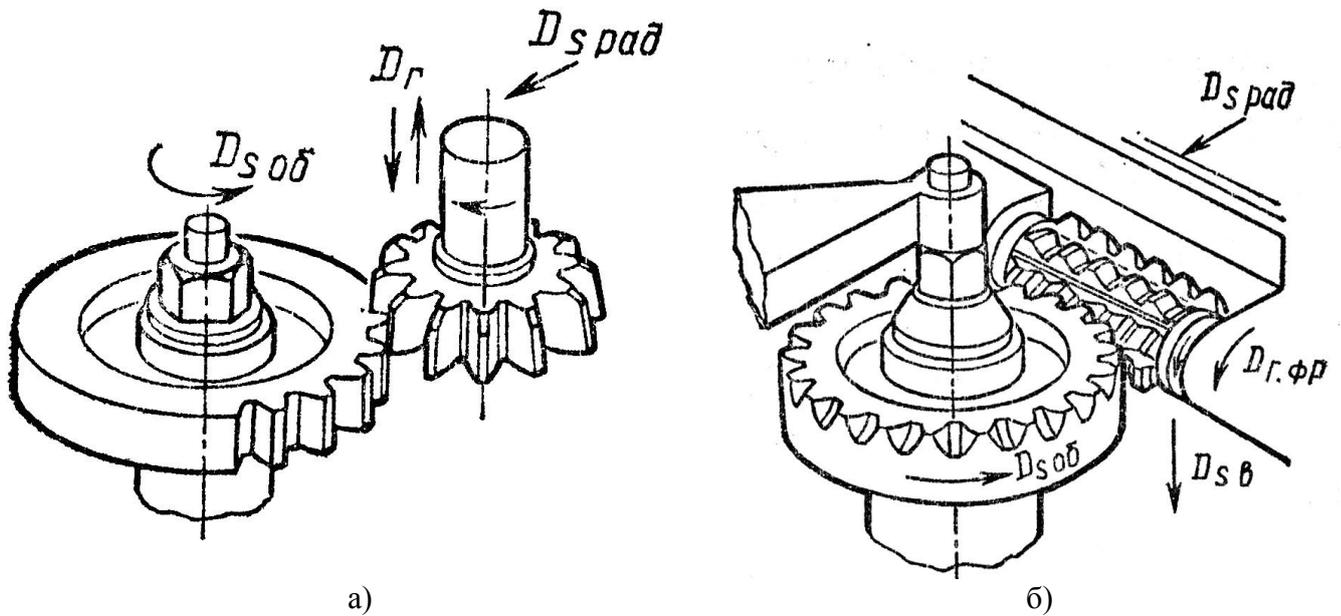


Рис. 2.20. Схемы обработки зубчатых колес зуборезным долбяком (а) и червячной модульной фрезой (б):

$D_{s\text{ рад}}$  – радиальная подача инструмента;  $D_{s\text{ об}}$  – движение обката;  $D_r$  – движение резания

**Финишная обработка зубчатых колес.** Для устранения погрешностей, возникающих при зубонарезании и последующей термообработке, зубчатые колеса дополнительно обрабатывают отделочными методами: шевингованием, обкаткой, притиркой и шлифованием.

Шевингование представляет собой срезание тонких стружек (толщиной 5 – 15 мкм) специальным инструментом – шевером с боковых поверхностей зубьев колес невысокой твердости ( $HRC_3 < 40$ ), предварительно нарезанных зубофрезерованием или зубодолблением. Срезание стружек происходит в результате взаимодействия зубьев обрабатываемого колеса с режущими кромками, выполненными на боковых поверхностях зубьев шевера.

Шлифованием обрабатывают зубчатые колеса с целью повышения их точности и устранения искажений, возникающих после термообработки. Зубчатые колеса, обработанные шлифованием, соответствуют 5 – 7-й степени точности и имеют  $Ra = 0,4 \dots 1,25$  мкм. Столь высокие точность и параметр шероховатости зубчатых колес, достигаемые зубошлифованием, заставляют мириться с явными недостатками этого метода: низкой производительностью, сложностью и дороговизной зубошлифовальных станков.

Притирка закаленных и незакаленных зубчатых колес является отделочной операцией, при которой обрабатываемое колесо зацепляется с чугунной шестерней-притиром в среде суспензии (веретенное масло и абразивный порошок зернистостью 180 – 220). Для интенсификации притирки шестерню-притир, получающую вращение от обрабатываемого колеса, либо притормаживают, либо устанавливают так, что оси притира и колеса скрещиваются образуя плотное зацепление.

При хонинговании зубьев в качестве инструмента используют зубчатое колесо из пластмассы с мелким абразивом, которое при обработке, зацепляясь с обрабатываемым колесом, совершает реверсивное вращение и возвратно-поступательное движение вдоль оси, срезая при этом припуск 0,02 – 0,05 мм на сторону.

Обкатка представляет собой отделочный процесс, при котором изготовленное с высокой точностью инструментальное колесо высокой твердости зацепляется с обрабатываемым колесом и при вращении получает дополнительное радиальное перемещение на заготовку. Для устранения возможных при обработке заеданий в зону контакта колес подается противозадирная смесь (минеральное масло со свинцовым суриком). В процессе обкатки происходит смятие микронеровностей до  $Ra = 0,2 \dots 0,6$  мкм, упрочнение поверхностного слоя и улучшение показателей плавности.

## 2.7. Обработка абразивным инструментом

**Виды обработки абразивным инструментом, схемы обработки.** Шлифование - наиболее распространенная разновидность абразивной обработки, обеспечивает шероховатость  $Ra=0,3 \dots 1,6$  мкм и точность по 6...8 квалитетам. В технологических процессах ремонта шлифование занимает важное место как один из самых эффективных методов окончательной обработки деталей после восстановления. Кроме того, шлифование – метод механической обработки, использующийся при ремонте деталей методом ремонтных размеров.

Главное движение при шлифовании – это вращение круга со скоростью  $V_k$ , м/с:

$$V_k = \frac{\pi D_k n_k}{6 \cdot 10^4} \quad (2.9)$$

Различают обычное шлифование при  $V_k < 35$  м/с, скоростное  $V_k = 35 \dots 60$  м/с, высокоскоростное  $V_k > 60$  м/с. Основные виды шлифования кругами наружное и внутреннее круглое шлифование, бесцентровое, плоское шлифование и специальные виды шлифования (зубошлифование, резьбошлифование и др.).

Шлифование в центрах применяется для обработки наружных цилиндрических, конических и фасонных поверхностей. Имеется три разновидности шлифования в центрах: методом продольной подачи (рис. 2.21, а), глубинное шлифование (рис. 2.21, б) и врезное шлифование деталей с прямолинейной или криволинейной образующей (рис. 2.21, в, г). В последнем случае круг должен быть шире детали.

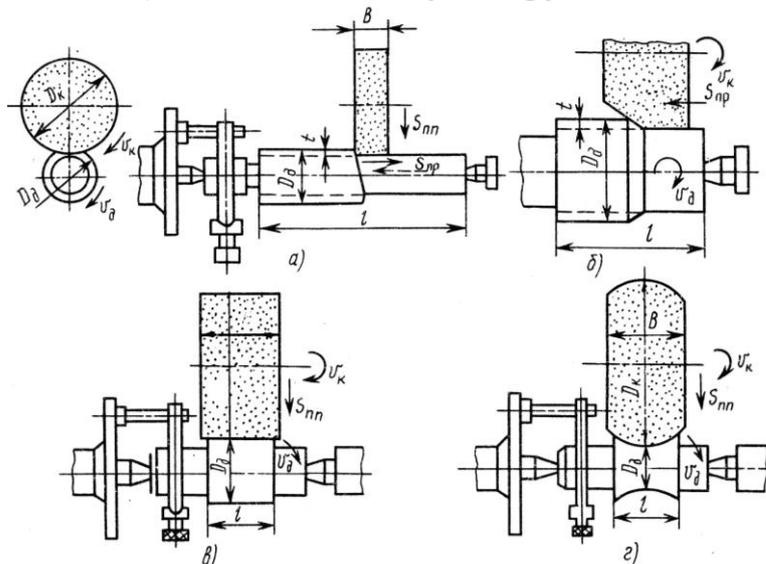


Рис.2.21. Наружное круглое шлифование в центрах.

Внутреннее круглое шлифование имеет две разновидности: в патроне (рис. 2.22, а) и планетарное (рис. 2.22,б). Патронное применяют при обработке небольших заготовок, а планетарное - при обработке тяжелых и громоздких заготовок.

При бесцентровом наружном шлифовании (рис. 2.23, а) заготовка 7 располагается между шлифующим 3 и ведущим кругами 4, а снизу поддерживается упором (ножом) 2. Для обеспечения продольного перемещения заготовки ось ведущего круга установлена под небольшим углом  $\nu$  к оси шлифующего круга.

При внутреннем бесцентровом шлифовании (рис. 2.23,б) заготовка 1 установлена между ведущим роликом 2, опорным 3 и прижимным роликом 4. Ведущий ролик вращается от своего привода и силами трения вращает заготовку. Шлифовальный круг 5 имеет индивидуальный привод.

При плоском шлифовании обрабатываются обычно плоские поверхности деталей, закрепленных на столе. Этот процесс может быть осуществлен как периферией, так и торцом шлифовального круга. Шлифование периферией круга используют для более точных работ.

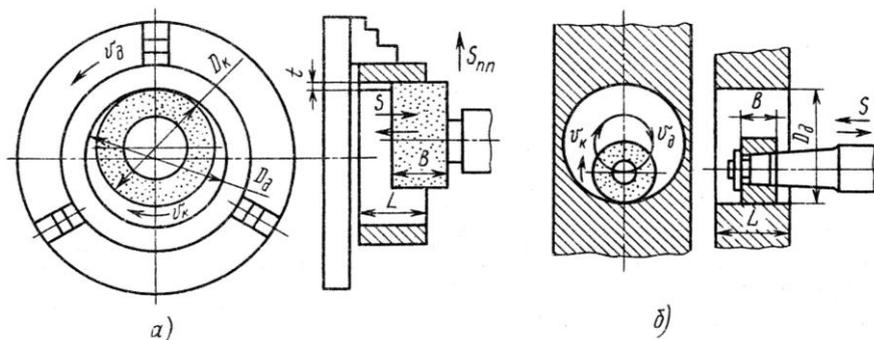


Рис.2.22. Внутреннее круглое шлифование

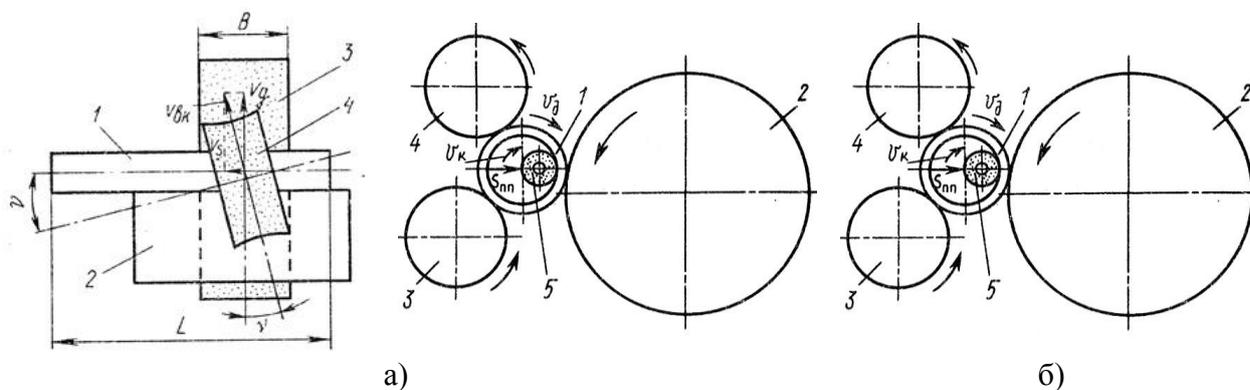


Рис.2.23. Наружное (а) и внутреннее (б) бесцентровое шлифование

**Применяемое оборудование.** Станки для абразивной обработки занимают исключительно важное место и предназначаются главным образом для чистовых и отделочных операций. На станках этой группы выполняют также и предварительную (черновую) обработку, как, например, обдирку, очистку заготовок, разрезку материала, заточку инструмента и др. Одно из достоинств шлифовальных станков - обработка деталей высокой твердости, которые не поддаются обработке другими режущими инструментами, например обработка закаленных сталей, твердых сплавов и других материалов.

На современных шлифовальных станках довольно широко применяются гидроприводы, особенно для прямолинейных перемещений рабочих органов. Гидроприводы в сочетании с электромеханическими устройствами позволяют автоматизировать процесс шлифования.

**Абразивные инструменты.** Абразивный инструмент в отличие от металлического лезвийного не имеет сплошной режущей кромки, а состоит из огромного числа разобщенных режущих элементов (абразивных зерен), скрепленных между собой связкой. Поэтому работоспособность абразивного инструмента характеризуется не только материалом и размером режущего абразивного зерна, но также составом и количеством связки, структурой (расположением абразивных зерен и пор в инструменте). Все эти параметры, составляют его характеристику, и указываются в маркировке инструмента (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Пример маркировки шлифовального круга:

КАЗ - марка завода-изготовителя, 14А- вид шлифовального материала. 40-номер зернистости, П - индекс зернистости, С2 - степень твердости, 6 - номер структуры, К5 - вид связки, А - класс точности инструмента, 2 - класс неуравновешенности, ПП - форма круга, 500 - наружный диаметр круга (мм), 50-высота круга (мм), 305- диаметр посадочного отверстия (мм), 35 м/с - допустимая окружная скорость

Абразивная способность и износостойкость абразивного материала зависят от его твердости, теплостойкости, хрупкости и дробимости зерна, а также от степени химического взаимодействия с обрабатываемым материалом.

**Фракция** - это совокупность абразивных зерен в установленном интервале размеров. Преобладающую по массе, объему или числу зерен фракцию называют основной.

**Зернистость** характеризует размер режущих зерен основной фракции в данном инструменте. В зависимости от размера зерен шлифовальные материалы делятся на следующие группы: шлифзерно-от № 200 до № 16; шлифпорошки - от № 12 до № 4; микрошлифпорошки-от М63 до М14; тонкие шлифпорошки - от М10 до М5. Шлифзерно и шлифпорошки получают ситовым рассевом, микрошлифпорошки – осаждением в жидкости (гидроклассификация). Поэтому условное обозначение зернистости дополняют буквенным индексом, соответствующим процентному содер-

жанию основной фракции: В - высокое; П - повышенное; Н - номинальное; Д - допустимое.

**Твердость** оказывает влияние на режущие свойства и кромкостойкость инструмента, а также на характер его изнашивания в процессе резания. Если прочность закрепления зерен в инструменте ниже прочности самого абразивного зерна, то изнашивание происходит вследствие выкрашивания зерен и абразивный инструмент работает в режиме самозатачивания. Если же прочность абразивного зерна окажется ниже прочности его закрепления в инструменте, то изнашивание будет протекать частично за счет хрупкого разрушения, скалывания зерен и частично за счет их стирания с образованием площадок износа на зерне.

**Структура** абразивного инструмента характеризуется соотношением объемов абразивных зерен, связки и пор. Система регулирования структур основана на сохранении равенства  $V_z + V_c + V_p = 100\%$ , где  $V_z$  – объем зерна,  $V_c$  - объем связки,  $V_p$  - объем пор. Определяющим параметром структуры является объем  $V_z$ . С увеличением на один номер структуры объем зерен уменьшается на 2%, расстояние между зернами и размер отдельных пор увеличиваются, однако для сохранения одинаковой твердости инструмента объем связки также увеличивается на 2%, при этом объем пор остается неизменным.

Таким образом, абразивные инструменты, имеющие одинаковые зернистость и твердость, но разные структуры, различаются между собой по степени сближения абразивных зерен. Структуру, обозначенную № 1...4, принято называть закрытой (плотной), № 4...8-средней, № 9...12 и выше (до 15)-открытой. Чем больше номер структуры, тем больше расстояние между зернами, т. е. структура более открытая.

Инструменты открытой структуры имеют улучшенные условия отвода стружки и меньшее тепловыделение. Наиболее эффективно их применение при обработке вязких металлов, а также металлов, склонных к прижогам и трещинам.

Связка определяет прочность и твердость инструмента, оказывает большое влияние на режимы, производительность и качество обработки. Различают связки неорганические и органические. К неорганическим связкам относятся керамическая, силикатная и магнезиальная (для алмазного инструмента - металлическая), к органическим-бакелитовая, вулканитовая, глифталева, поливинилформалева, эпоксидная.

### 3. ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА

#### 3.1. Производственный и технологический процессы. Структура и компоненты технологического процесса ремонта

**Производственный процесс ремонта** - это совокупность действий людей и орудий труда, выполняемых в данном предприятии для возвращения автомобилям работоспособности, утраченной при эксплуатации. Производственный процесс в ремонтном предприятии охватывает все операции ремонта автомобилей, агрегатов и деталей: технологические, энергетические, транспортные, складские и другие, обеспечивающие выпуск продукции. Все эти операции подразделяются на основные и вспомогательные, в том числе обслуживающие. К основным операциям относятся мойка, очистка, дефектация, восстановление деталей и ремонт узлов, изготовление деталей, комплектация, сборка, окраска, приработка и испытание, к вспомогательным и обслуживающим - транспортные, складские, контрольные; обеспечение энергией, теплом, паром и водой, инструментом; содержание и ремонт оборудования и помещений.

**Технологический процесс (ТП)**- это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по последовательному изменению состояния объекта ремонта или его составных частей (размеров, формы, объема или свойства) при восстановлении их работоспособности. В соответствии с этим в АРП наряду с понятием технологического процесса КР автомобилей (агрегатов) разрабатываются и осуществляются отдельные технологические процессы разборки, мойки-очистки, дефектации, восстановления и изготовления деталей, сборки, испытания и окраски.

Технологический процесс состоит из отдельных технологических операций, каждая из которых представляет законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте без смены оборудования одним рабочим или группой рабочих. **Технологическая операция** - основная планируемая и расчетная единица в АРП. Она содержит ряд элементов: установ, позицию, технологический и вспомогательные переходы, рабочий и вспомогательный ходы.

**Установ** - это часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой детали, разбираемой или собираемой сборочной единицы. Например, операцию разборки водяного насоса двигателя, закрепленного в приспособлении, выполняют за один установ, но в процессе разборки его положение в приспособлении может меняться при помощи поворотных устройств и занимать различные позиции, удобные для выполнения разборочных работ.

**Позиция** - это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой деталью или сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

**Технологический переход** - это законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или разъединяемых (соединяемых) при разборке (сборке). Например, при токарной операции обработка резцом одной поверхности или одновре-

менная обработка несколькими резцами нескольких поверхностей при неизменном положении детали и резцов будет составлять один переход. При разборочно-сборочных работах переходом принято считать часть операции, выполняемой над одним определенным соединением при неизменном инструменте.

Переход может быть выполнен за один или несколько рабочих ходов.

**Рабочий ход** - это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно обрабатываемого изделия, сопровождаемого изменением его состава и состояния или изменением формы, размеров и шероховатости поверхности детали.

**Вспомогательный переход** - это законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и состояния детали или сборочной единицы, но необходимы для выполнения технологического перехода (например, изменение позиции, смена инструмента и т. п.).

Каждый тип ремонтного предприятия, каждая марка автомобиля имеют свою конкретную детальную схему технологического процесса КР. В целом процесс можно описать следующим образом.

Технологический процесс КР автомобилей (рис. 1.4) начинается с приемки в ремонт представителем авторемонтного предприятия. По результатам приемки оформляют приемо-сдаточный акт по установленной форме в двух экземплярах, один из которых выдают заказчику, а второй оставляют на АРП.

Принятые автомобили и агрегаты направляют на склад ремонтного фонда или непосредственно на ремонт. Перед постановкой автомобилей или агрегатов на хранение с них снимают аккумуляторные батареи, приборы питания и электрооборудование. На участок наружной мойки автомобиля поступают своим ходом или их транспортируют тягачом, а агрегаты - внутризаводскими транспортными средствами. После наружной мойки автомобиль подают на пост предварительной разборки, где с него снимают платформу, колеса, спинки и сиденья, стекла, обивку, кабину и топливные баки. Снятые элементы направляют на соответствующие посты для ремонта. Затем подбранный автомобиль повторно моют, сливают масло из картеров двигателя, коробки передач, заднего моста, механизма управления и выпаривают картеры с помощью водяного пара.

Затем автомобиль разбирают на агрегаты и узлы, разбирают двигатели и другие агрегаты с целью лучшего доступа моющих растворов к загрязненным местам. Подбранные агрегаты моют, после чего их разбирают на детали, которые затем проходят окончательную очистку и мойку. Обезжиренные, вымытые и очищенные детали поступают на участок дефектации и сортировки, в результате которой выясняется возможность их последующего использования, определяются объем и характер восстановительных работ, и число потребных новых деталей. На основе действующих технических условий производят дефектацию деталей и сортировку их на три группы: годные, требующие ремонта и негодные. Детали первой группы направляют в комплектовочное отделение, второй - на склад деталей, ожидающих ремонта, третьей - в утиль. Восстановление деталей является основой авторемонтного производства. Эффективность и качество ремонта автомобилей (агрегатов) в зна-

чительной степени зависят от уровня организации и применяемой технологии восстановления деталей.

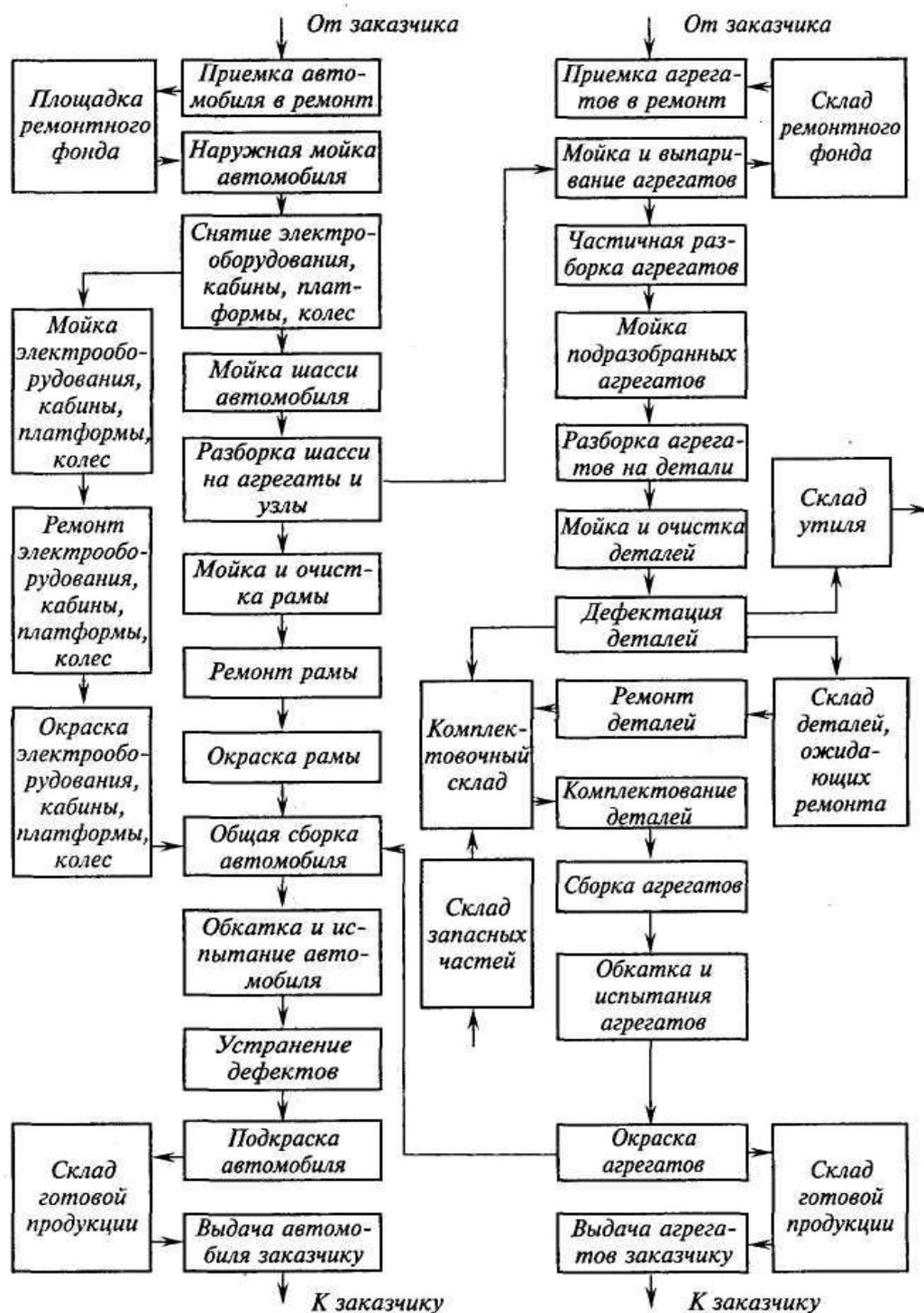


Рис. 3.1. Принципиальная схема технологического процесса капитального ремонта грузового автомобиля и агрегатов [11]

На сборку агрегатов детали подают комплектами. Их комплектуют в комплектовочных отделениях. Собирают двигатели и автомобили на поточных линиях, агрегаты на специализированных постах. Собранные агрегаты заправляют маслом и другими жидкостями и подвергают приработке и испытанию. В процессе испытаний

проверяют качество сборки и снимают рабочие характеристики агрегатов. Собранный автомобиль подвергают испытанию пробегом или на испытательном стенде с беговыми барабанами. При этом проверяют работу всех агрегатов и систем автомобиля, выполняют необходимые регулировки. Обнаруженные в процессе испытаний дефекты устраняют, после чего автомобиль окрашивают, и его принимает представитель ОТК. Затем автомобиль передается на склад готовой продукции или непосредственно заказчику. Вместе с автомобилем заказчик получает паспорт установленной формы [7,11]

Процессы капитального ремонта агрегатов и систем автомобиля, процесс текущего ремонта по устранению неисправностей и мелких отказов можно рассматривать как составные части схемы на рис. 3.1.

Каждый из блоков данной схемы можно рассматривать как компонент, нуждающийся в разработке отдельного технологического процесса. В целом проектирование технологического процесса какого-либо из этапов ремонта автомобиля или агрегата сводится к следующему:

- определение исходных данных для проектирования ТП: производственная программа, тип производства, конкретные технологические условия, имеющееся оборудование, конструкторская документация - сборочные и рабочие чертежи, спецификации, и др.
- Разработка маршрута ТП. **Маршрутное описание технологического процесса (ГОСТ 3.1109-82)** – сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.
- По необходимости расчет технологических режимов, разработка операционных карт ТП, содержащих подробное описание операций с указанием отдельных переходов.
- Выбор технологического оборудования, инструмента и приспособлений для реализации разработанного технологического процесса.
- Техническое нормирование разработанного ТП. **Техническое нормирование (ГОСТ 3.1109-82)** – установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов. При этом под производственными ресурсами подразумеваются сырье, материалы, инструмент, рабочее время и т.д. Таким образом, техническое нормирование труда производится для определения трудоемкости операций технологического процесса и в дальнейшем эти данные используются для расчета технико-экономических показателей разработанного ТП.

Рассмотрим этапы технологического процесса капитального ремонта автомобиля, технологию проведения этих этапов, применяемое оборудование и оснастку.

### 3.2. Наружная мойка автомобилей

Перед проведением ремонта, снятием агрегатов, необходимо обязательно произвести наружную мойку автомобиля.

Для наружной мойки автомобиля и агрегатов в практике широкое распространение получил метод струйной очистки под высоким давлением (гидродинамиче-

ская очистка). Природа удаления загрязнений с помощью струи заключается в механическом разрушении слоя загрязнений, его адгезионных связей с очищаемой поверхностью за счет нормальных и касательных напряжений, возникающих при ударе движущейся жидкости (вода, моющий раствор) о преграду. Загрязнения удаляются в случае, если сила удара (ударный импульс) струи о поверхность объекта очистки превысит хотя бы одну из прочностных адгезионно-когезионных характеристик загрязнений, таких, как прочность на сжатие, изгиб, сдвиг, сила адгезии и др. Если сила взаимодействия частиц загрязнений с очищаемой поверхностью больше силы взаимодействия между частицами загрязнений, то очистка осуществляется способом «сверления». В противном случае - способом «отрывания».

**Технология наружной мойки автомобиля.** Технологический процесс наружной мойки можно разделить на следующие операции (рис.3.2):

1. Мойка верхней части кузова автомобиля – крыши, капота, крышки багажника, крыльев, дверей, стекол, фар и пр. Может производиться как вручную, так и с использованием передвижных или стационарных моек различного типа. При этом широко используются различные моющие средства.
2. Мойка днища автомобиля. Производится в тех случаях, когда автомобиль направляется на ТО или ремонт. Является сложной операцией, т.к. нижние поверхности автомобиля имеют неровности, труднодоступные места, поэтому при шланговой мойке автомобиля необходимо вывешивать на подъемнике или опрокидывать на опрокидывателях.
3. Мойка колес автомобиля. Как правило, в условиях АТП и СТО осуществляется вручную. Возможно применение стационарных установок, комбинирующих мойку верхней части кузова с мойкой колес и днища автомобиля.
4. Очистка салона. Осуществляется вручную, с использованием специальных пылесосов.
5. Сушка автомобиля. Осуществляется потоком теплого воздуха, в специальных установках, либо сушка производится в обычных условиях.

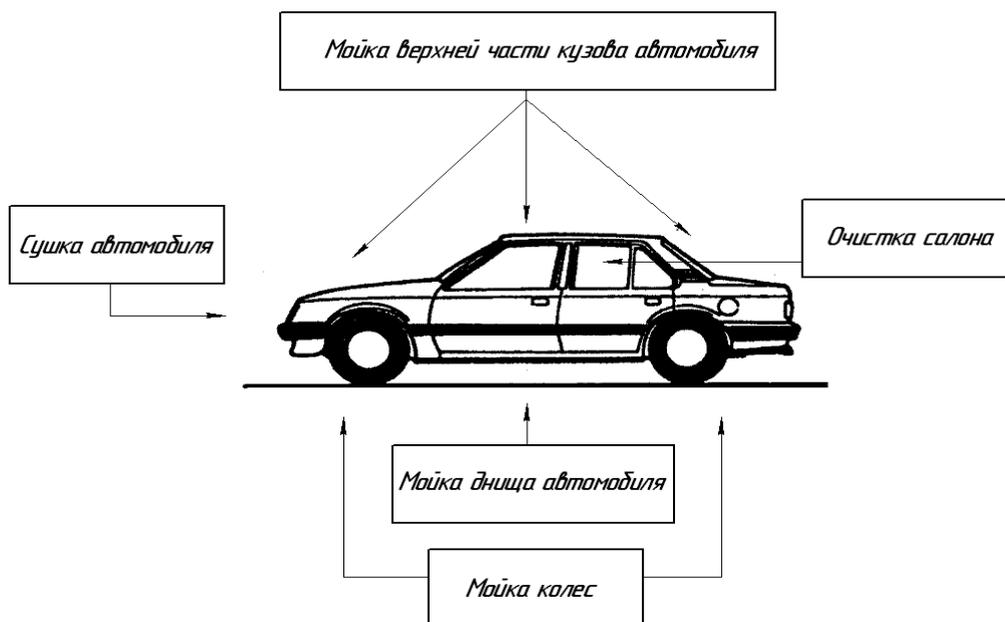


Рис. 3.2. Операции технологического процесса мойки автомобиля

**Оборудование для наружной мойки.** Классификация уборочно-моечного оборудования представлена на рис. 3.3.

В зависимости от потребностей предприятия могут использоваться моечные установки различных конструкций и производительности. В условиях АРП при больших объемах производства рационально использовать механизированное оборудование.

Механизированные установки для мойки автомобилей классифицируются по следующим признакам:

- ☑ конструкции рабочего органа:
  - ☞ струйные;
  - ☞ щеточные;
  - ☞ струйно-щеточные (комбинированные);
- ☑ относительно перемещению обрабатываемого объекта и рабочих органов установки:
  - ☞ проездные — с перемещением через установку обрабатываемого объекта;
  - ☞ подвижные — с перемещением рабочих органов вдоль неподвижного объекта;
- ☑ условию применения:
  - ☞ стационарные;
  - ☞ передвижные.



Рис. 3.3. Классификация уборочно-моечного оборудования [19]

Любая механизированная установка для мойки автомобилей состоит из двух основных систем: гидравлической, включающей душевое устройство, трубопроводы, коллекторы с соплами, и механической, включающей привод для качания (вращения) труб (коллекторов) с соплами или ротационных щеток с механизмом их привода.

Рабочим органом струйной моечной установки являются насадки в виде сопел (форсунок), вмонтированные в систему неподвижных или подвижных трубопроводов — коллекторов, по которым к соплам подводится вода или моющий раствор. Струйные моечные установки предназначены в основном для мойки грузовых автомобилей и автопоездов, но за последнее время, благодаря применению синтетических моющих средств, они успешно применяются для мойки легковых автомобилей и автобусов.

Рабочим органом щеточных моечных установок являются цилиндрические вращающиеся (ротационные) щетки, к которым по трубопроводам подается вода или моющий раствор. Щеточные моечные установки предназначены для мойки легковых автомобилей, автобусов, автопоездов-фургонов. При этом на современных проездных линиях для мойки и сушки автомобилей предусматриваются два режима обработки: косметический режим, когда осуществляется мойка верхних и боковых поверхностей автомобиля, и предремонтный режим, когда осуществляется мойка автомобиля снизу и мойка дисков колес.

Струйно-щеточные моечные установки имеют как моющие сопла, так и ротационные щетки. Комбинированные струйно-щеточные установки используются для мойки грузовых автомобилей с кузовом фургон, автобусов и легковых автомобилей.

Моечные установки **проездные** характеризуются тем, что обрабатываемый автомобиль перемещается с помощью конвейера или своим ходом через моечную установку. При этом элементы струйного устройства с соплами, через которые на обмываемые поверхности подается вода (моющая жидкость), совершают колебательные или круговые движения, а ротационные (вращающиеся) вертикальные и горизонтальные щетки делаются поворотными для более полного охвата обрабатываемой поверхности автомобиля. С этой же целью щетки выполняются спаренными распашными.

Моечные установки **подвижные** характеризуются тем, что обрабатываемый автомобиль остается неподвижным, а вдоль (вокруг) него перемещаются подвижные рабочие органы установки. В большинстве случаев рабочие органы (щетками, коллекторы с соплами) монтируются на П-образной порталного типа раме, перемещающейся на роликах по рельсовому пути, уложенному на полу моечного поста, или подвесным направляющим, или, наконец, сам рабочий орган (трубчатая рама с соплами) выполняется качающимся в опорных подшипниках.

**Щеточные** моечные установки содержат монтируемые на П-образной раме обычно три цилиндрические ротационные щетки — две боковые и одну горизонтальную. Кроме того, в ряде конструкций на такой раме предусматриваются вентиляторы для обдува (сушки) автомобиля.

**Стационарные** моечные установки выполняются как в виде порталной рамы, так и в виде отдельных стоек, стационарно укрепленных на фундаменте моечно-

го поста и несущих рабочие органы (коллекторы с соплами или щетками) и вентиляторы для обдува (сушки) автомобиля после мойки.

**Передвижные** моечные установки представляют собой самоходное шасси, преимущественно шасси автомобиля, на котором монтируются рабочие органы (коллекторы с соплами или ротационные щетки). Они находят применение для мойки грузовых автомобилей и автобусов, работа которых осуществляется в отрыве от основной базы (при работе автомобилей в период уборочной кампании, на конечных остановках автобусов и т. д.).

Моечные установки можно также классифицировать и по давлению воды (моющей жидкости), измеряемому на выходе моющей струи из сопла, МПа: низкое — до 0,35; среднее — от 0,4 до 0,8; высокое — свыше 0,8.

Все типы моечных установок по своей конструкции отвечают общепринятому наиболее рациональному технологическому процессу мойки автомобилей, заключающемуся в следующем: автомобиль предварительно смачивается водой для размягчения загрязнений, далее на моечных установках струйного типа он обрабатывается раствором СМС или только водой через сопла. На щеточных моечных установках автомобиль также предварительно обрабатывается раствором моющих средств и далее щетками с водой. Затем автомобиль ополаскивается чистой водой и после этого подвергается обдуву (сушке). Выполнение этих операций занимает в зависимости от типа автомобиля 1...3 мин.

**Струйные моечные установки.** Особенность струйной очистки заключается в использовании насадок, преобразующих потенциальную энергию напора жидкости в кинетическую энергию струи. Насадками различного профиля и размера формируют струи жидкости. Например, насадки с круглым отверстием на выходе дают резкую, сплошную и сосредоточенную струю, которая проникает через слой загрязнений для отделения их снизу от очищаемой поверхности и позволяет очищать труднодоступные места. Насадки же со щелевым выходом обеспечивают плоскую веерную струю с углом 15... 120°. При малых углах струя получается плоская и резкая с большой силой удара. По мере увеличения угла струя расширяется, но сила удара снижается. При больших углах струя - плоская широкозахватная. По сравнению с обычными насадками насадки высокого давления имеют более четко очерченную концентрированную струю. В результате - тесно связанные капельки воды увеличивают силу удара струи на 40%.

К простейшим струйным установкам, которые реализуют метод гидродинамической очистки, относят насосы, снабженные шлангами и пистолетами-распылителями. Высокопроизводительная и качественная очистка поверхностей обеспечивается путем повышения ударного действия струи в сочетании с высокой температурой воды и большой скоростью струи (170...250 м/с), обусловленной высоким напором перед насадкой (до 200...220 кгс/см<sup>2</sup>).

Основным назначением насадок, которые также принято называть соплами или форсунками, является создание скоростного напора протекающей через сопло струи моющей жидкости с определенным направленным потоком и дозирование ее расхода. В связи с этим следует указать на недопустимость в подводящих моющую жидкость трубах вместо насадок делать только цилиндрические отверстия, так как в этом случае не обеспечивается направленность струи, а сама струя не обладает не-

обходимой для смывания загрязнений кинетической энергией. В результате это приводит к неоправданному перерасходу моющей жидкости и низкому качеству мойки автомобилей.

Для повышения качества очистки и облегчения труда используются следующие виды насадок:

- ☞ **Насадки высокого давления** обуславливают форму и площадь следа струи на очищаемой поверхности. Насадки имеют постоянный угол распыла (0, 15, 25, 30, 40 и 60°) или переменный (от 0 до 90°), регулируемый в процессе очистки от минимального до максимального значений. При угле распыла 0° - струя сосредоточенная, с большим ударным импульсом, но площадь очистки небольшая. Увеличение угла распыла приводит к расширению струи - струя становится плоской, веерной и широкозахватной, но ударный импульс резко снижается;
- ☞ **Турбонасадки**, в которых сосредоточенная струя жидкости, вращаясь со скоростью 4000 об/мин, описывает конусную поверхность. Хорошая очищающая способность достигается высоким ударным импульсом (на расстоянии 20 см от насадки величина ударного импульса составляет более 70%), а большая площадь очистки - вращением струи;
- ☞ **Турбозеро** - насадка, которая изменяет структуру жидкости, поступающей на очищаемую поверхность. Каждая капля воды турбозеро в 10 раз крупнее и весит в 1000 раз больше, чем в машинах с обычными насадками. Мелкие капли жидкости теряют свою силу из-за сопротивления воздуха, а крупные - ударяют по очищаемой поверхности со скоростью 600 км/ч. Отсюда возникает мощный ударный импульс, величина которого на расстоянии 20 см от насадки составляет 90%, в то время как для обычных машин - 515%, а для турбонасадки - 70...75%.

Насадки изготавливаются из металла или капрона, а их различная форма обеспечивает соответственно разные виды моющей струи: рассеивающие, веерообразные, кинжальные, щелевые и др. (рис. 3.4).

Струйные установки используются в основном для мойки грузовых автомобилей, но за последнее время они находят применение и для мойки автофургонов, автобусов, а также легковых автомобилей. Такие установки должны быть прежде всего высокопроизводительными и обеспечивать качественную мойку без ручного домыывания.

Струйные моечные установки, выпускаемые Бежецким, Свирским и Лозовским заводами, отвечают современным технико-экономическим, эксплуатационным требованиям. Это прежде всего за счет того, что на новых установках обеспечивается значительное повышение давления моечной струи и улучшение кинематики движения моечных сопел.

Установлено, что эффективность струйной мойки зависит от кинематической энергии моечной струи, которая пропорциональна давлению в квадрате, а расходу воды — в первой степени.

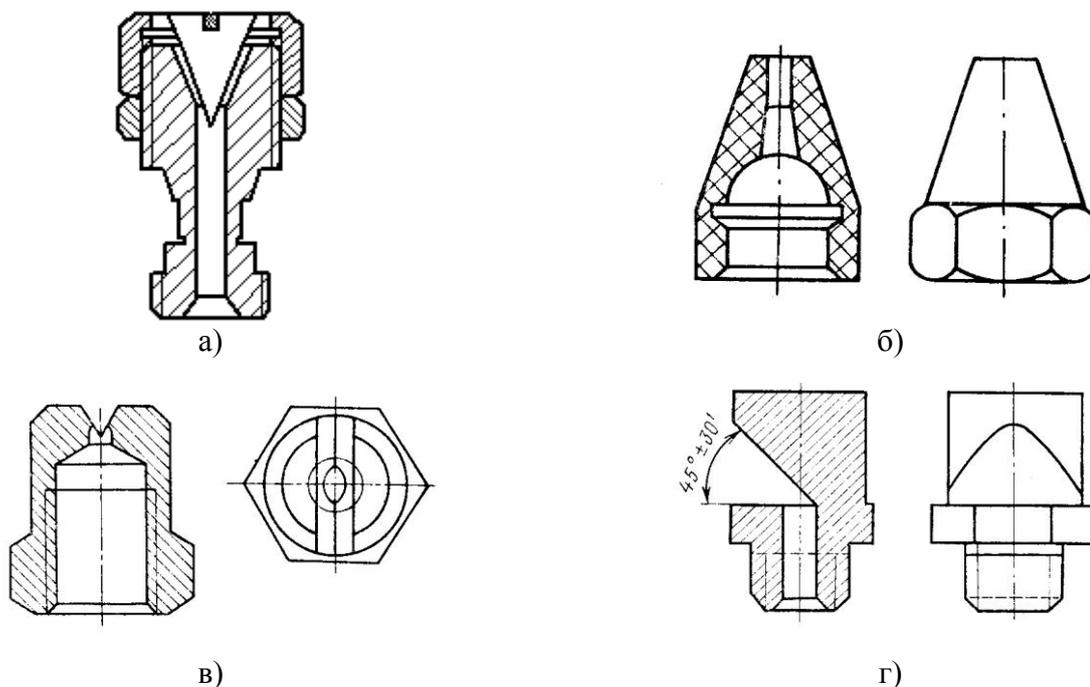


Рис. 3.4. Конструкции насадок механизированных струйных установок:  
 а) регулируемая насадка, дозирующая расход моющей жидкости; б) насадка из капрона;  
 в) насадка из металла; г) ложковая насадка

Следовательно, повышение давления позволяет снизить расход воды (моечной жидкости) и удельную энергоёмкость. В связи с этим совершенствование струйных моечных установок осуществляется по двум направлениям: повышается давление моечной струи и улучшается кинематика установок.

По результатам исследований были составлены диаграммы изменения показателей струйных установок мойки грузовых автомобилей, относящихся к установкам Бежецкого завода мод. 1114, 1152 и М129. Как видно из этой диаграммы (рис. 3.5), повышение давления моечной струи обеспечивает повышение производительности, значительное уменьшение расхода воды, а также снижение удельной энергоёмкости. На другой диаграмме (рис. 3.6) приводятся данные, относящиеся к установкам для мойки автобусов.

Рассмотрим некоторые конструкции струйных механизированных моек.

Струйная установка мод. М129 — для мойки грузовых автомобилей. Предлагаемая установка агрегатного исполнения с отдельными приводами (рис. 3.7) предназначена для мойки наружных поверхностей грузовых автомобилей, автомобилей-самосвалов, автомобилей повышенной проходимости с прицепами и полуприцепами, а также специализированного состава всех марок. Тип установки — струйная, стационарная, с автоматическим управлением. Установка содержит два передних и два задних моющих механизма, попарно установленных по сторонам моечного поста, имеющего небольшую траншею для сбора осадка сточных вод. Перед въездом на моечный пост имеется рамка предварительного смачивания с соплами, а в конце установки — при выезде — имеется также рамка ополаскивания автомобиля. Для обеспечения автоматизации работы установка снабжена двумя командоконтроллерами нажимного типа — с педалями и аппаратным шкафом. Насосная станция уста-

новки укомплектована насосом ЦНС-38-220. Перед въездом на установку устанавливается светофор.

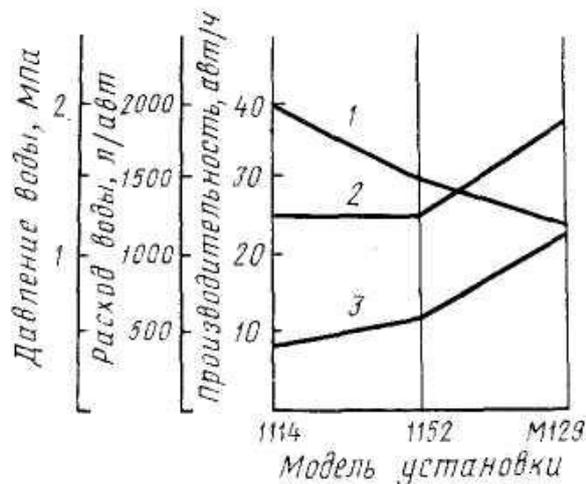


Рис. 3.5. Диаграмма изменения показателей струйных установок мойки грузовых автомобилей [9]:

1 — расход воды; 2 — производительность; 3 — давление воды

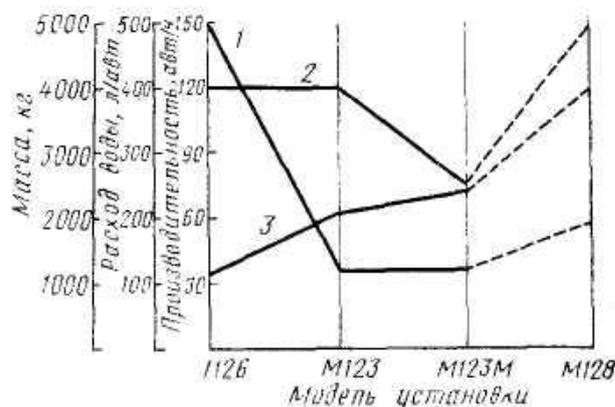


Рис. 3.6. Диаграмма изменения показателей для мойки автобусов [9]:

1 — расход воды; 2 — масса; 3 — производительность

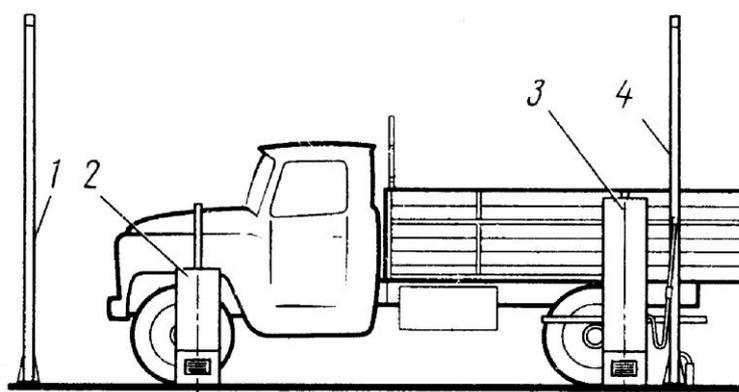


Рис. 3.7. Струйная установка мод. M129 для мойки грузовых автомобилей:

1 — рамка ополаскивания; 2, 3 — задний и передний моющие механизмы; 4 — рамка смачивания

Конструктивное выполнение установки в виде двух пар моющих механизмов, струйные качающиеся коллекторы которых расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — горизонтальной и вертикальной с возвратно-поступательным движением струйных коллекторов вверх-вниз на высоту борта автомобиля с одновременным качанием сопел, обеспечивает как улучшение качества мойки автомобилей, так и уменьшение расхода моющей жидкости, сокращение времени, необходимого для мойки, что повышает производительность установки.

Установка оборудуется конвейером для перемещения обрабатываемых автомобилей и обеспечивает возможность применения СМС.

В заключение следует сказать о том, что данная установка не лишена недостатков, а именно: не обеспечивается мойка внутренних поверхностей кузова автомобилей-самосвалов и мойка автомобилей снизу.

Перед постановкой автомобиля на техническое обслуживание или ремонт необходимо чтобы его нижние поверхности были чисто вымыты. В то же время, как было сказано выше, мойка автомобиля снизу — операция сложная. Поэтому перед конструкторами стояла задача создать совершенную механизированную установку для мойки автомобилей снизу. Одной такой установкой является мод М136, выпускаемая Свирским заводом, (рис. 3.8), обеспечивающая высокоэффективную мойку нижних поверхностей автомобиля при наименьших затратах моющей жидкости. Высокая эффективность достигается за счет повышения давления воды до 2,0 МПа кинематики движения сопел, обеспечивающих подачу моющих струй на обмываемые нижние поверхности под различными углами атаки и с разных точек, обмывая все экранированные поверхности не оставляя непромытых мест.

Данную установку можно использовать в различных комбинациях с выпускаемым моечным оборудованием для мойки шасси автомобиля, а также мойки с боков, мойки колес, надколесных ниш крыльев, рессор и других поверхностей автомобиля.

Установка мод. М136 содержит два одинаковых струйных блока, вращающихся в разные стороны, систему управления насосный агрегат. Струйный блок состоит из головки 3 с коллектором 1 и моечными соплами 13. На качающейся оси 12, консоли установлен диск 2, опирающийся на эксцентриковый копир 10 горизонтальной осью вращения, приводимый в движение через цепную передачу 6 от электродвигателя 5 с редуктором 4. При вращении копира диск приводится во вращение через фрикционную передачу — резина по стали. Для стабильности работы зацепления копир 10 выполнен наклонным и снабжен противовесом 9. Вода в коллекторы подается по каналам, выполненным в оси 1 и консоли 11. Привод выведен из зоны загрязнения и установлен вне канавы вращения к рабочему органу передается валом 8 с муфтой 7.

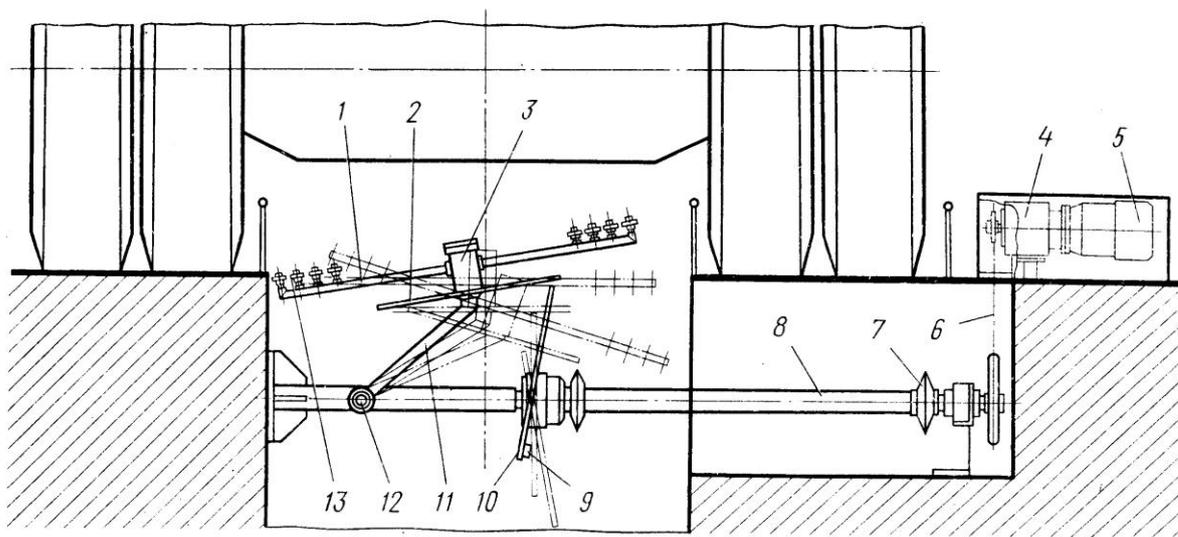


Рис. 3.8. Установка М136 для мойки автомобилей снизу

Сравнивая струйные моечные установки, можно сделать вывод, что они конструктивно несложны. Эффективно применение реактивных сопел при повышенном давлении моющей жидкости, поступающей от насосной станции установки [9].

К достоинствам струйных моечных установок можно отнести то, что они компактны и имеют небольшую металлоемкость. Основным преимуществом струйных моечных установок является их универсальность, они применяются для обработки всех видов подвижного состава автомобильного транспорта. Что же касается грузовых автомобилей, то они могут обрабатываться только на струйных моечных установках.

К недостаткам струйных моечных установок следует отнести чрезмерно большой расход воды, например, на установке модели ЦКБ-1152 он достигает 1200...1800 л на один грузовой автомобиль. При мойке на струйных установках легковых автомобилей и автобусов не достигается требуемое качество обмыва даже при большом расходе воды.

В зарубежных струйных моечных установках для устранения перечисленных выше недостатков предусмотрено применение различных моющих средств, а вода и моющие растворы подогреваются до 50 °С, хотя это вызывает дополнительные затраты, как первоначальные — на устройство подогревателей и смесителей для приготовления моющих растворов, так и постоянные — на их эксплуатацию. Однако это окупается за счет полученной экономии от снижения расхода моющей жидкости и повышения пропускной способности — производительности моечной установки.

При выборе струйной моечной установки необходимо исходить из того, что установка должна обеспечивать качественную мойку автомобилей при наименьшем удельном расходе моющей жидкости и при высоких технико-экономических показателях работы. В основу расчета этих показателей должны быть заложены: списочный состав автопарка, модификации автомобилей, коэффициент выпуска автомобилей на линию, график выпуска и возврата автомобилей с линии. При этом мощность моечной установки, возможное число автомобилей, обрабатываемых за 1 ч, должны определяться с учетом часа пик, при массовом возврате автомобилей с линии. Важно, чтобы струйная моечная установка была универсальной, так как АТП в большинстве комплектуются различными модификациями автомобилей.

Щеточные моечные установки. Механическое воздействие на загрязненные поверхности при мойке автомобилей с помощью щеток, прежде всего вращающихся (ротационных), позволило улучшить качество мойки, снизить расход воды и моющих средств, уменьшить время, необходимое на мойку.

Бежецким заводом выпускается установка для мойки легковых автомобилей и микроавтобусов мод. М130, являющаяся дальнейшим усовершенствованием мод. М115.

Установка является стационарной с автоматическим управлением (рис. 3.9) и содержит смонтированный на фундаменте металлический каркас с П-образной рамой на двух направляющих, поперечины которой установлены как перемещающиеся каретки, несущие с помощью консолей четыре вертикальные ротационные щетки — по две щетки в одном блоке, размещенные опозитно справа и слева от продольной оси установки. Вертикальные щетки предназначены для обмыва передних, боковых и задних поверхностей автомобиля или микроавтобуса. Привод кареток для

подведения и отведения щеток к обмываемым поверхностям осуществляется от пневмоцилиндров, с помощью трособлочной системы и противовесов.

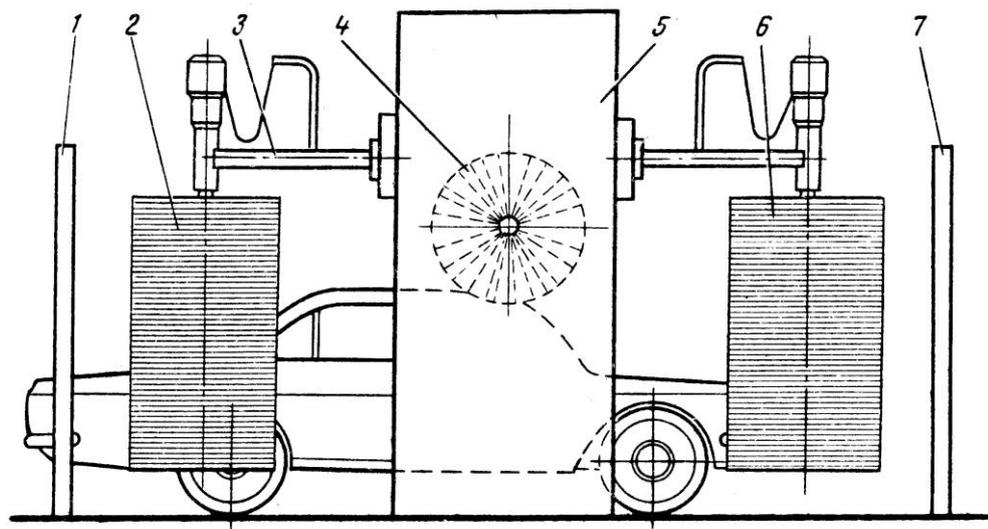


Рис. 3.9. Щеточная установка для мойки легковых автомобилей и микроавтобусов:

1 — рамка смачивания; 2 — входной блок вертикальных щеток; 3 — каретка с консолями; 4 — горизонтальная щетка; 5 — рама; 6 — выходной блок вертикальных щеток; 7 — рамка ополаскивания

В направляющих вертикальных стойках П-образной рамы подвижно установлена маятниковая рамка с горизонтальной щеткой, предназначенной для обмыва капота и верха кузова автомобиля, крышки багажника. Перемещение щетки осуществляется с помощью тросов и противовеса, а вращение щеток — от индивидуальных электродвигателей.

Для предварительного смачивания автомобиля — перед въездом на установку смонтирована П-образная рамка с соплами, а для ополаскивания такая же П-образная рамка смонтирована в конце установки, при выезде автомобиля с установки.

Трехщеточная установка (рис. 3.10) предназначена для мойки легковых автомобилей различных марок (включая с открытым кузовом-фаэтоном) при обязательном применении моющих средств, образующих при приготовлении раствора пену. Установка выполнена в виде обшитого с наружной стороны листовым железом портала, на стойках которого смонтированы вертикальные боковые ротационные щетки, а на верхней балке — горизонтальная ротационная щетка для обмыва не только верхних, но и передних и задних поверхностей автомобиля. Перемещение автомобиля через моечную установку осуществляется на конвейере.

При предварительном обмыве автомобиля применяется вода, для чего при въезде на установку на верхней балке портала и на стойках смонтированы коллекторы с соплами.

После прохождения через коллекторы предварительной струйной мойки автомобиль обрабатывается ротационными щетками, имеющими частоту вращения  $200 \text{ мин}^{-1}$ , с применением моющего раствора, а затем ополаскивается водой. Выходит автомобиль из установки после мойки с тыльной стороны, частично закрытой

гибкими пластинами прямоугольной формы из резины или пластмассы и усиленные металлом. Пластины одними концами прикреплены к боковым сторонам и верхней балке портала, а другие их концы остаются свободными и при выходе автомобиля отгибаются им, действуя как полотенце, а затем занимают исходное положение.

Прижатие вертикальных щеток к обмываемым поверхностям осуществляется с помощью пневмоцилиндра. Горизонтальная щетка опускается до пола (для обработки передней, задней и верхней поверхностей автомобиля) и поднимается вверх после обработки с помощью пневмоцилиндра. В целях достижения плавности и быстроты управления она балансируется противовесом.

Применение ротационных щеток как средства механического воздействия на загрязненные поверхности автомобиля обеспечивает более качественную мойку, значительное сокращение расходы воды, уменьшает время, необходимое на выполнение моечных операций, что, в свою очередь, позволяет повысить производительность щеточных моечных установок до 50...90 авт/ч вместо 20...30 на струйных моечных установках.

Эти преимущества делают щеточные установки незаменимыми для мойки легковых автомобилей, автобусов и автофургонов. Стало возможным обрабатывать на таких установках также и полуприцепы — автофургоны большой грузоподъемности, выпускаемые во всевозрастающем количестве промышленностью в комплексе с тягачами, имеющими более обтекаемые формы.

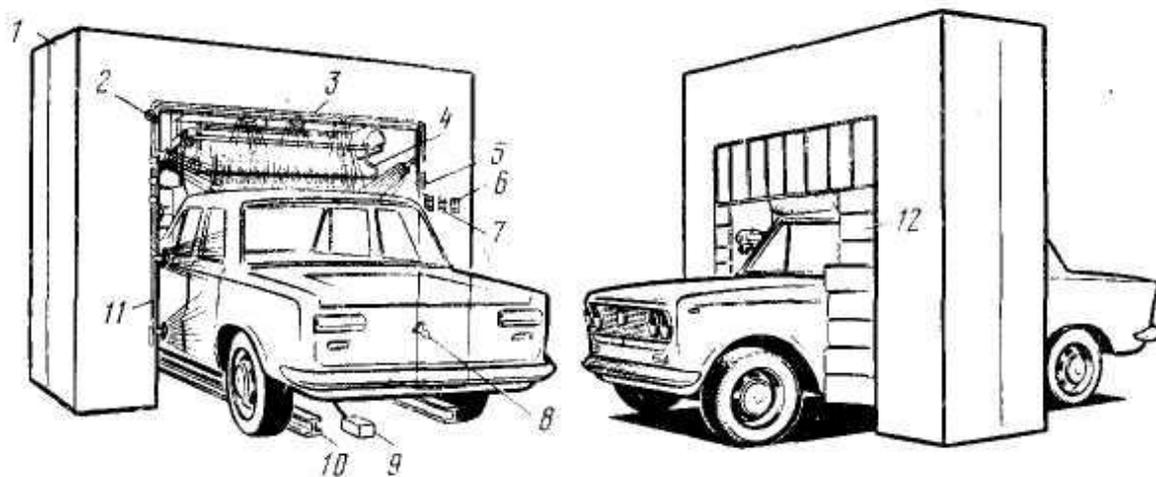


Рис. 3.10. Трехщеточная установка для мойки легковых автомобилей (США):

1 — портал; 2 — фотоэлемент системы управления подачей воды; 3, 5, 11 — коллекторы соплами для предварительной струйной мойки автомобиля; 4 — контактный элемент-маятник для немедленного включения привода подъема горизонтальной щетки; 6 — главный переключатель первоначального включения установки в работу; 7 — переключатель с автоматического режима работы на постоянную работу всех агрегатов установки; 8 — источник света, взаимодействующий с фотоэлементом системы управления подачей воды; 9 — гибкий рычаг контактного устройства для автоматического управления установкой; 10 — конвейер; 12 — гибкие пластины-полотенца для протирки автомобиля

Недостатком щеточных моечных установок является некоторая их сложность в силу большого числа агрегатов, узлов, силовых приводов и приборов управления, которые обеспечивают вращение, прижатие и разведение щеток в автоматическом цикле, без чего не может быть достигнута высокая производительность установки.

Кроме того, в современных установках щетки вращаются с частотой 150...175 мин<sup>-1</sup>, в результате чего создаются инерционные силы удара нитей щетины по лакокрасочным покрытиям, что приводит к потере блеска и даже к образованию рисок на поверхности кузова автомобиля. Вредное влияние нитей щеток в зарубежных установках уменьшается при выполнении их в виде мягкой кисточки.

**Струйно-щеточные моечные установки.** На автотранспортных предприятиях, имеющих смешанный автомобильный парк, обслуживание автомобилей целесообразно производить на одной моечной установке, которая бы сочетала струйную мойку для грузовых автомобилей и щеточную для автофургонов и автобусов. Применение таких комбинированных моечных установок не потребует больших производственных площадей, позволит снизить как первоначальные затраты (сооружение одной установки вместо двух), так и уменьшить эксплуатационные расходы.

Установка для мойки легковых автомобилей (рис. 3.11) выполнена с подвижными (вдоль обрабатываемого неподвижного автомобиля) рабочими органами — коллекторами с соплами, вертикальными и горизонтальной ротационными щетками.

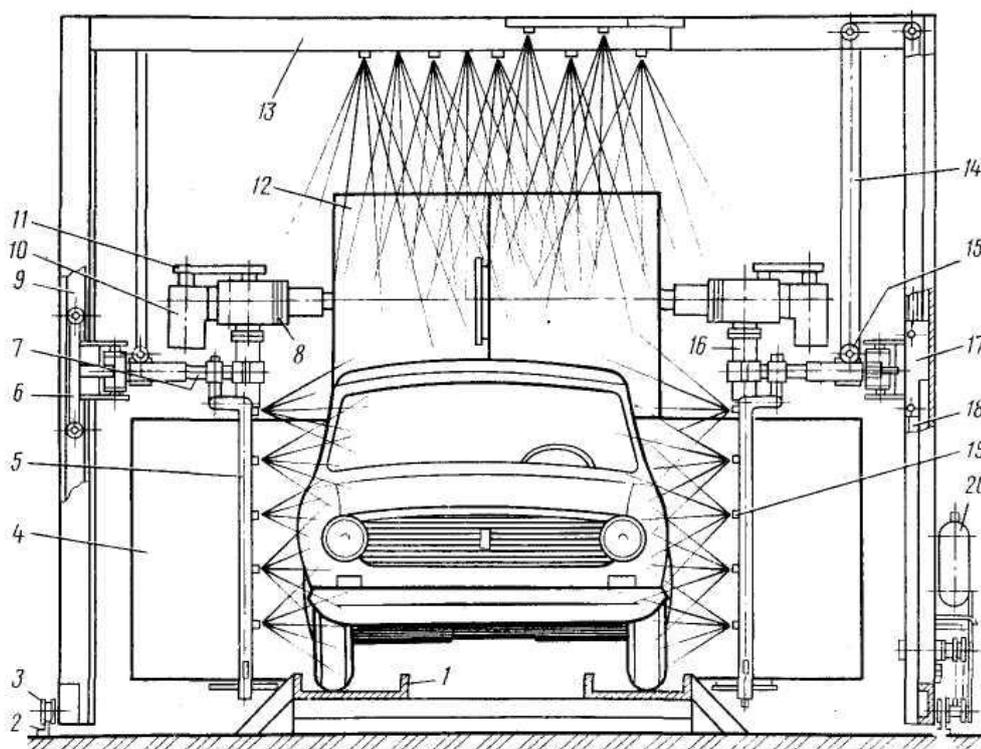


Рис. 3.11. Струйно-щеточная установка для мойки легковых автомобилей:

1 — эстакада установки; 2 — рельсовый путь; 3 — ролики опорные портала; 4 — вертикальная ротационная щетка; 5 — рамки с соплами; 6 — каретка, несущая вертикальную щетку; 7 — горизонтальная ось крепления вертикальной щетки; 8 — каретка, несущая горизонтальную щетку; 9 — вертикальные направляющие каретки; 10 — электродвигатель; 11 — клиноременная передача привода вращения щеток; 12 — горизонтальная ротационная щетка; 13 — П-образная подвижная рама; 14 — блочно-тросовая система подвески противовесов уравнивающих щетки; 15 — двойной полиспафт блочно-тросовой системы; 16 — передаточное устройство вращения щеток; 17 — противовес; 18 — направляющие перемещения противовеса; 19 — сопла; 20 — емкость для раствора моющего средства

Рабочие органы установки смонтированы на П-образной раме, не передвигающейся по рельсовому пути. Причем горизонтальная щетка выполнена из двух полущеток, смещенных относительно друг друга вдоль оси моечной установки и

объединенных попарно с боковыми щетками в блоки, установленные в направляющих рамах на цилиндрических шарнирах. Каждая боковая щетка заключена в рамку с соплами, имеющую опорные ролики.

**Моющие средства** - дополнительные высокоэффективные составы для обеспечения качественного удаления загрязнений. Номенклатура выпускаемых моющих средств отличается большим разнообразием. Однако большинство из них с трудом разлагаются на почве и в воде водоемов, рек, обладают способностью накапливаться в тканях организмов растительного и животного происхождения, нередко и сами средства, смешиваясь с загрязнениями, активно участвуют в нарушении экологического баланса в природе. В этой связи моющие средства должны иметь не только высокую активность к различным загрязнениям, но и обладать низкой токсичностью, водорастворимостью, пожаробезопасностью, биоразлагаемостью. В мониторинговых моечных машинах необходимо использовать универсальные биоразлагаемые моющие средства. Процесс проведения моечно-очистительных работ характеризуется следующими основными показателями: динамическим давлением струи воды (сила удара), расходом воды; температурой воды; применяемыми моющими средствами.

Сила удара струи о поверхность - один из важнейших показателей, характеризующих ее очистительную способность. На повышение силы удара решающее влияние оказывают четыре составляющие - форма струи, расход воды, давление, развиваемое насосом, расстояние от насадки до очищаемой поверхности. Увеличение силы удара струи пропорционально расходу воды и давлению ее истечения. Так как вода является ценным лимитируемым продуктом, то повышение давления - это наиболее реальное и эффективное условие повышения силы удара. Даже при неизменном расходе воды при повышении давления наблюдается значительное возрастание силы удара.

С увеличением расстояния насадки от очищаемой поверхности величина ударного импульса снижается по гиперболической зависимости. Радиус действия пистолета-распылителя и турбонасадки ограничивается расстоянием 40... 50 см.

С ростом давления перед насадкой производительность насоса увеличивается. Наибольший расход воды наблюдается при использовании пистолета-распылителя. При давлении  $140 \cdot 10^5$  Па расход воды достигает 16 л/мин и превышает расход воды при использовании турбонасадок на 14... 28 %.

Повышение температуры воды приводит к снижению межмолекулярных сил, действующих внутри загрязнения, и снижению сил адгезии с очищаемой поверхностью. Температура воды выбирается в зависимости от вида и состава загрязнений, материала очищаемой поверхности, требований к качеству очистки и др.

### **3.3. Разборка автомобиля и агрегатов**

**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 % об-

щей 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 в значительной степени 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%.

**Технологический процесс разборки.** Разборку автомобилей и агрегатов выполняют в последовательности, предусмотренной картами технологического процесса, и указанной в схемах разборки, используя указанные в них универсальные и специальные стелды и оснастку. Степень разборки определяется видом ремонта и техническим состоянием объектов разборки (рис. 3.12)

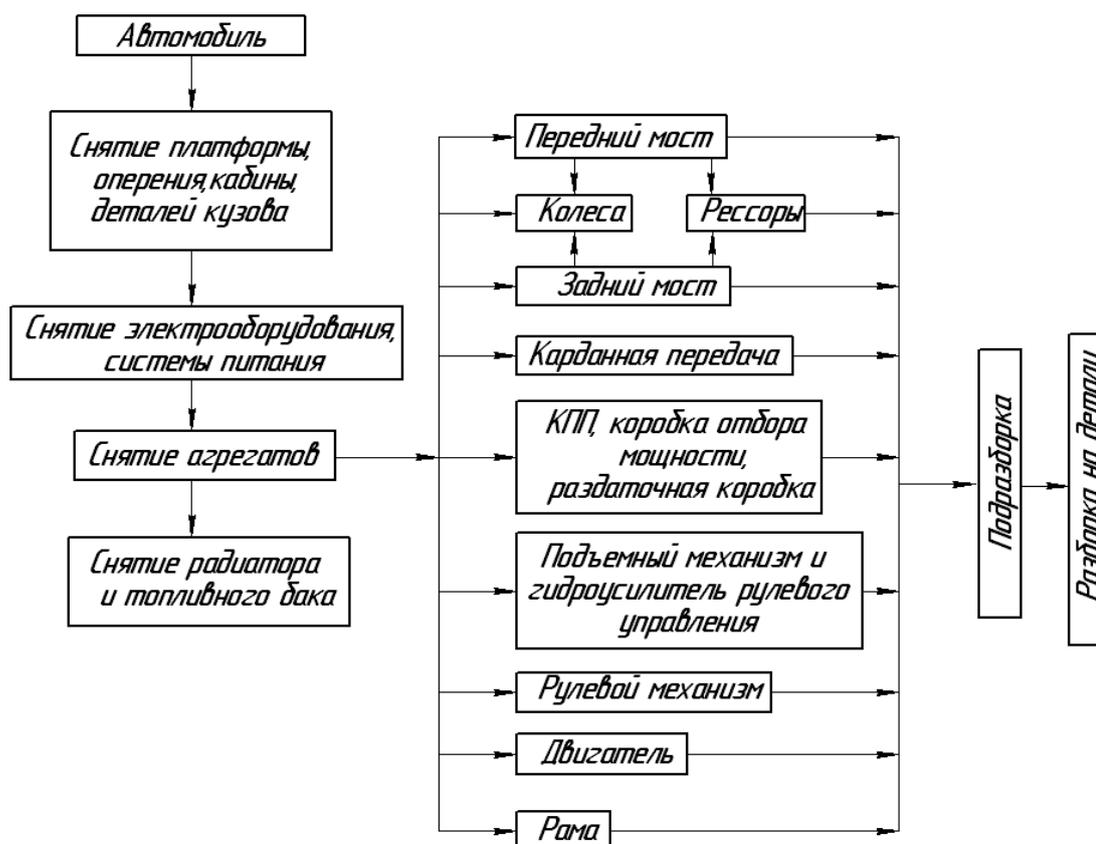


Рис. 3.12. Схема разборки автомобиля

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 специализирован-

ные 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.

Разрабатываемый технологический процесс должен включать:

- ☑ Выбор метода организации разборки;
- ☑ Определение содержания разборочных операций и установление режимов разборки и норм времени на выполнение разборочных операций;
- ☑ Разработку задания на конструирование необходимого оборудования, приспособлений и инструмента;
- ☑ Разработку технических условий на разборку автомобиля и его составных частей; обоснование методов транспортировки, разработку и оформление технической документации.

**Оборудование и приспособления для разборки.** Оборудование на постах разборки должно выбираться с учетом объема и трудностей выполнения операций, предусмотренных технологическими процессами, и влияния используемых приемов разборки на сохранность деталей с целью их последующего использования в производстве. Номенклатура инструмента на каждом посту определяется конструкцией автомобиля, степенью дифференциации и видом разборочных работ.

При разборке автомобиля, снятии с него агрегатов используется универсальное осмотровое и подъемно-транспортное оборудование (рис. 3.13).

В условиях авторемонтных заводов находит применение конвейерная, или поточная разборка, когда на одном рабочем посту выполняется конкретная операция. Поточный метод разборки позволяет: сосредоточить одноименные операции на специализированных постах; сократить количество одноименных инструментов на 30%; увеличить интенсивность использования технологической оснастки на 50%; увеличить производительность труда рабочих на 20%.

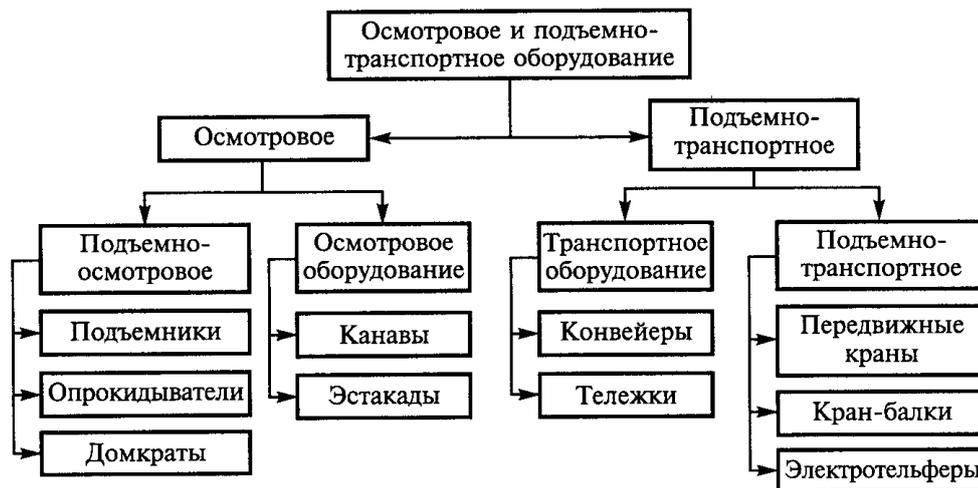


Рис. 3.13. Классификация осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

Поточный метод разборки организуют на постах, где разница трудоемкостей не превышает 10%. Этого достигают правильным распределением операций по постам, применением специального оборудования, приспособлений, производительных инструментов, дублированием отдельных постов и наличием на некоторых постах большего количества рабочих.

Только при поточном способе разборки создаются условия для механизации работ. Применение средств механизации позволяет снизить трудоемкость разборки в 1,5...2,0 раза и повреждаемость деталей на 70...89%, увеличить объем повторного использования подшипников на 15...20% и стандартного крепежа до 25%, снизить затраты на ремонт автомобилей на 5...9%.

В условиях АТП производится так называемая стационарная разборка. Стационарная разборка автомобилей и агрегатов на сборочные единицы и детали производится на одном рабочем месте, снятые с автомобиля агрегаты разбирают на стационарных стендах. Широко используются при этом кран-балки, тельферы, тележки для перемещения снятых агрегатов, специальные гайковерты для снятия колес, домкраты.

Разборка автомобиля может производиться и на подъемнике. Существуют различные конструкции и типы подъемников. Самые распространенные из них – гидро- и электромеханические (рис. 3.14).

Для разборки и сборки агрегатов используется специализированное и универсальное стационарное оборудование – стенды, траверсы, стойки и т.д. (рис. 3.15-3.17).

В условиях авторемонтного производства чаще применяются специальные и специализированные приспособления и стенды для разборки, предназначенные для узлов или агрегатов конкретных моделей или узкого диапазона размеров. При организации авторемонтной мастерской в условиях АТП следует большее предпочтение отдавать универсальным стендам, имеющим возможность регулировки под агрегаты и узлы различных автомобилей, близких по габаритам.

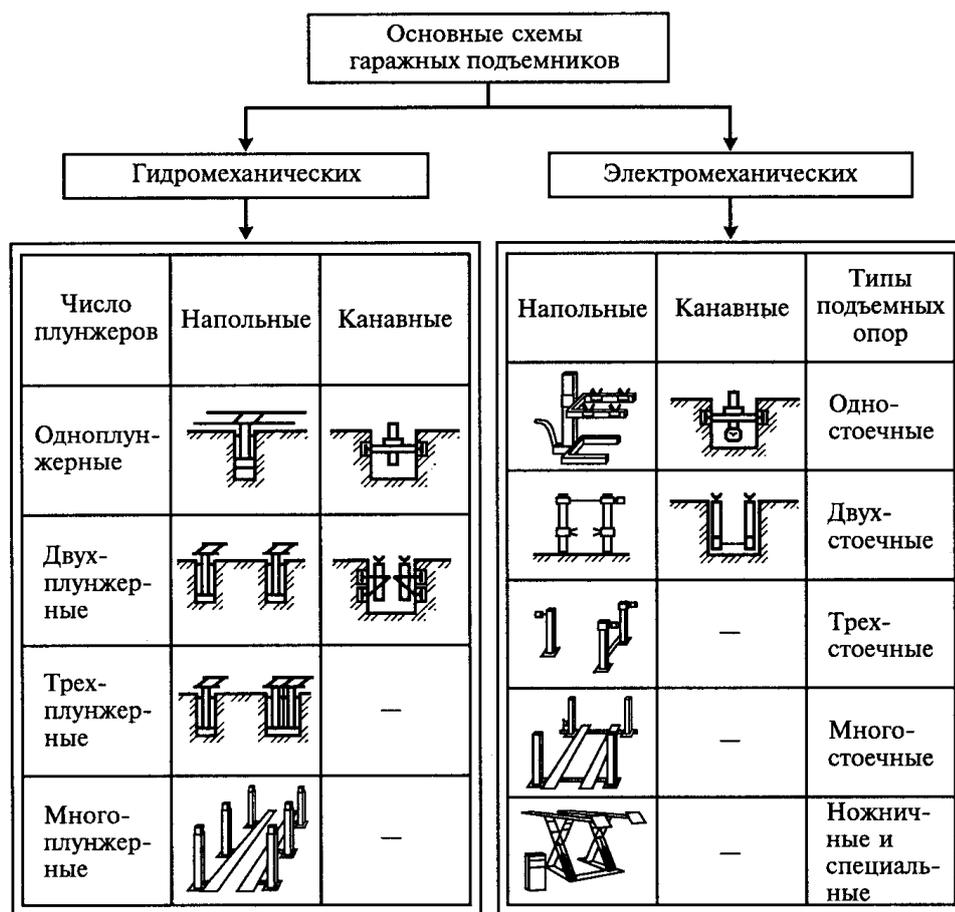


Рис. 3.14. Основные схемы гаражных подъемников [19]

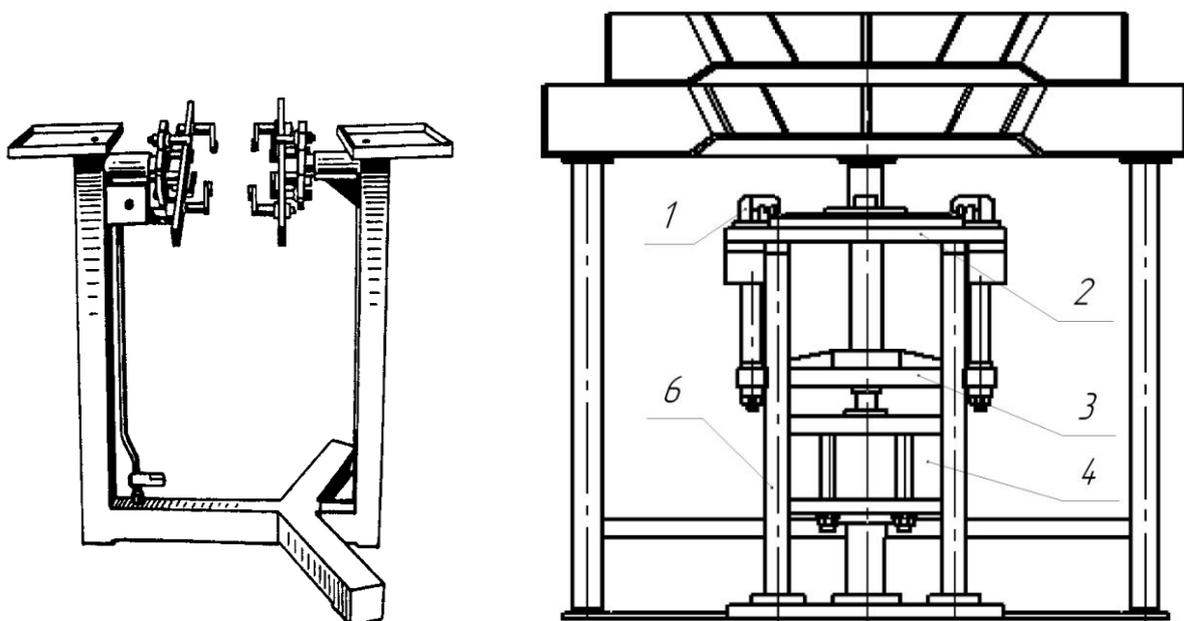


Рис. 3.15. Стенд для разборки и сборки двигателей

Рис. 3.16. Стенд для разборки и сборки сцепления:

1 – прижимы; 2 – опорная плита; 3 – траверса;  
4 – силовой цилиндр; 5 – стойки

В конструкциях автомобилей и их составных частей имеются подвижные и неподвижные соединения, которые в свою очередь подразделяются на разборные и неразборные. Разборные составляют до 80% всех соединений. Подвижные разборные соединения применяются для деталей с гладкой цилиндрической или шлицевой поверхностью. Неподвижные неразборные соединения выполняются при помощи сварки, пайки, клепки, склеивания, развальцовки и горячих прессовых посадок, а неподвижные разборные при помощи болтов, шпилек, шлицев, резьб и дополнительных деталей (шпонок, штифтов, клиньев).

Наиболее типовыми из операций разборки являются вывертывание винтов, шпилек, болтов и отвертывание гаек, удаление сломанного болта или шпильки, снятие зубчатых колес, шкивов, муфт и подшипников.

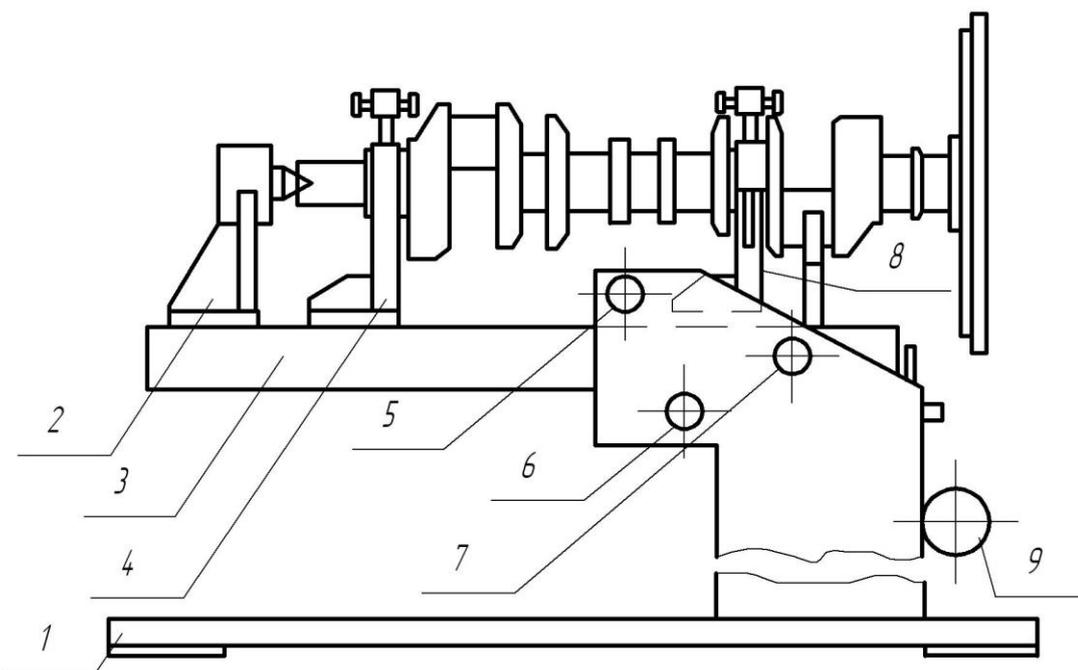


Рис 3.17. Стенд для разборки и сборки коленчатого вала:

1 – рама; 2, 4, 8 – съемные стойки; 3 – балка; 5 – ось; 6,7 – фиксаторы; 9 – индикатор

Для разборки таких соединений используются различные инструменты и приспособления: комплекты ключей, динамометрические ключи, комплекты инструментов для разборки и сборки различных агрегатов или видов работ (например, топливной системы, или проведения ТО-2); механизированный инструмент для разборки резьбовых соединений. При разъединении соединений с натягом (прессовых) используются съемники, прессы, оправки.

**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.

По трудоемкости **разборки** резьбовые соединения классифицируются на три группы, которые приведены в табл. 3.1.

**Классификация резьбовых соединений и значений крутящего момента при разборке [11]**

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

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 (рис. 3.18).

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.

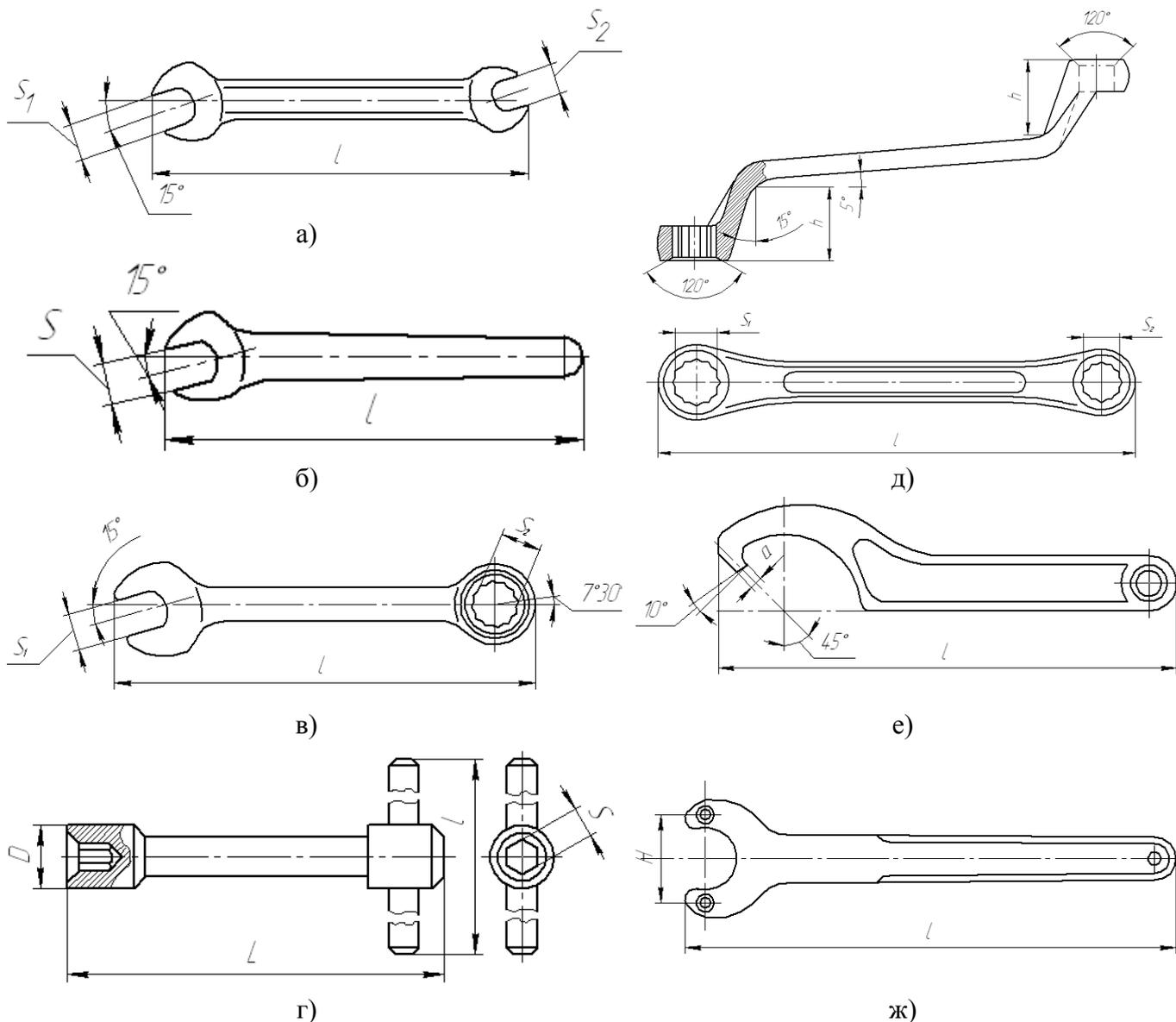


Рис. 3.18. Инструмент ручной для разборки резьбовых соединений:

Ключи с открытым зевом двухсторонние (а) и односторонние (б); комбинированные (в); торцовые с внутренним шестигранником (г); кольцевые коленчатые (д); для круглых шлицевых гаек (е); рожковые (ж)

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.

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); повышенная износоустойчивость (срок службы в 2 раза выше); бесшумность и отсутствие вибраций; точное тарирование крутящего момента; значительная масса.

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%.

**Разборка 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.

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.

Основное оборудование для разборки прессовых соединений - это съемники, прессы, станды и приспособления.

Съемники предназначены для быстрого разъединения деталей и являются приспособлениями, которые закрепляются за охватываемую и охватывающую 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 (рис. 3.19 - 3.21).

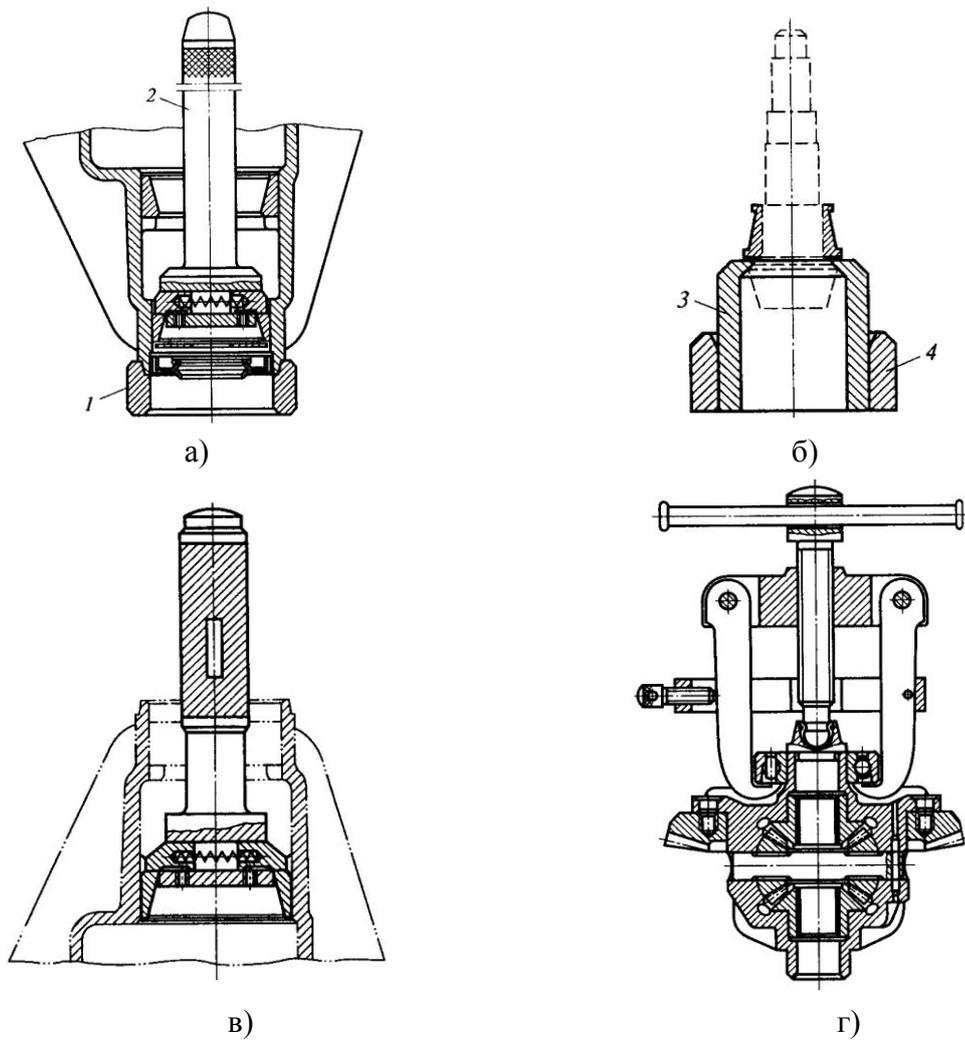


Рис 3.19. Приспособления для разборки редуктора заднего моста автомобилей Москвич-412, - 2140:

а — для выпрессовки наружного кольца переднего подшипника ведущей шестерни; б — для спрессовывания внутреннего кольца заднего подшипника ведущей шестерни; в — для выпрессовки наружного кольца заднего подшипник ведущей шестерни; г — снятие подшипника дифференциала; 1 — подставка; 2 — оправка; 3 — стакан из полуцилиндров; 4 — кольцо

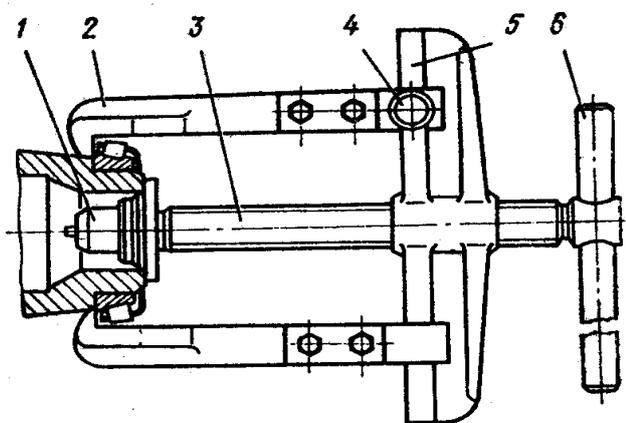


Рис. 3.20. Снятие внутреннего кольца подшипка дифференциала заднего моста автомобиля КамАЗ 53212 съемником И 801.40.000:

1 — наконечник; 2 — захваты; 3 — винт; 4 — винты лап; 5 — траверса; 6 - рукоятка

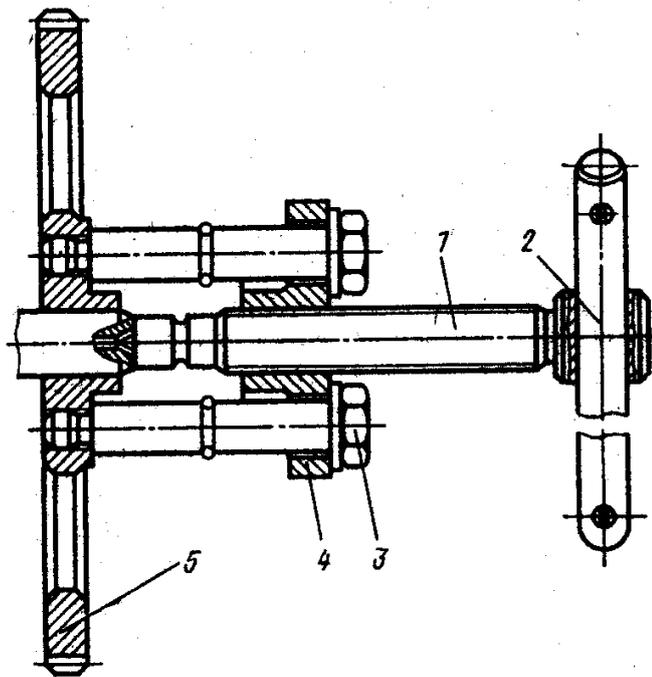


Рис. 3.21. Снятие ведомой шестерни привода масляного насоса автомобиля КамАЗ 53212 съемником И 801.02.000:

1 – винт; 2 – рукоятка; 3 – болты; 4 - траверса; 5 – шестерня привода масляного насоса.

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. Классификация съемников по различным признакам представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

**Классификация съемников [11]**

Классификационный признак	Тип съемников
Механизм привода	Ручной. Механизированный
Механизм прессового устройства	Рычажный. Реечный. Винтовой. Гидравлический
Механизм захвата	Лапчатый. Струбциновый. Рамовый. Резьбовой. Цанговый. Пятовой
Опорная поверхность захвата детали	Наружная (захвата). Внутренняя. Торцевая
Способ соединения лап с траверсой	Шарнирно-лапчатый. С перемещаемыми лапами
Способ перемещения лап	С независимым перемещением. Со ступенчато-независимым перемещением. С самоцентрирующимся перемещением

При разборке соединений с натягом используют как универсальные, так и специальные прессы напольного и настольного исполнения (рис. 3.22, 3.23), ручные и приводные.

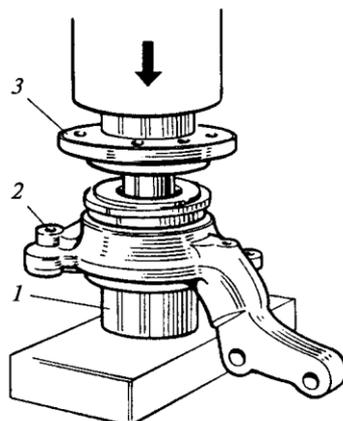


Рис. 3.22. Запрессовка ступицы колеса на настольном пневматическом прессе: 1 — оправка; 2 — поворотный кулак; 3 — ступица

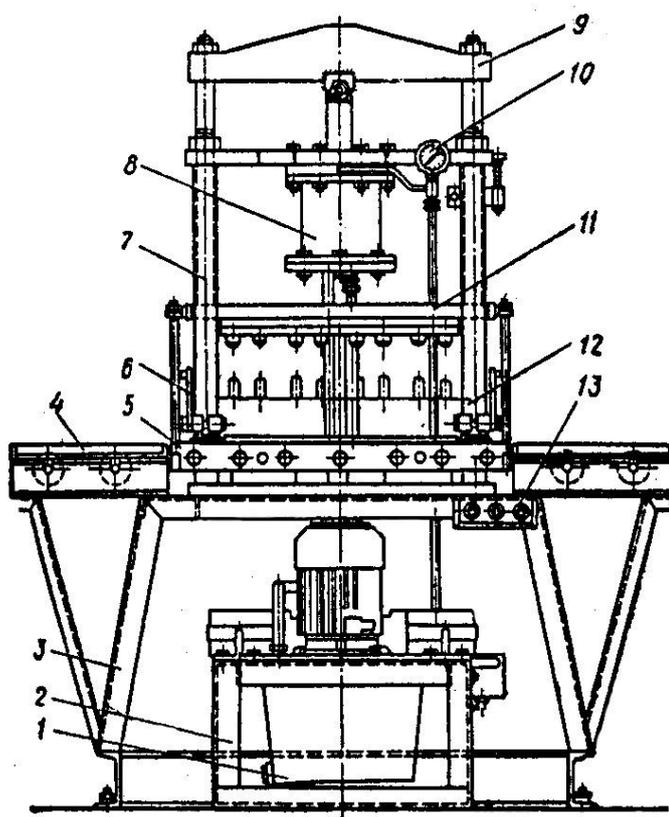


Рис. 3.23. Специальный пресс для запрессовки и выпрессовки направляющих втулок клапанов головки цилиндров:

1 — гидравлический агрегат; 2 — подставка гидравлического агрегата; 3 — рама прессы; 4 — рольганг; 5 — подъемный стол; 6 — рукоятка для подъема рольганга; 7 — стойка; 8 — гидравлический цилиндр; 9 — рамка; 10 — манометр; 11 — нажимная рамка; 12 — подставка для установки головки цилиндра; 13 — пульт управления

В качестве силового привода у ручных применяют реечные, эксцентрикковые и винтовые механизмы; у приводных — пневматические, пневмогидравлические, гидравлические, механические и электромагнитные приводы.

Усилия, развиваемые одностоечными универсальными реечными прессами верстачного типа, достигают 30 кН, двухстоечными винтовыми прессами напольного типа — до 50 кН.

Характеристики некоторых универсальных прессов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

*Технические характеристики гидравлических прессов [11]*

Параметры	П6320	П6324	П6326	П6328	П6330	П6332	П6334А
Номинальное усилие; кН	100	250	400	630	1000	1600	2500
Ход штока, мм	400	500	500	500	500	500	509
Наибольшее расстояние между запрессовочным столом и штоком, мм	600	710	710	710	750	750	750
Размеры стола, мм: правильного запрессовочного	1250x300 500 x 380	1600x300 630x480	1600x360 630x560	1600x360 630x560	2000x420 800x630	2000x500 800x630	2500x600 1000x630
Расстояние от оси штока до станины (вылет), мм	200	250	320	320	400	400	400
Скорость штока (мм/с) при его ходе:							
холостом	125	125	125	125	125	80	29
рабочем	20	20	20	20	53	125	4,5
обратном	300	300	300	300	236	190	70
Мощность привода, кВт	3	7,5	17	22	22	44	22
Габаритные размеры в плане, мм: с правильным столом	1250x x1215	1600x x1845x x2235	1600x x1780	2000x x2200	2000x x2250	2000x x2250	1250x x2170x x3150
без правильного стола	575x1215		720x1780	700x2200	860x2250	900x2250	
Высота над уровнем пола	1982		2340	2340	2700	3060	
Масса, т	1,208	1,6	3,2	4,5	6,39	7,12	10,9

### 3.3. Мойка и очистка деталей

Разборка агрегатов на детали и дальнейшая их мойка и очистка от загрязнений в условиях АРП осуществляется на разборочно-моечных участках, т.к. эти два процесса неразрывно связаны: на посты разборки агрегаты должны поступать вымытыми, а после их разборки на детали необходимо произвести их очистку перед направлением деталей на участок сортировки и дефектации.

Разборочно-моечные работы являются составной частью технологического процесса ремонта автомобилей и агрегатов. На их долю приходится 9-13% общей трудоёмкости капитального ремонта автомобилей.

Разборочно-моечный участок предназначен для разборки автомобилей на агрегаты, узлы и детали и последующей очистки и мойки деталей от возможных загрязнений (жира, накипи, нагара, старой краски).

Разборочно-моечные процессы в авторемонтном производстве играют большую роль в обеспечении высокого качества и экономической эффективности капитального ремонта (вторичного производства) автомобилей и их агрегатов. Поэтому качество разборочно-моечных работ обуславливает сохранность деталей и долю их годности для повторного использования и восстановления. С этой целью подлежащие ремонту объекты подвергаются многостадийной мойке и специальным видам очистки. Только при надлежащей чистоте деталей может быть осуществлён их тщательный контроль, от которого зависит правильность установления дефектов, а следовательно, и объём производства по восстановлению деталей и расход новых запасных частей.

Товарные агрегаты со склада агрегатов, требующих ремонта, транспортируют на разборочно-моечный участок, где на подвесном конвейере их пропускают через машину для наружной мойки горячей водой и установку для пропаривания картеров, причём с двигателями предварительно снимают приборы электрооборудования и системы питания.

Агрегаты разобранных автомобилей транспортируют на посты разборки агрегатов на детали. Двигатели, коробки передач, передние и задние мосты разбирают на детали в две стадии: предварительно (частично) и окончательно (полностью).

Предварительно разобранные агрегаты на подвесном конвейере проходят через машину для мойки подразобранных агрегатов горячей водой, после чего поступают на специализированные посты разборки.

Детали разобранных агрегатов (за исключением подшипников качения) на подвесном конвейере проходят через двухкамерную моечную машину, где их промывают моющими растворами и ополаскивают водой. Подшипники качения промывают в установке (дизельным топливом).

Ряд деталей подвергают дополнительно специальным видам очистки: в блоках цилиндров и коленчатых валах промывают масляные каналы, удаляют нагар с поверхностей головки цилиндров, клапанов, коллекторов, удаляют накипь с поверхностей рубашки охлаждения головки и блока цилиндров; очищают болты, гайки, шайбы. Дополнительно также пропаривают картеры задних мостов и барабаны со ступицами.

Промытые и очищенные детали всех агрегатов поступают на участок дефектации и сортировки.

**Виды загрязнений.** По химическому составу загрязнения на объектах ремонта подразделяются: на органические (масляные и жировые отложения, пленки лакокрасочных покрытия, консервационные смазки); неорганические (накипь, дорожная грязь, продукты коррозии); смешанные (нагары, лаки, консистентные смазки, производственные загрязнения). В табл. 3.4 приведены основные объекты очистки и виды загрязнений автомобильной техники.

Таблица 3.4

*Объекты очистки и основные виды загрязнений [11]*

Объект очистки	Вид загрязнения
Автомобиль в сборе	Дорожная грязь, остатки топливно-смазочных материалов и перевозимых грузов, продукты коррозии
Сборочные единицы: коробки передач, мосты, трансмиссии, двигатель, рама, гидравлическая и топливная аппаратура и т. д.	Дорожная грязь, почвенные и растительные остатки, остатки топливно-смазочных материалов; трансмиссионные масла
Детали коробок передач, трансмиссий, ведущих мостов, гидравлических систем	Остатки масел, асфальтосмолистые отложения
Детали облицовки, кабины, топливные и масляные баки и т. д.	Старые лакокрасочные покрытия; продукты коррозии
Детали и сборочные единицы двигателей, блок цилиндров, головки цилиндров, картер маховика, шатуны, центрифуга, коленчатый вал, шестерни и т.д.	Асфальтосмолистые отложения, остатки топливно-смазочных материалов, продукты коррозии
Головки цилиндров, коллекторы выпускные и впускные, детали водяного насоса, корпус турбины, и т. д.	Нагар, накипь, продукты коррозии
Элементы масляных фильтров, запасные части	Асфальтосмолистые отложения, консервационная смазка
Все детали двигателей, гидро- и топливной аппаратуры, трансмиссий, коробок передач перед сборкой	Асфальтосмолистые отложения в сборкой
Крепеж и мелкие детали (оси, втулки, коромысла, пленки)	Остатки масел, продукты коррозии, асфальтосмолистые отложения

Загрязнения агрегатов, сборочных единиц и деталей включают в себя наружные отложения, остатки смазочных материалов, углеродистые отложения, продукты коррозии, накипь и остатки старых лакокрасочных покрытий. Эти загрязнения различны по своей природе, а поэтому различны и способы их удаления с поверхностей. Они обладают высокой адгезией и прочно удерживаются на поверхности деталей.

Наиболее распространенными загрязнениями являются продукты полимеризации и окисления топливно-смазочных материалов. Это сажа, нагары, лаки, отло-

жения, осадки. Сажа, нагар и лаки образуются на деталях, работающих в условиях высоких температур.

Продукты коррозии представляют собой сложные составы, в которые кроме оксидов и гидроксидов металлов входят продукты износа и преобразования топливно-смазочных материалов, механические примеси.

Наружные отложения можно разделить на пыле-грязевые и масляно-грязевые. Пыле-грязевые отложения образуются из-за содержания в атмосферном воздухе определенного количества пыли. Процессу формирования таких загрязнений также способствует пленка влаги. Масляно-грязевые отложения возникают при попадании дорожной грязи и пыли на поверхности деталей, загрязненных маслом.

**Оборудование для мойки и очистки.** Мойка и очистка деталей в условиях АРП осуществляется тремя способами: струйным, погружением и специальным.

При струйной мойке воздействие моющих растворов дополняется механическим воздействием струи жидкости на загрязнения, что приводит к их разрушению и отделению от материала детали.

Струйные моечные установки можно разделить на конвейерные и камерные.

Струи моющего раствора направляются на детали с помощью системы трубопроводов, снабженных насадками (гидранты). При этом струи могут иметь постоянное и переменное воздействие на детали (рис. 3.24)

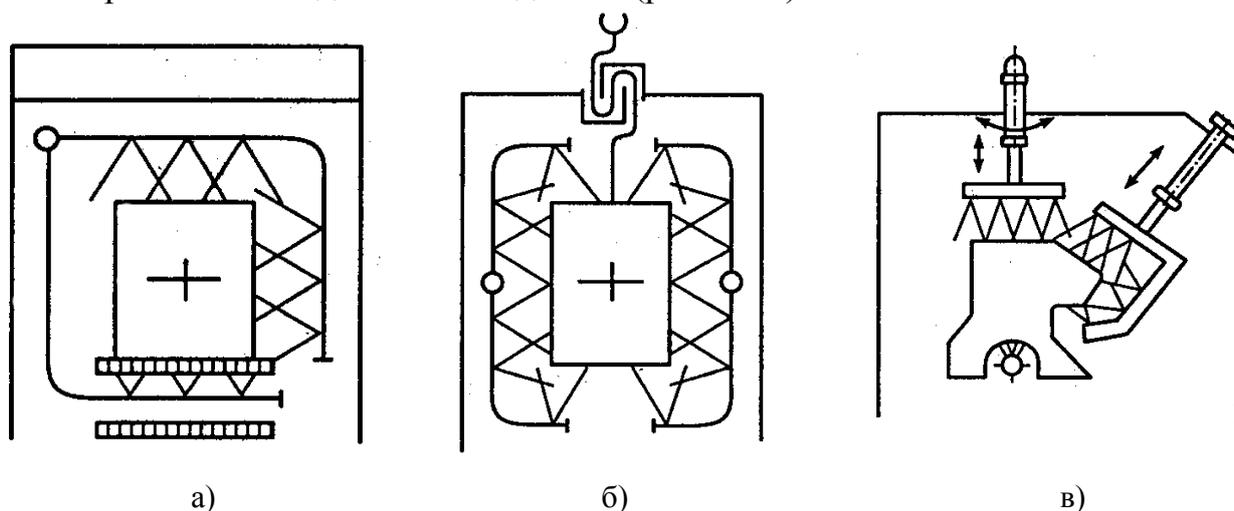


Рис. 3.24. Схемы струйных моечных установок:

а – камерная с пассивным воздействием струй; б – конвейерная с пассивным воздействием струй; в – камерная с активным воздействием струй

В таблицах 3.5, 3.6 [11] приведены технические характеристики некоторых струйных моечных установок.

К недостаткам струйных моечных установок можно отнести, во-первых, большие затраты ресурсов и энергии, а во-вторых, неполное удаление загрязнений из труднодоступных мест – отверстий, углублений, канавок, экранированных от прямого попадания моющего раствора.

**Технические характеристики струйных камерных моечных установок**

Показатель	ОМ-4610	ОМ-22611	ОМ-1366Г	ОМ-5342
Производительность, т/ч	0,6	1,0	2,4	2,0
Установленная мощность, кВт	7	33	30	46,7
Рабочая температура моющего раствора, °С	75...85	75...85	75...85	75.-85
Объем ванны для моющего раствора, м <sup>3</sup>	0,6	3,0	1,2	40
Габаритные размеры в плане, мм	2300x1800	2510x4765	4200x3000	5300x2850
Масса, кг	1100	2720	2000	8700

Таблица 3.6

**Технические характеристики струйных конвейерных моющих установок**

Показатель	ОМ-11501	ОМ-4267М	ОМ-9313
Производительность, т/ч	3...2.5	4...16	4,5...IS
Скорость конвейера, м/мин	0,34	0,21...0,85	0,3... 1,4
Установленная мощность, кВт	49	62,3	45
Габаритные размеры в плане, мм	6500x3300	9600x3000	10000x1750

Очистка погружением более эффективна, чем струйная, так как предусматривает комплексное воздействие на удаляемое загрязнение физико-химических и механических факторов. Погружные установки также можно разделить на камерные (тупиковые) и конвейерные (проходные).

Простейшие погружные установки – ванны, в нижней части которых вмонтированы нагревательные элементы. Детали (или контейнеры с деталями) устанавливаются на специальную решетку. Ванны оборудуются вытяжной вентиляцией и герметичной крышкой для минимизации вредного воздействия испарений на окружающую среду.

В роторных и циркуляционных погружных установках, установках с вибрирующими платформами (табл. 3.7 - 3.9 [11]) воздействие активных компонентов моющего раствора дополняется механическим воздействием потоков жидкости. Для этого обеспечивается вращение стола или решетки с деталями в моющем растворе, воздействие затопленными струями жидкости или вибрация платформы.

К специальным способам очистки деталей можно отнести пескоструйную и гидроабразивную очистку, а также ультразвуковую очистку и электролитическое обезжиривание.

Таблица 3.7

**Технические характеристики роторных моечных установок**

Показатель	ОМ-12376	ОМ-15429	ОМ-15433
Производительность, т/ч	9,6	5,0	3,2
Установленная мощность, кВт	31	21	7
Расход пара, кг/ч	400	300	130
Размеры очищаемых изделий, мм	2200x1100x1200	1200x1000x1000	600x600x600
Габаритные размеры установки в плане, мм	7200x5900	7220x4700	5970x2950
Масса, кг	15600	12000	5000

Таблица 3.8

**Технические характеристики циркуляционных моечных установок**

Показатель	ОМ-3600	ОМ-2260I	ОМ-2871Б	ОМ-21605	ОМ-9873
Назначение	Очистка масляных каналов блоков и коленчатых валов	Очистка масляных каналов коленчатых валов	Очистка масляных полостей картеров	Очистка системы охлаждения от накипи	Очистка топливных баков
Производительность, ед./ч	2	8	12	1	3
Установленная мощность, кВт	17	8	3	0,55	27,2
Расход-пара, т/ч	0,1	0,08	-	-	0,08
Объем баков, м <sup>3</sup>	0,9	0,7	-	15	1,5
Габаритные размеры в плане, мм	2920x2400	1570x1700	2460x663	1210x610	4300x2100
Масса, кг	900	650	140	800	4100

Таблица 3.9

**Технические характеристики погружных моечных установок с вибрирующей платформой**

Показатель	ОМ-12190	ОМ-5287	ОМ-2260-8	ОМ-22609	ОМ-21602
Производительность, кг/ч	50... 100	150 ...200	800	1500	2500
Объем моющего раствора, м <sup>3</sup>	0,5	1,6	1,6	3,0	6,0
Грузоподъемность платформы, кг	100	450	450	900	1100
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /ч	4...6	6...8	10	12	15
Амплитуда колебаний, мм	100...150	100...200	150...200	150...200	150 ...200
Установленная мощность, кВт	0,13	4	5,7	5,7	1,5
Размеры очищаемых изделий, мм	200x200x x300	750x55x x850	850x750x550	1880x1100 x1500	2500x1100 x1100
Масса, кг	870	1800	1584	2600	3800

Пескоструйные установки используются при удалении нагаров, лаков и продуктов коррозии. Обработка проводится потоком кварцевого песка или металлической дроби. Однако, несмотря на высокую эффективность, этот способ обладает такими недостатками, как вред здоровью исполнителя и риск повреждения поверхности деталей.

Хорошее качество очистки деталей от лаковых отложений, нагара и накипи получают с помощью косточковой крошки (размельченной скорлупы плодовых косточек) на специальных установках. При этом отсутствует риск повреждения поверхности деталей, этим способом можно очищать детали из мягких материалов, например, из алюминия.

Гидроабразивный метод применяется для очистки от трудноудаляемых загрязнений. В отличие от пескоструйной очистки при гидроабразивной обработке на поверхность детали воздействует струя воды с абразивным материалом (песком, оксидом алюминия, карбидами бора и кремния). Соотношение воды и песка – от 1:2 до 1:6. При данном способе значительно снижается запыленность помещения (по сравнению с пескоструйной очисткой).

Ультразвуковой способ обеспечивает высокое качество очистки и позволяет механизировать процесс очистки. Загрязнения разрушаются под действием упругих колебаний частотой от 20 кГц в жидкости. Продолжительность очистки в ультразвуковых ваннах составляет 1-5 мин, при снятии нагара – до 20 мин. Ультразвуковые установки используют и для очистки мелких деталей, имеющих сложную конфигурацию. В настоящее время широкое применение на АТП и СТО нашли ультразвуковые ванны (например, УЗВ5-0,063/37, УЗВ1-0,16/37 (рис.3.25)), преимуществами которых являются компактность, низкое потребление энергии и ресурсов, низкая стоимость.



Рис. 3.25. Ванна ультразвуковая УЗВ1-0.63/37

### 3.5. Дефектация и сортировка

**Дефектация** – это специфический, присущий только ремонтному производству технологический процесс, предназначенный для оценки технического состояния деталей с последующей их сортировкой на группы годности.

В ходе этого процесса осуществляется проверка соответствия деталей техническим требованиям, которые изложены в технических условиях на ремонт или в руководствах по ремонту, при этом используется сплошной контроль, т. е. контроль каждой детали. Кроме того, дефектация деталей - это также инструментальный и многостадийный контроль.

Проведение дефектации направлено на выявление различных дефектов, возникающих в результате ошибок конструирования, нарушения технологии производства, технического обслуживания и ремонта автомобиля, изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации.

Классифицируют дефекты следующим образом:

- ☑ По месту расположения:
  - ☞ 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.).
- ☑ По возможности исправления:
  - ☞ устранимые, которые технически возможно и экономически целесообразно исправить;
  - ☞ неустранимые.
- ☑ По отражению в нормативной документации:
  - ☞ скрытые дефекты, для выявления которого в нормативной документации не предусмотрены необходимые правила, методы и средства контроля;
  - ☞ явные.
- ☑ По причинам возникновения:
  - ☞ конструктивные (несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки продукции как следствие несовершенства конструкции и ошибок конструирования, ошибочного выбора материала изделия, неверного определения размеров деталей, режима термической обработки);
  - ☞ производственные (несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление, ремонт или поставку продукции в результате нарушения технологического процесса при изготовлении или восстановлении деталей);
  - ☞ эксплуатационные - дефекты, возникающие в результате изнашивания, усталости, коррозии деталей, а также неправильной эксплуатации (изменение размеров и геометрической формы рабочих поверхностей; нарушение требуемой точности взаимного расположения рабочих поверхностей; механические повреждения; коррозионные повреждения; изменение физико-механических свойств материала деталей).

Дефекты, возникающие у сборочных единиц, - потеря жесткости соединения, нарушение контакта поверхностей, посадки деталей и размерных цепей. Потеря жесткости возникает в результате ослабления резьбовых и заклепочных соединений. Нарушение контакта - это следствие уменьшения площади прилегания поверхностей у соединяемых деталей, в результате чего наблюдается потеря герметичности соединений и увеличение ударных нагрузок. Нарушение посадки деталей вызывается увеличением зазора или уменьшения натяга. Нарушение размерных цепей происходит благодаря изменению соосности, перпендикулярности, параллельности и т.д., что приводит к нагреву деталей, повышению нагрузки, изменению геометрической формы, разрушению деталей.

Дефекты, возникающие у деталей в целом, - нарушение целостности (трещины, обломы, разрывы и др.), несоответствие формы (изгиб, скручивание, вмятины и др.) и размеров деталей. Причины нарушения целостности (механические повреждения) деталей - это превышение допустимых нагрузок в процессе эксплуатации, которые воздействуют на деталь или из-за усталости материала детали, которые работают в условиях циклических знакопеременных или ударных нагрузок. Если на деталь воздействуют динамические нагрузки, то у них может возникнуть несоответствие формы (деформации).

Дефекты, возникающие у отдельных поверхностей, - несоответствие размеров, формы, взаимного расположения, физико-механических свойств, нарушение целостности. Изменение размеров и формы (нецилиндричность, неплоскостность и т.д.) поверхностей деталей происходит в результате их изнашивания, а взаимного расположения поверхностей (неперпендикулярность, несоосность и т.д.) - из-за неравномерного износа поверхностей, внутренних напряжений или остаточных деформаций. Физико-механические свойства материала поверхностей деталей изменяются вследствие нагрева их в процессе работы или износа упрочненного поверхностного слоя и выражается в снижении твердости. Нарушение целостности поверхностей деталей вызывается коррозионными, эрозионными или кавитационными поражениями.

Чаще всего дефекты проявляются как сочетания выше перечисленных факторов.

В процессе дефектации деталей для выявления дефектов, в том числе скрытых трещин и раковин, применяются следующие методы контроля:

**Визуальный метод** (проверка внешнего состояния детали, наличия деформаций, трещин, задиров, сколов и т.д.); При этом точность метода составляет 0,1 мм без использования оптических приборов, и не менее 0,02 мм – при использовании приборов с увеличением 20...30 раз. Такой контроль отличается высокой производительностью, простотой приборного обеспечения, но в то же время обладает невысокой достоверностью и чувствительностью из-за субъективности.

При визуальном контроле используются такие приборы и устройства, как монокулярные и бинокулярные лупы, микроскопы, эндоскопы, перископические дефектоскопы и др.

**Магнитно-порошковый метод.** Этот метод получил широкое распространение в авторемонтном производстве благодаря своей простоте, надежности, и высокой производительности. Суть его в том, что намагниченная деталь помещается в

суспензию, состоящую из керосина или трансформаторного масла и порошка окиси железа. Из-за разной магнитной проницаемости металла и воздушного промежутка, образованного трещиной, магнитные силовые линии искажаются. Это видно по накоплению порошка у граней трещины. При этом методе обнаруживаются трещины шириной до 0,001 мм. Недостатком данного метода можно считать то, что он применим только для деталей из ферромагнетиков.

На ремонтных предприятиях применяют стационарные магнитные дефектоскопы М-217, ЦНВ-3, УМД-9000, УМДЭ-2500, ХМД-10П, МД-5 и переносные 77ПМД-3М, ПМД-68, ПЛМ-70, МЛ-50П и др. После магнитной дефектоскопии детали размагничивают, перемещая их через открытый соленоид, который питается переменным током. На ремонтных предприятиях небольшой мощности и в мастерских хозяйств при отсутствии стационарных и передвижных (переносных) дефектоскопов для контроля деталей следует применять дефектоскоп МК (магнитный карандаш). Намагничивание деталей дефектоскопом МК обеспечивается в такой степени, что выявляются незначительные трещины, в том числе и волосовины. Остаточный магнетизм после контроля дефектоскопом МК практически отсутствует.

**Электромагнитный метод.** Применяется для контроля деталей из электропроводящих материалов. Он позволяет определить форму и размер детали, выявить поверхностные и глубинные трещины, пустоты, неметаллические включения, межкристаллическую коррозию и т. п. Метод основан на измерении степени взаимодействия электромагнитного поля вихревых токов наводимых в поверхностных слоях контролируемой детали, с переменным электромагнитным полем катушки преобразователя. Этот метод позволяет выявить поверхностные и подповерхностные дефекты глубиной 0,1 ... 0,2 мм и протяженностью более 1 мм, расположенных на глубине до 1 мм от поверхности металла.

При нахождении в контролируемой детали трещины или других дефектов изменяются интенсивность и характер распределения электромагнитного поля вихревых токов, что приводит к изменению результирующего электромагнитного поля. С помощью электрической схемы прибора регистрируется наличие дефекта. Индикация может быть стрелочной, световой, звуковой, цифровой или на электронно-лучевой трубке

Преимущества метода - высокая разрешающая способность при обнаружении поверхностных дефектов (особенно усталостных трещин), портативность и автономность аппаратуры, простота конструкции преобразователей, высокая производительность и простота методики контроля, возможность неконтактных измерений через слой краски, возможность автоматизации контроля.

Контроль осуществляется электромагнитными преобразователями, которые представляют собой ферритовый сердечник с обмоткой. По конструкции различают накладные и проходные преобразователи. В настоящее время широко применяют дефектоскопы ИПП-1М, ТНМ-1М, ИДП-1, ВД-30П, АСК-12, ЭЗТМ, ДКВ-21НД и ВД-22Н.

**Люминесцентный метод** основан на использовании свойства ряда жидкостей светиться при облучении их ультрафиолетовыми лучами.

В качестве флюоресцирующей жидкости применяют специальные смеси, например, керосин (82%), авиационное масло (15%) и эмульгатор ОП-7 или ОП-10.

В качестве проявляющего порошка используют окись магния, тальк, углекислый магний, маршалит и др. Лучшим из них является окись магния, дающая более яркое свечение.

Для получения ультрафиолетовых лучей используют ртутно-кварцевые лампы ПРК-2 или ПРК-4.

Промышленность выпускает люминесцентные дефектоскопы марок ПЛУ-2, ЛЮМ-2 и др. (рис. 3.26).

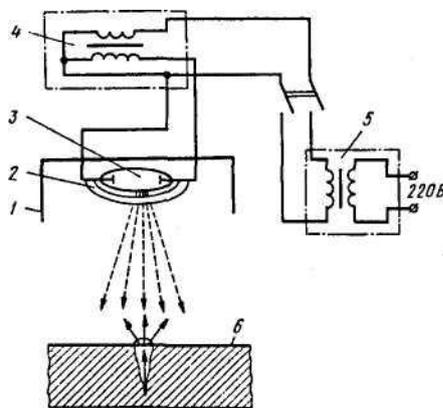


Рис. 3.26. Схема люминесцентного дефектоскопа [7]:

1 — рефлектор; 2 — светофильтр; 3 — ртутно-кварцевая лампа; 4 и 5 — соответственно высоковольтный и силовой трансформаторы; 6 — контролируемая деталь

**Ультразвуковой метод.** Этот метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границ раздела двух сред, например, воздух — металл при трещине или инородные включения — металл при шлаковых включениях и т. п. Этот метод контроля позволяет выявить мелкие дефекты до 1 мм. Используются волны частотой 0,524 МГц.

Существующие типы ультразвуковых дефектоскопов основаны на **теновом** и **импульсном** принципах выявления дефектов. Теновой метод связан с появлением области "звуковой тени" за дефектом (рис. 3.27). Импульсный эхо-метод основан на отражении ультразвуковых колебаний от поверхности дефекта. Контроль этим методом осуществляется при доступе к детали с одной стороны. Чувствительность указанного метода намного выше тенового. Высокочастотный генератор импульсного дефектоскопа (рис. 3.28) вырабатывает импульсы определенной длины, которые направляются преобразователем в контролируемую деталь. После отражения импульс возвращается к преобразователю, который в это время переключается на прием, отсюда отраженный импульс через усилитель поступает на экран электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Недостаток данного метода — это наличие «мертвой» зоны, которая представляет собой неконтролируемый поверхностный слой, из-за которого на экране ЭЛТ отраженный от дефекта импульс совпадает с зондирующим импульсом.

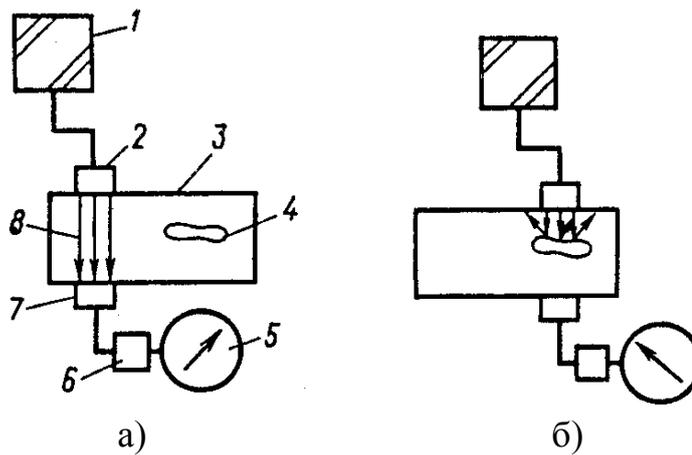


Рис 3.27. Схема ультразвукового дефектоскопа, работающего по принципу теневого эффекта [7]:

а — дефект не обнаружен; б — дефект обнаружен; 1 — ультразвуковой генератор; 2 — пьезоэлектрический излучатель; 3 — контролируемая деталь; 4 — дефект; 5 — индикатор; 6 — усилитель; 7 — пьезоприемник; S — ультразвуковые лучи.

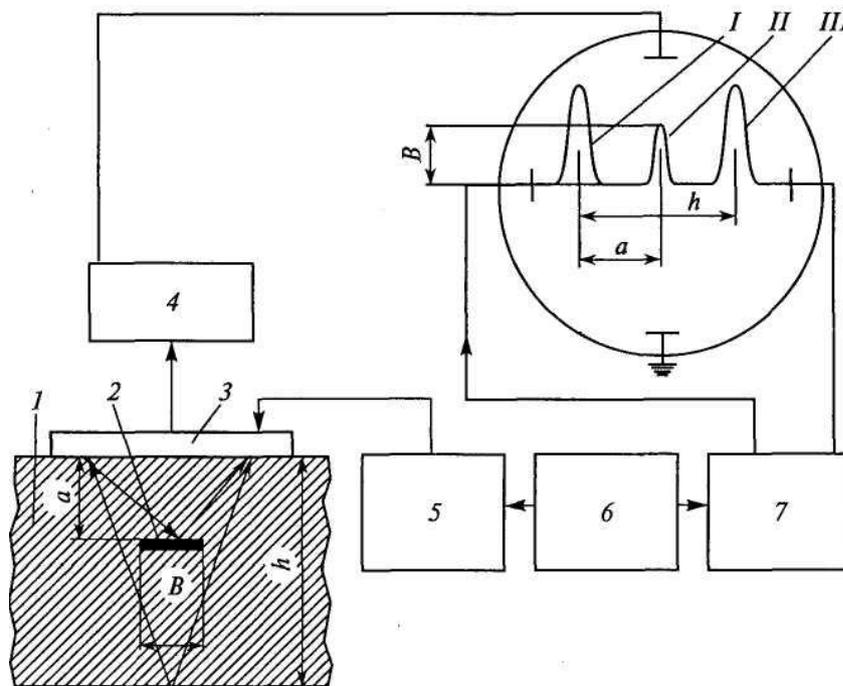


Рис. 3.28. Структурная схема импульсного ультразвукового дефектоскопа [11]:

1 — контролируемая деталь; 2 — дефект; 3 — преобразователь; 4 — усилитель; 5 — генератор; 6 — синхронизатор; 7 — блок развертки; I, II, III — импульсы соответственно зондирующий, от дефекта, донный; B — относительный размер дефекта; h — толщина детали; a — глубина расположения дефекта

Для ультразвукового контроля используют дефектоскопы УДМ-3, УДЦ-100, УДЦ-105М, ДУК-66, УЗД-НИИМ-5, УЗД-7Н, УД-10П, УД-11ПУ, УД-10УА и др. Максимальная глубина прозвучивания на УД-10УА стальных деталей 2,6 м, а минимальная — 7 мм.

**Гидравлический метод** (опрессовка) контроля применяют для выявления трещин в корпусных деталях (блок и головка цилиндров, впускная и выпускная тру-

бы коллектора). Блоки и головки цилиндров проверяют этим методом на широко распространенных универсальных и специальных стендах.

**Пневматический метод** используют для выявления повреждений в радиаторах, головках цилиндров, топливных баках и шинах. Например, при контроле радиаторов воздух под давлением 0,05 — 0,1 МПа подают внутрь радиатора, который предварительно погружают в ванну с водой. Пузырьки выходящего воздуха указывают на то, что у контролируемой детали есть дефекты.

**Измерительный контроль** осуществляется для количественного определения размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Контролю в процессе дефектации подвергаются только те элементы детали, которые в процессе эксплуатации повреждаются или изнашиваются.

Для проверки размеров деталей при дефектации служат калибры и универсальный инструмент. Для контроля валов используются предельные калибры-скобы (ГОСТ 2216-84, ГОСТ 18355-73, ГОСТ 18356-73), для контроля отверстий — калибры-пробки (ГОСТ 14810-69, ГОСТ 14815-69).

Универсальный инструмент включает:

- ☑ Штангенциркули (ГОСТ 166-80) — для измерения наружных и внутренних размеров деталей; штангензубомеры — для измерения толщины зубьев цилиндрических зубчатых колес;
- ☑ Штангенглубиномеры (ГОСТ 162-80) — для измерения глубины отверстий и высоты выемок;
- ☑ Гладкие микрометры (ГОСТ 6507—78) — для измерения наружных, размеров деталей; индикаторные нутромеры (ГОСТ 868-82, ГОСТ 9244-75) с комплектом сменных измерительных вставок—для измерения внутренних размеров;
- ☑ Индикаторы часового типа (ГОСТ 577-68), которые крепятся или перемешаются в стойке или штативе (ГОСТ 10197—70) — для измерения линейных размеров и отклонения формы.

Отклонения от круглости измеряют кругломерами, от плоскостности — с помощью плит и щупов или по положению отдельных точек, от прямолинейности в плоскости — с помощью поверочных линеек, уровней и оптико-механических приборов.

Схемы измерительного контроля для проверки величины некоторых отклонений приведены на рис. 3.29.

Технические требования на дефектацию деталей изложены в виде карт дефектации (рис.3.30), в которых по каждой детали приводят следующие сведения: общие сведения о детали; перечень возможных ее дефектов; способы выявления дефектов; допустимые без ремонта размеры детали и рекомендуемые способы устранения дефектов. Технические требования на дефектацию деталей разрабатываются заводами-изготовителями автомобилей (агрегатов) или научно-исследовательскими организациями, которые устраняют неопределенность информации об автомобилях зарубежных производителей. На основе содержащейся в картах информации осуществляется сортировка деталей на три группы – годные, характер и износ которых находятся в пределах, допускаемых техническими условиями (детали этой группы используются без ремонта), негодные и подлежащие восстановлению (дефекты этих деталей могут быть устранены освоенными на ремонтном предприятии способами ремонта).

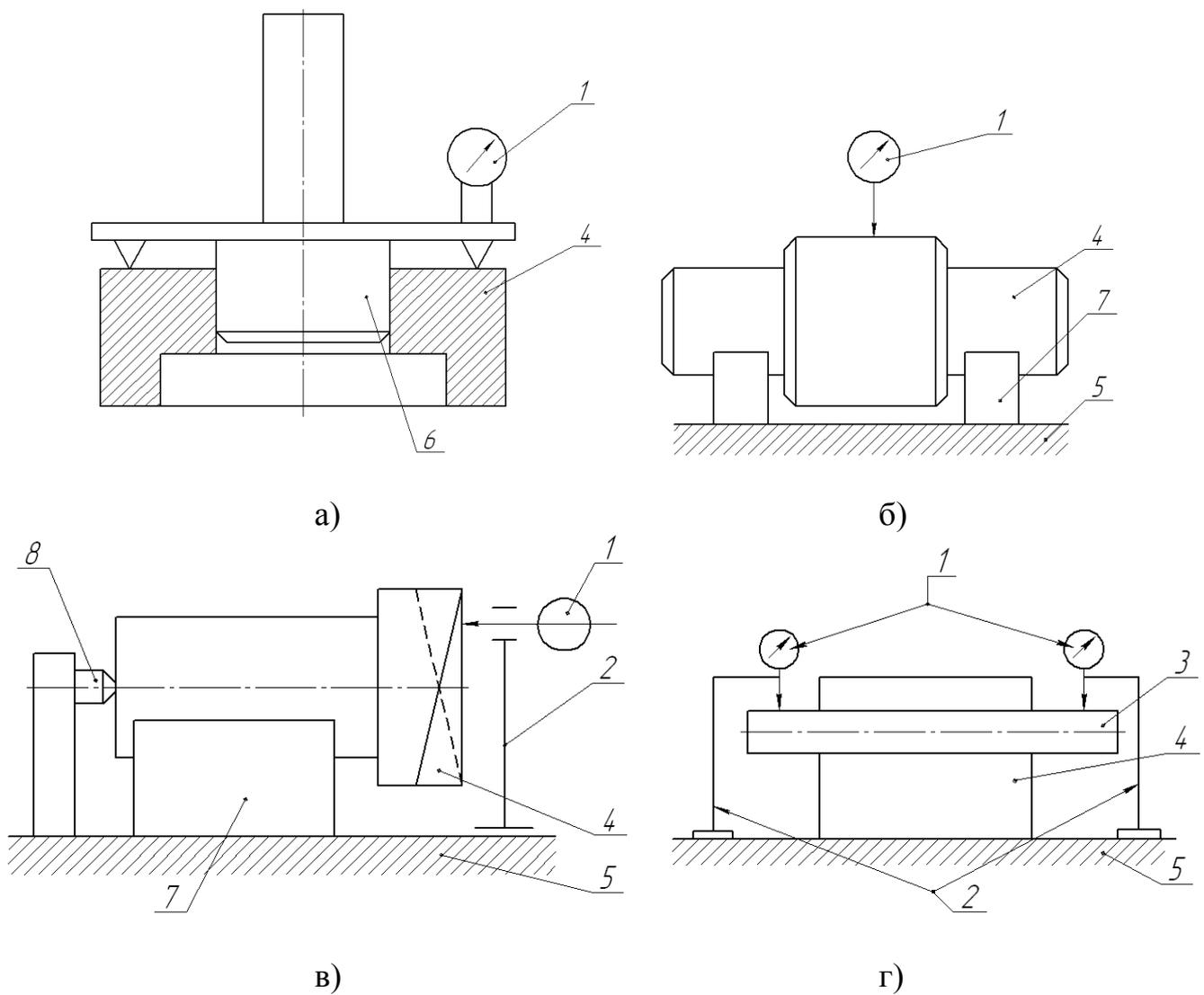


Рис. 3.29. Схемы контроля отклонений от перпендикулярности (а), радиального (б) и торцевого (в) биения, параллельности (г):

1 – индикатор; 2 – стойка; 3 – оправка; 4 – измеряемая деталь; 5 – плита поверочная; 6 – приспособление; 7 – призма; 8 – центр.

Распределение деталей по группам годности не является устойчивым. Учет их распределения по группам позволяет прогнозировать благоприятные и неблагоприятные ситуации распределения деталей по группам и объективно оценить качество труда разборщиков и дефектовщиков.

Годные без ремонта детали отправляют в комплекточное отделение, а годные габаритные детали направляют непосредственно на сборку. Негодные детали накапливают в контейнерах для черных и цветных металлов, которые затем отправляют на склад утиля.

Базовые детали больших размеров (блок цилиндров, картер и т.д.), требующие ремонта, направляют непосредственно на посты восстановления. Все другие детали, подлежащие восстановлению, накапливаются на складе деталей, ожидающих ремонта, откуда они партиями запускаются в производство цеха восстановления и изготовления деталей.

ОСЬ БАЛАНСИРНОЙ ПОДВЕСКИ					
№ по каталогу	НАИМЕНОВАНИЕ		МАТЕРИАЛ		ТВЕРДОСТЬ
5320-2918054	Ось задней балансирной подвески		Сталь 40Х		Поверхность на участке Б HRCa 56,9— 62,9
5511-2918054	Ось задней балансирной подвески		Сталь 40Х		
№ дефекта	Обозначение	ВОЗМОЖНЫЙ ДЕФЕКТ	Размеры, мм		СПОСОБ РЕМОНТА
			номинальный	предельно допустимый без ремонта	
1		Трещины или обломы			Браковать
2	А	Износ шеек оси под втулки башмака рессоры	Ø 88 <sub>-0,07</sub>	87,85	Наплавить
3	В	Износ или забитость резьбы	M80x2-6g	Не более 2-х ниток	1. Нарезать резьбу M78x2-6g 2. Наплавить

Рис. 3.30. Карта дефектации на ось балансирной подвески автомобилей КамАЗ 5320, КамАЗ 5511.

Результаты сортировки деталей отражаются в дефектовочных ведомостях и являются исходной информацией для определения или корректирования коэффициентов годности, сменности и восстановления, а их анализ служит основанием для принятия решений по планированию работы предприятия, организации материально-технического снабжения и т.д.

Коэффициент годности ( $K_2$ ) показывает, какая часть деталей одного наименования может быть использована повторно без ремонтного воздействия при ремонте автомобилей (агрегатов):

$$K_2 = N_2 / N, \quad (3.1)$$

где  $N_2$  - число годных деталей;  $N$  - общее число деталей одного наименования, прошедших дефектацию.

Коэффициент сменности ( $K_c$ ) показывает, какая часть деталей одного наименования требует замены при ремонте автомобилей (агрегатов):

$$K_c = N_H / N, \quad (3.2)$$

где  $N_H$  - число негодных деталей.

Коэффициент восстановления ( $K_e$ ) характеризует часть деталей одного наименования, которые необходимо восстанавливать:

$$K_e = N_e / N, \quad (3.3)$$

где  $K_e$  - число деталей, требующих восстановления.

### 3.6. Комплектование и сборка

**Комплектование** – это процесс подбора деталей сопряжений и формирования сборочных комплектов деталей агрегатов и узлов. На участки или посты комплектования поступают годные, восстановленные и новые детали. Комплектование включает в себя следующие работы:

- Накопление, учет и хранение деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий;
- Подбор сопряженных деталей по ремонтным размерам, размерным и массовым группам;
- Подбор и подгонка деталей в отдельных соединениях;
- Подбор составных частей сборочных комплектов по номенклатуре и количеству;
- Доставка сборочных комплектов к постам сборки.

Таким образом, основной задачей комплектования является обеспечение точности сборки за счет правильного подбора сопрягаемых деталей.

Применяют три способа формирования сборочных комплектов: штучный, групповой и смешанный. При штучном способе для каждого сопряжения подбираются конкретные детали. Такой способ характеризуется большими затратами труда, и применяется в основном в мелких авторемонтных мастерских, на АТП и СТО.

При групповом способе допуски на размеры сопрягаемых деталей разбивают на интервалы, а детали сортируют на размерные группы в соответствии с этими интервалами. Таким способом комплектуют ответственные детали, такие как гильзы, поршни, плунжерные пары и др.

Смешанный способ сочетает признаки двух предыдущих. При этом ответственные детали подбираются групповым способом, а менее ответственные – штучным.

**Сборка** многокомпонентных изделий, к которым следует отнести и автомобили, отличается сложностью. На структуру сборочных процессов влияют конструкция изделия, его размеры и масса, программа выпуска, время сборки, степень кооперации производства, место расположения смежных участков и цехов предприятия.

В общем случае процесс сборки расчленяют на следующие последовательно выполняемые этапы:

- Предварительная сборка;
- Промежуточная сборка;

- ☑ Узловая сборка;
- ☑ Общая сборка изделия.

Предварительную сборку применяют для заготовок, составных частей или изделия в целом, которые в последующем подлежат разборке.

Промежуточную сборку выполняют для припасовки сопрягаемых деталей перед окончательной сборкой. Ее часто производят перед окончательной обработкой соединяемых деталей (совместное растачивание разъемного подшипника с крышкой). Эта сборка обеспечивает последующую окончательную сборку соединения без потерь времени, что важно при поточных методах работы.

Узловая сборка — сборка, объектом которой является составная часть изделия. Эта сборка может быть окончательной, если собираемые составные части изделия поступают истребителям в качестве запасных частей.

Общая сборка — сборка, объектом которой является изделие в целом. Она является заключительным этапом сборочного процесса, обеспечивающим заданное качество изделий.

Сборочный участок состоит из нескольких рабочих мест. На нем собирают более крупные части изделия, поэтому он лучше оснащен, чем обычные рабочие места. В отделениях сборочного цеха собирают изделия. Они представляют самостоятельные подразделения с хорошо развитой структурой.

**Формы сборки.** По перемещению собираемых изделий сборка может быть двух разновидностей — **стационарной** и **подвижной**.

Стационарная сборка — сборка изделия или его составных частей на одной позиции, а подвижная — с перемещением изделия по позициям. В единичном и мелкосерийном производстве изделие полностью собирают на одном рабочем месте (участке) один или несколько рабочих (бригада сборщиков). При выпуске одинаковых изделий более крупными партиями их собирают одновременно на нескольких рабочих местах.

По принципу пространственного размещения объектов и средств производства сборку можно подразделять по видам собираемых изделий (малые, средние и крупные изделия) и по технологии ее выполнения (участки сварки, клепки, пайки, окраски и пр.).

По временному принципу сборка может быть последовательной, параллельной и смешанной. Различное сочетание данных признаков приводит к частным разновидностям стационарной сборки. При большой программе выпуска стационарную сборку разделяют на узловую и общую.

По организации производства сборку подразделяют на поточную и групповую. Поточную сборку выполняют при разделении технологического процесса на небольшие и однородные по технологическому содержанию операции, одновременно выполняемые на последовательно расположенных рабочих местах, образующих поточную сборочную линию.

К **исходным данным** для проектирования технологических процессов сборки относятся сборочный чертеж изделия, технические условия его приемки, программа выпуска изделий, срок выполнения задания (предполагаемая длительность выпуска изделий в годах). При большой программе выпуска изделий технологический процесс сборки разрабатывают подробно, при малой — сокращенно. Для проектирова-

ния используют справочные материалы, рекомендация по улучшению технологичности конструкции изделий, каталоги сборочного и подъемно-транспортного оборудования, альбомы сборочной технологической оснастки, нормативы по нормированию сборочных работ, примеры сборки аналогичных изделий

Цель технологических разработок — дать подробное описание процессов сборки изделия с технико-экономическими расчетами и обоснованиями, выявить необходимые средства производства, площади, рабочую силу, трудоемкость и себестоимость сборки изделия.

В технических условиях указывают точность сборки, качество сопряжений, их герметичность, жесткость стыков, моменты затяжки резьбовых соединений, точность балансировки вращающихся частей; приводят указания о методах выполнения соединений, желательной последовательности сборки, методах промежуточного и окончательного контроля изделия.

**Составление технологических схем сборки.** Изучение собираемого изделия завершается составлением технологических схем общей и узловой сборки. Эти схемы, являясь первым этапом разработки технологического процесса, в наглядной форме отражают маршрут сборки изделия и его составных частей. Технологические схемы сборки составляют на основе сборочных чертежей изделия. Такие схемы являются основой для последующего проектирования технологических процессов сборки. Сначала составляют схему общей сборки, а затем схемы узловой сборки. Технологические схемы узловой сборки разрабатывают в этом случае несколько технологов параллельно, что сокращает время на подготовку производства.

Схемы сборки отражают структуру и последовательность сборки изделия и его составных частей. На рис 3.31 показаны технологические схемы общей и узловой сборки. На этих схемах каждый элемент изделия обозначен прямоугольником, разделенным на три части. В его верхней части дано наименование элемента; в левой нижней части — числовой индекс, а в правой нижней — число элементов, входящих в данное соединение.

Индексацию элементов производят в соответствии с номерами, проставленными на сборочных чертежах и в спецификациях. Перед числовым индексом составной части изделия ставят буквы СБ. (сборка), перед индексом составной части второго порядка — 2 СБ, третьего порядка — 3 СБ и т.д.

Деталь, с которой начинают сборку изделия, называется базовой. По её номеру ставят числовой индекс сборочной единицы, в которую она входит.

Процесс общей сборки изображают на схеме горизонтальной линией. Ее проводят в направлении от базового элемента изделия к собранному объекту. Сверху располагают в порядке последовательности сборки условные обозначения всех непосредственно входящих в изделие деталей, а снизу всех непосредственно входящих в изделие составных частей.

На технологических схемах узловой сборки эти составные части расчленяют на составные части высших порядков, а в отдельных случаях — только на детали.

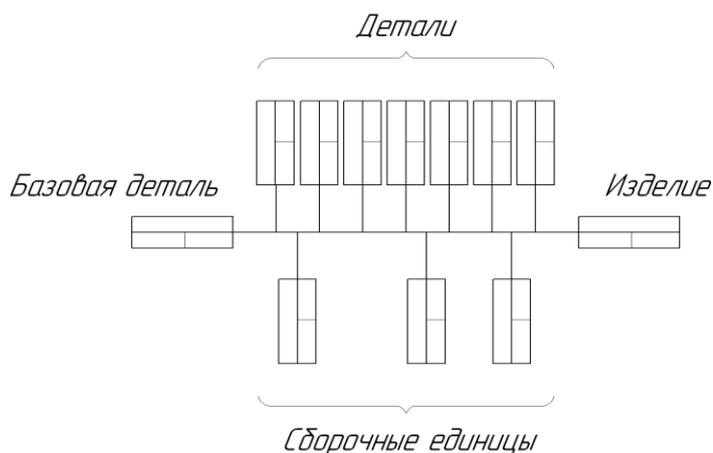
Технологические схемы сборки снабжают надписями — сносками, поясняющими характер сборочных работ (запрессовку, пайку, клепку, выверку, регулирование, проверку зазоров и пр.), когда они не ясны из схемы, и выполняемый при сборке контроль. Дополнительные работы, к которым можно отнести частичную или

полную разборку составных частей при сборке машины, также отражают на схеме пояснительной надписью.

По принятым технологическим схемам узловой и общей сборки выявляют технологические и вспомогательные сборочные операции.

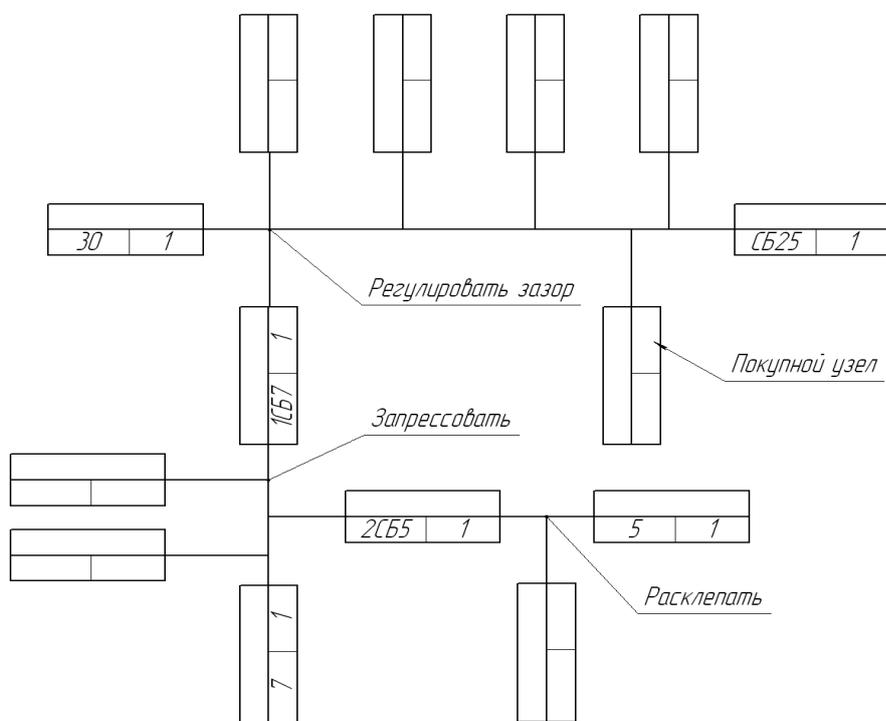
При сборке выделяют следующие группы и виды соединений:

- ☑ По сохранению целостности при разборке - разъемные и неразъемные;
- ☑ По возможности относительного перемещения составных частей - подвижные и неподвижные;



а)

Наименование детали	
№ детали	коли-во



б)

Рис. 3.31. Технологические схемы сборки:  
а) – схема общей сборки; б) – схема узловой сборки.

- ☑ 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.** При сборке резьбовых соединений должны быть обеспечены:

- ☑ Соосность осей болтов, шпилек, винтов с резьбовыми отверстиями 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 очередности и постоянство усилий затяжки крепежных деталей в групповых резьбовых соединениях.

Для соблюдения равномерности усилий затяжки и устранения вероятности разрушения деталей затяжка крепежных элементов производится в определенной последовательности. Их затягивают крест-накрест в несколько приемов - сначала неполным моментом, а затем окончательным, указанным в нормативно-технической документации. Контроль момента затяжки резьбовых соединений осуществляют динамометрическими ключами.

При отсутствии информации о моменте затяжки в технических документах его можно рассчитать по формуле:

$$M \cong 0,2qd_H, \quad (3.4)$$

где  $q$  – усилие затяжки, Н;  $d_H$  – номинальный диаметр резьбы, мм.

Для сборки резьбовых соединений применяют тот же инструмент, что и для разборки (см. п.3.3). Выбор типа и мощности инструмента определяется такими факторами, как момент затяжки, особенности соединяемых деталей, условия производства.

**Сборка соединений с натягом.** Качество сборки прессовых соединений определяется такими факторами, как значения натяга, материал сопрягаемых деталей, геометрические размеры, форма и шероховатость поверхностей, соосность деталей и прилагаемое усилие запрессовывания, наличие смазки и др.

Сборка соединений с натягом ведется на прессах с помощью различных приспособлений и оправок, позволяющих позиционировать, закреплять собираемые объекты и прикладывать усилия равномерно. Возможно сочетание механического воздействия на деталь с нагревом охватываемой или охлаждением охватываемой

детали. Нагрев деталей осуществляется в масляных ваннах, электропечах, индукционных установках и т.д.

Усилие запрессовывания можно рассчитать по формуле:

$$P = \pi f d l p, \quad (3.5)$$

где  $f$  – коэффициент трения;  $d$  - диаметр сопрягаемых поверхностей, мм;  $l$  - длина соединения, мм;  $p$  - напряжение сжатия на контактных поверхностях, МПа.

Параметр  $p$  определяется по формуле:

$$p = \frac{7^{-4} \delta_{\max}}{d(C_1/E_1 + C_2/E_2)}, \quad (3.6)$$

где  $\delta_{\max}$  - максимальный расчетный натяг в сопряжении, мкм;  $C_1, C_2$  - коэффициенты;  $E_1, E_2$  - модули упругости материалов сопрягаемых деталей.

Коэффициенты:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} - \mu_2, \quad (3.7)$$

где  $d_1$  - диаметр отверстия пустотелого вала, мм;  $\mu_1, \mu_2$  - коэффициенты Пуассона материалов сопрягаемых деталей;  $d_2$  - наружный диаметр напрессовываемой детали, мм.

**Сборка подшипниковых соединений.** При запрессовке подшипника качения размер его колец изменяется: внутреннее кольцо увеличивается, а наружное уменьшается. Эти изменения вызывают уменьшение диаметрального зазора между рабочими поверхностями колец и шариков (роликов).

При установке в сборочной единице двух или нескольких подшипников необходимо уделять внимание соосности посадочных поверхностей в корпусных деталях. То же касается и шеек валов. Несоблюдение этого условия 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. Нагрев подшипников в масляной ванне до 100 °С при установке на вал заметно уменьшает осевое усилие для запрессовки. Целесообразен также нагрев корпусной детали.

При сборке подшипниковых узлов необходимо соблюдать следующие основные правила. Посадочные поверхности подшипников качения не должны иметь задиров и следов коррозии. Рабочие поверхности {беговые дорожки) внутренних и наружных колец подшипников должны быть чистыми, гладкими, без трещин, вмятин, царапин, волнистости, шелушения и задиров.

При установке подшипников необходимо:

тщательно промыть подшипник в керосине или дизельном топливе, высушить и смазать тонким слоем масла;

перед установкой подшипников посадочные поверхности сопрягаемых деталей тщательно промыть, насухо протереть и смазать тонким слоем масла. При вращающемся вале и неподвижном корпусе внутреннее кольцо подшипника устанавливается с натягом, наружное с зазором; при вращающемся корпусе и неподвижном вале - наоборот.

При напрессовке подшипника на вал усилие прикладывают к его внутреннему кольцу, а при запрессовке в корпус — к наружному. При сборке соединений с подшипниками качения следует пользоваться прессовым оборудованием и соответствующими приспособлениями и инструментами, центрирующими и направляющими устройствами и оправками. После установки подшипник смазывают маслом, применяемым при его эксплуатации.

**Сборка зубчатых зацеплений.** Надежность таких соединений обуславливается кинематической точностью, соответствующим контактом зубьев, плавностью зацепления, шумностью и др. Эти показатели обеспечиваются точностью геометрических параметров зубчатых колес, расстоянием между осями и их взаимным положением, боковым зазором между зубьями и т.д. Сборка зубчатых соединений сопряжена с необходимостью регулировки положения шестерен. Неправильная установка деталей зубчатых соединений приводит к резкому повышению интенсивности износа, возникновению предельных нагрузок, под воздействием которых происходит разрушение и выкрашивание зубьев.

Особой тщательности требует сборка конических гипоидных передач, так как незначительные погрешности взаимного положения колес пары вызывают резкое снижение их срока службы. Для подбора, контроля, регулировки и приработки зубчатых пар применяют специальные приборы, приспособления, станки и стенды.

**Сборка шлицевых соединений.** Детали, имеющие шлицы, изготавливают с высокой точностью, поэтому подгонка таких соединений не требуется. В легкоразъемных и подвижных шлицевых соединениях детали устанавливают на место под действием небольших усилий и даже вручную. Охватывающие детали контролируют на биение и на качание. В тугоразъемных соединениях охватываемую деталь обычно напрессовывают на вал с помощью приспособления. При очень тугих шлицевых соединениях охватываемую деталь перед напрессовкой целесообразно нагреть до 80...120° С. После сборки соединение проверяют на биение.

**Контроль качества сборки** осуществляется с применением соответствующих средств измерений, которые выбирают с учетом конструктивных особенностей изделия, метрологических характеристик, а также себестоимости выполнения контрольной операции. В качестве средств измерения используют универсальные штангенинструменты, микрометрические и индикаторные инструменты, электрические и пневматические приборы и различные специальные контрольные приборы, приспособления, стенды и установки. Обеспечение требуемого уровня качества отремонтированных изделий невозможно без эффективного функционирования службы технического контроля как неотъемлемой составной части технологических процессов.

В зависимости от стабильности соблюдения качества собранных изделий применяется выборочный или сплошной контроль. Операции технического контроля разрабатываются совместно с операциями технологического процесса сборки изделий, которые формируют и определяют заданное качество, а также обеспечивают

получение информации для регулирования технологического процесса и предупреждения брака.

**Сборка автомобиля.** После сборки, испытания и обкатки всех агрегатов и узлов автомобиля приступают к общей сборке автомобиля. Производится такая сборка поточным или постовым методом. В условиях крупных авторемонтных предприятий целесообразно создание конвейерных линий для сборки автомобилей. В условиях небольших авторемонтных мастерских сборка автомобиля осуществляется на одном рабочем месте.

Сборку ведут в такой последовательности: к раме автомобиля присоединяются задний, средний и передний мосты; карданная передача, рулевое управление; силовой агрегат (двигатель в сборе со сцеплением и коробкой передач); радиатор; кабину; электрооборудование; колеса.

При сборке автомобиля применяют различное подъемно-транспортное оборудование – подъемники, домкраты, подставки, кантователи.

### 3.7. Обкатка и испытание агрегатов и автомобиля

После сборки отремонтированные агрегаты должны пройти обкатку и испытания. Цель **обкатки** – осуществить приработку сопряжений, выявить и устранить дефекты, обусловленные качеством изготовления новых деталей, покупных изделий, а также качеством восстановления и сборки. При этом проверяют и регулируют работу механизмов, выявляют течи, шумы, нагрев, вибрацию и другие отклонения от нормативных значений, характеризующих техническое состояние агрегата.

**Испытание** – это экспериментальное определение количественных и качественных характеристик свойств объекта испытания. В зависимости от целей испытания показатели работы агрегата либо оцениваются (измеряются), либо контролируются. К измеряемым параметрам можно отнести, например, температуру охлаждающей жидкости, давление в системе смазки, частоту оборотов коленчатого вала двигателя.

Обкатка и испытание **двигателей** производится на специальных обкаточных стендах в три этапа. Первый – это так называемая холодная обкатка. Коленчатый вал приводится от электродвигателя обкаточного стенда. На данном этапе происходит приработка сопряженных деталей. Второй этап – горячая обкатка – заключается в работе двигателя без нагрузки. Наконец, на третьем этапе – горячей обкатке под нагрузкой – на коленчатом валу двигателя создается тормозное усилие, имитирующее сопротивление элементов трансмиссии, т.е. нагрузку.

Такие методы обкатки, при которых нагрузка создается специально с помощью оборудования, получили название **тормозных**.

В настоящее время не каждое АТП располагает обкаточно-тормозными стендами. Известны более простые и доступные методы обкатки и испытания автомобильных двигателей, не требующие сложного и дорогостоящего оборудования. Это так называемые бестормозные обкатка и испытание, при которых в качестве нагрузки служат собственные сопротивления двигателя в сочетании с выключением части цилиндров, ограничение нагрузки постановкой шайбы во впускной трубопровод

карбюраторного двигателя или ограничение хода рейки топливного насоса высокого давления дизельного двигателя. При выключении из работы одного или нескольких цилиндров часть индикаторной мощности расходуется на преодоление, трения в деталях цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и других механизмов, а также насосных потерь выключенных и работающих цилиндров. Этим и создается нагрузка на двигатель. Внешней нагрузкой для работающих цилиндров в данном случае будут механические и насосные потери выключенных цилиндров. Поэтому ее принято называть бестормозной нагрузкой.

Исследованиями установлено, что тормозные и бестормозные обкатки дают примерно одинаковые результаты.

Другие агрегаты автомобиля после сборки подвергают испытаниям по режимам, предусмотренным техническими условиями на КР автомобиля. Целью испытаний агрегатов является проверка качества их сборки и готовности агрегата к работе. Испытания выполняются на различных стендах, оборудованных тормозными устройствами. Наиболее перспективными для авторемонтного производства являются электрические стенды с электромагнитными нагрузочными устройствами.

Так, коробки передач сначала обкатывают без нагрузки, затем – под нагрузкой с более высокой частотой вращения, чем на первом этапе.

Задние мосты испытываются также без нагрузки и под нагрузкой. При испытаниях регулируют тормозные механизмы и проверяют работу главного и колесных редукторов.

**Автомобиль** после сборки также подвергается испытаниям. После капитального ремонта автомобиль должен пройти не менее 30 км с грузом не менее 75% от номинальной грузоподъемности, при скорости не менее 30 км/ч. Проводится проверка тормозной системы по величине тормозного пути.

## **4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

Использование в процессе ремонта восстановленных деталей позволяет значительно снизить стоимость ремонта. Стоимость восстановления деталей значительно ниже стоимости их изготовления и составляют 10...50 % стоимости новых деталей. Например, при производстве автомобильных деталей расходы на материалы и изготовление заготовок (отливок, поковок, штамповок) составляют 70...75 % их стоимости, а при восстановлении деталей в зависимости от способа восстановления эти затраты составляют 6...8 %, так как заготовкой является сама деталь и при этом обрабатываются только те поверхности, которые имеют дефекты. При этом чем сложнее деталь и, следовательно, чем дороже она в изготовлении, тем ниже относительные затраты на ее восстановление [7].

### **4.1. Этапы проектирования технологического процесса восстановления**

**Технологический процесс (ТП) восстановления деталей** – это процесс, содержащий целенаправленные действия по изменению определенного состояния детали с целью восстановления её эксплуатационных свойств.

Исходными данными для разработки технологических процессов восстановления являются:

- Рабочий чертеж детали и сборочный чертеж сборочной единицы, в состав которой входит деталь;
- Конкретные условия производства, имеющееся технологическое оборудование, мощности по проектированию и производству специальных приспособлений и инструментов;
- Технологический процесс производства детали (для обеспечения преемственности процессов изготовления и восстановления деталей).

Возможна разработка единичного ТП для восстановления отдельных деталей, создание типового ТП для восстановления сходных по конструкции деталей. При создании производственных мощностей по восстановлению детали следует ориентироваться на использование типовых ТП, т.к. это обеспечивает широкую номенклатуру восстанавливаемых деталей, и, следовательно, более высокую экономическую эффективность производства.

Проектирование ТП восстановления осуществляется в несколько этапов:

1. Определение типа производства (единичное, серийное или массовое);
2. Анализ конструкции детали по чертежам и техническим условиям;
3. Выбор технологических баз;
4. Выбор способов восстановления;
5. Составление технологического маршрута детали
6. Разработка технологических операций

## 7. Расчет точности, производительности и экономической эффективности разработанного ТП.

### 4.2. Базирование и базы

При восстановлении, механической обработке, разборке и сборке необходимо придать сборочной единице или детали определенное положение относительно рабочих органов оборудования, инструмента или других деталей и сборочных единиц.

Задачи взаимной ориентировки деталей и сборочных единиц в машинах при их сборке и заготовок на станках при изготовлении деталей решаются их базированием.

**Базирование** – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

При механической обработке базированием принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траектории движения обрабатывающего инструмента.

Требуется не только обеспечить базирование, но и обеспечить ее неподвижность относительно приспособления на весь период обработки.

В связи с этим при установке заготовок в приспособлениях решаются две различные задачи: ориентировка, осуществляемая базированием, и создание неподвижности, достигаемое закреплением заготовок. Эти задачи решаются наложением связей на возможные перемещения заготовки в пространстве.

При наложении геометрических связей тело лишается трех перемещений (рис. 4.1): вдоль осей  $OX$  (связь №6),  $OY$  (связи №4 и №5),  $OZ$  (связи №1, №2 и №3) и трех поворотов вокруг этих осей (связи №1, №2 и №3 - вокруг осей  $OX$  и  $OY$  и связи №4 и №5 - вокруг оси  $OZ$ ), т.е. тело становится неподвижным в системе  $OXYZ$ .

Наложение двусторонних геометрических связей достигается соприкосновением поверхностей тела с поверхностями других тел, к которым оно присоединяется, и приложением сил или моментов для обеспечения контакта между ними.

**База** - поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования (рис. 4.2).

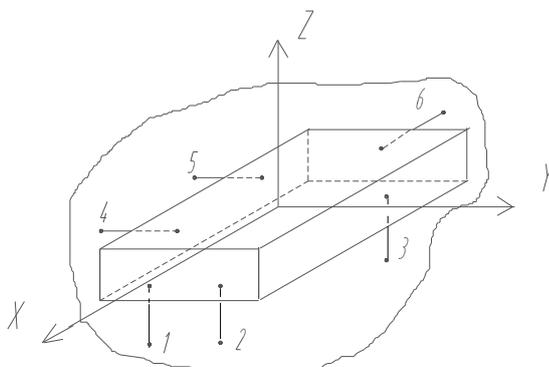


Рис. 4.1. Ориентировка призматического тела в пространстве.

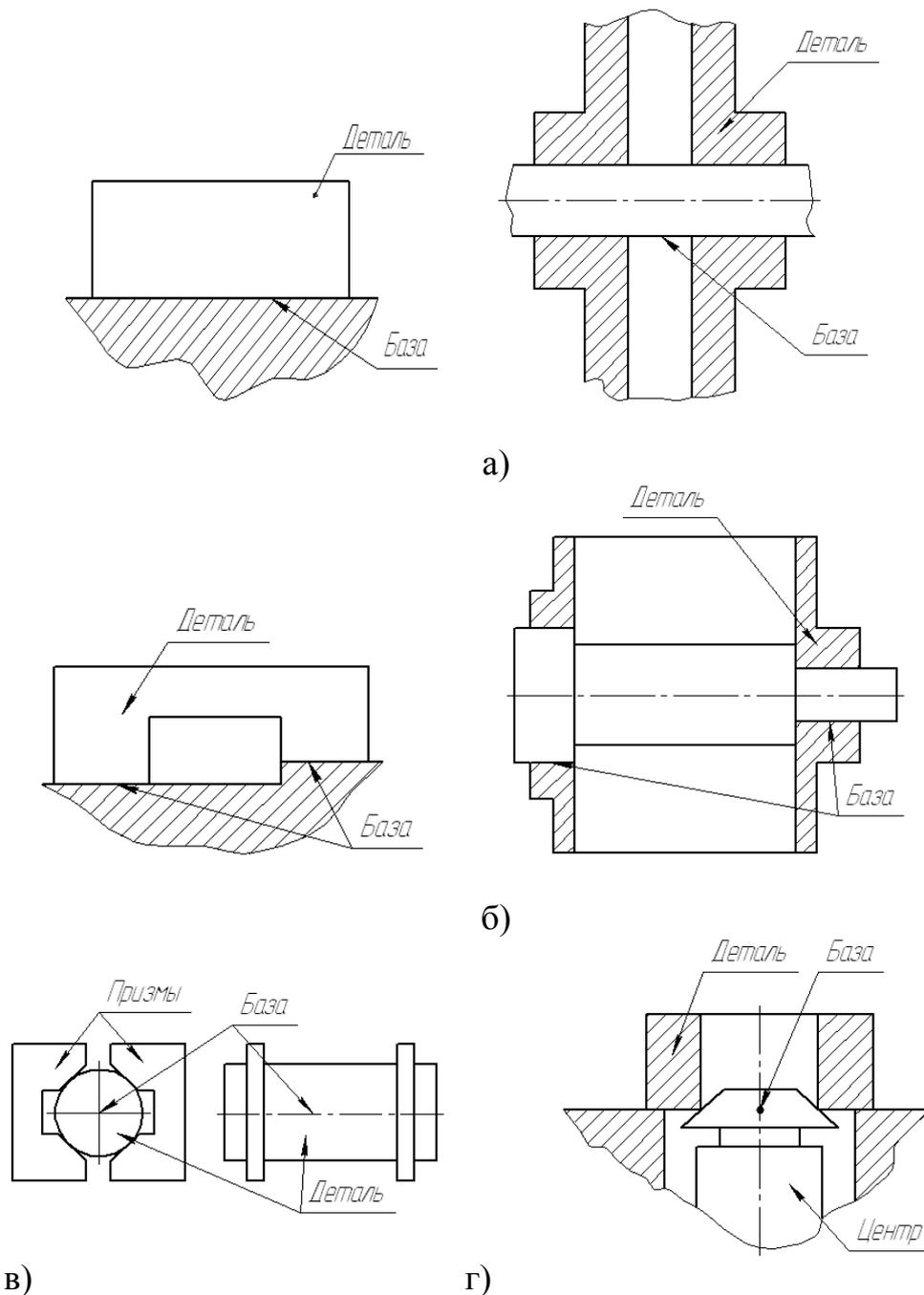


Рис. 4.2. Использование в качестве базы поверхности (а), группы поверхностей (б), оси (в) и точки (г).

Шесть связей, лишаящих тело движения в шести направлениях, могут быть созданы контактом соединяемых тел в шести точках. В случае идеализации формы поверхностей считается, что наложение необходимых связей достигается контактом тел по поверхностям, а наличие связей символизируется опорными точками.

**Опорная точка** - символ одной из связей заготовки или изделия с избранной системой координат. Условное обозначение опорной точки представлено на рис. 4.3.

Для обеспечения неподвижности заготовки или изделия в избранной системе координат на них необходимо наложить 6 двусторонних геометрических связей, для создания которых необходим комплект баз.

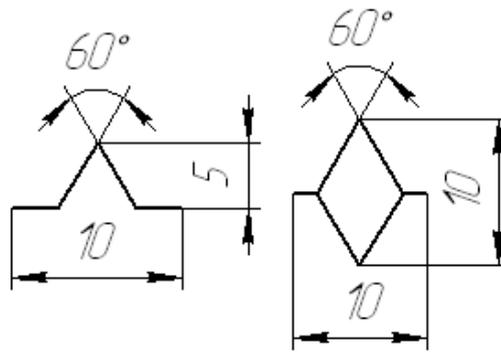


Рис. 4.3. Условное обозначение опорной точки на схемах базирования.

Если, в соответствии со служебным назначением, изделие должно иметь определенное число степеней свободы, то соответствующее число связей снимается. Все связи, которые накладываются на деталь или сборочную единицу, отображаются в виде опорных точек на схеме базирования.

**Схема базирования** - схема расположения опорных точек на базах заготовки или изделия.

Все опорные точки на схеме базирования изображают условными знаками и нумеруют порядковыми номерами, начиная с базы, на которой располагается наибольшее количество опорных точек.

При наложении в какой-либо проекции одной опорной точки на другую, изображается одна точка и около нее (в скобках) проставляют номера совмещенных точек. Число проекций заготовки или изделия на схеме базирования должно быть достаточным для четкого представления о размещении опорных точек.

**Классификация баз.** Все многообразие поверхностей деталей сводится к четырем видам:

1. Исполнительные поверхности - поверхности, при помощи которых деталь выполняет свое служебное назначение;
2. Основные базы - поверхности, при помощи которых определяется положение данной детали в изделии;
3. Вспомогательные базы - поверхности, при помощи которых определяется положение присоединяемых деталей относительно данной;
4. Свободные поверхности - поверхности, не соприкасаемые с поверхностями других деталей.

Общая классификация баз имеет следующий вид:

- По назначению:
  - ⊖ Конструкторская - основная или вспомогательная
  - ⊖ Технологическая
  - ⊖ Измерительная
- По лишаемым степеням свободы:
  - ⊖ Установочная
  - ⊖ Направляющая
  - ⊖ Опорная
  - ⊖ Двойная направляющая
  - ⊖ Двойная опорная

☑ По характеру проявления:

- ☉ Скрытая
- ☉ Явная

**Конструкторская база** - база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

**Основная конструкторская база** - база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии.

**Вспомогательная конструкторская база** - база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения положения присоединяемого к ним изделия

**Технологическая база** - база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

**Измерительная база** - база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

**Установочная база** - база, лишаящая заготовку или изделие трех степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

**Направляющая база** - база, лишаящая заготовку или изделие двух степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

**Опорная база** - база, лишаящая заготовку или изделие одной степени свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

**Двойная направляющая база** - база, лишаящая заготовку или изделие четырех степеней свободы - перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

**Двойная опорная база** - база, лишаящая заготовку или изделие двух степеней свободы - перемещений вдоль двух координатных осей.

**Скрытая база** - база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

**Явная база** - база заготовки или изделия в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

**Выбор технологических баз при восстановлении.** Точность механической обработки при восстановлении деталей зависит от правильного выбора технологических баз, который требует четкого представления о функциональном назначении поверхности деталей и размерной взаимосвязи между ними, об износе и повреждениях, которые претерпевают эти поверхности.

В качестве технологических баз нельзя использовать поверхности, которые в процессе эксплуатации изнашиваются, иначе будет наблюдаться нарушение координации между отдельными поверхностями деталей.

Обычно поверхности, которые используют как технологические базы, не изнашиваются, и поэтому их можно использовать многократно при восстановлении с достаточной точностью необходимой координации поверхностей деталей (например, конические поверхности центровых отверстий деталей типа вала, фрезерованные плоскости на щеках коленчатых валов и т. п.).

Технологические базы обрабатывают с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими положениями:

- ☑ Поверхности, являющиеся базовыми, обрабатываются в первую очередь;
- ☑ Стараться использовать базы завода-изготовителя;
- ☑ Поверхности, связанные с точностью относительного положения (соосность; перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;
- ☑ За технологические базы наиболее целесообразно принимать центровые отверстия валов, технологические отверстия в корпусных деталях и т. д.;
- ☑ При восстановлении за технологическую или измерительную базу принимают основные или вспомогательные поверхности, которые сохранились и не подлежат восстановлению;
- ☑ Если в процессе восстановления деталь должна быть обработана по всем поверхностям, за технологическую необходимо принять такую базу, при использовании которой можно обработать за одну установку все основные и вспомогательные поверхности; при отсутствии такой возможности технологической базой должна быть такая поверхность (или совокупность поверхностей), которая позволит с одной установки обработать в первую очередь основные или вспомогательные поверхности;
- ☑ Принятая технологическая база должна сохраняться на всех операциях технологического процесса (принцип постоянства баз), если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, которая размерно связана непосредственно с обрабатываемой;
- ☑ При выборе технологической базы необходимо помнить, что поверхность (или совокупность поверхностей, которые образуют технологическую базу) должна оставлять детали минимальное и в то же время достаточное число степеней свободы.

### **4.3. Выбор метода восстановления деталей**

Качество ремонта автомобилей и агрегатов зависит от качества восстановления деталей. В настоящее время авторемонтное производство располагает большим спектром методов восстановления, обеспечивающих ресурс восстановленных деталей на уровне 70-80% от ресурса новых деталей. Восстановление изношенных и поврежденных поверхностей детали чаще всего осуществляется путем наращивания изношенных поверхностей с последующей механической обработкой до требуемых параметров – размеров, шероховатости, формы.

В ряде случаев первоначальную посадку в сопряжениях восстанавливают путем изменения начальных размеров сопрягаемых деталей (способ ремонтных размеров), постановкой дополнительной ремонтной детали, а также способами, основанными на перемещении металла детали к ее изношенной части. Для выбора рационального способа применительно к восстановлению конкретной детали или группы деталей следует знать технологические возможности различных способов и их характерные особенности.

**Сварка и наплавка.** Этот способ получил самое широкое распространение при ремонте (до 70% деталей восстанавливают сваркой и наплавкой) [7]. Сварку применяют для устранения трещин, пробоин, а наплавку — для нанесения покрытий с целью компенсации износа рабочих поверхностей. Различают различные виды наплавки.

- ☑ *Наплавка под слоем флюса.* Для этого способа характерны высокая производительность (за счет применения высоких плотностей тока), возможность получения слоев с необходимыми физико-механическими свойствами благодаря широкому легированию наплавленного металла, возможность получения наплавленных слоев толщиной 0,8... 10 мм. К недостаткам следует отнести высокий нагрев детали и значительное перемешивание основного и присадочного металлов, невозможность выполнения наплавки на детали диаметром менее 55 мм; необходимость удаления ручным способом шлаковой корки. В качестве материалов применяют высокоуглеродистую и порошковую проволоку, порошковую ленту. Наплавку под слоем флюса применяют для восстановления деталей с износом более 0,6 мм.
- ☑ *Наплавка порошковыми проволоками.* При восстановлении деталей с износом более 0,6 мм все большее распространение получают проволоки, в состав которых входят легирующие элементы и газо- и шлакообразующие вещества. Их применяют при наплавке открытой дугой без дополнительной защиты.
- ☑ *Вибродуговая наплавка.* Несмотря на отдельные недостатки, этот способ находит широкое применение на ремонтных предприятиях, что объясняется эксплуатацией наплавочных установок, возможностью наплавки стальных и чугунных деталей диаметром 12...80 мм, небольшой зоной термического влияния. Однако качество наплавки невысокое, покрытия получают нередко с порами, неравномерной твердостью и неоднородной структурой. Все это способствует возникновению значительных растягивающих внутренних напряжений и, как следствие, снижению усталостной прочности на 30...40 %. Поэтому этот способ наплавки не рекомендуется для восстановления деталей, испытывающих значительные динамические нагрузки, например, коленчатых валов.
- ☑ *Наплавка в среде защитных газов.* Наибольшее распространение получила наплавка плавящимся электродом в среде дешевого и недефицитного углекислого газа. Этот способ, также как и вибродуговая наплавка, позволяет наносить на детали небольших диаметров слои толщиной 0,5...3,5 мм, но более высокого качества при более высокой производительности. К недостаткам следует отнести повышенное разбрызгивание металла (до 15 %), большее термическое влияние по сравнению с вибродуговой наплавкой, необходимость применения для получения слоев высокого качества специальной легированной проволоки.
- ☑ *Электроконтактная приварка.* Это эффективный высокопроизводительный (60...90 см<sup>2</sup>/мин) способ восстановления цилиндрических деталей, особенно с небольшими износами. Он позволяет наращивать материалы различной формы, с различными физико-механическими свойствами (стальные ленты, порошки, проволоки). Толщину наплавленного слоя можно регулировать в пределах 0,2... 1,5 мм, зона термического влияния не превышает 0,5 мм, припуск на механическую обработку 0,2...0,5 мм. К недостаткам следует отнести несплавление в ряде слу-

чаев в отдельных местах ленты с основным металлом, которое выявляется при шлифовании.

**Нанесение гальванических покрытий.** Наиболее широкое применение в ремонтном производстве нашли процессы хромирования и железнения. Они имеют ряд преимуществ перед наплавкой: позволяют наносить тонкие покрытия равномерной толщины с различной твердостью и износостойкостью без нарушения структуры основного металла, так как он в процессе наращивания остается практически холодным, и одновременно восстанавливать большую группу деталей, что снижает производственные затраты на ремонт. В то же время этим способам присущи такие недостатки, как значительные сложность и объем работ при выполнении технологических процессов восстановления деталей, низкая скорость электролитического осаждения хрома, снижение сопротивления усталости деталей, загрязнение окружающей среды отходами производства. Перечисленные недостатки сдерживают более широкое внедрение этих способов в ремонтное производство. Однако потенциальные возможности совершенствования физико-механических свойств гальванических покрытий, а также технологических процессов восстановления деталей в целом значительны.

**Напыление.** Способ обеспечивает высокую износостойкость деталей, работающих при жидкостном трении. В зависимости от способа расплавления металла различают газопламенное, плазменное, детонационное, электродуговое, высокочастотное напыление. Весьма эффективно нанесение тонких слоев газопламенным и плазменным напылением с применением износостойких порошковых твердых сплавов.

**Нанесение пластмасс.** Пластмассы имеют широкое распространение в авторемонтном производстве. Их применяют как для изготовления новых деталей, так и при их восстановлении для заделки трещин и пробоин, соединения деталей склеиванием, нанесения износостойкого покрытия. Из всех видов пластмасс наибольшее применение в авторемонтном производстве получили эпоксидные композиции.

**Восстановление деталей под ремонтный размер.** Этот метод является одним из наиболее совершенных и имеет самый высокий коэффициент технико-экономической эффективности по сравнению с другими способами восстановления. Вместе с тем этому методу присущи и некоторые недостатки. Главным из них является нарушение взаимозаменяемости — основы современного машиностроительного производства. Недостатками являются также сложность комплектования и подбора и увеличение складских запасов, что приводит к замораживанию больших средств. Кроме того, для дефектации и контроля необходим большой набор предельных калибров.

**Способ дополнительных ремонтных деталей,** компенсирующих износ. Этот способ находит применение для восстановления ограниченной номенклатуры деталей. Им восстанавливают отверстия (гнезда) под подшипники качения и резьбовые отверстия в базовых деталях агрегатов, а иногда валы и крестовины.

**Пластическое деформирование.** Способ основан на использовании пластических свойств материала детали. Им восстанавливают размеры деталей, их форму и физико-механические свойства. При этом применяют такие виды пластической деформации, как осадку, раздачу, обжатие, выдавливание, вытяжку, правку, термоме-

ханическую обработку и др. Применение способа в ряде случаев ограничивается конструктивно-технологическими особенностями деталей. Например, поршневые пальцы у двигателей ЗМЗ можно восстанавливать раздачей, а у ЗИЛ нельзя — он ступенчатый внутри.

Все способы наплавки (за исключением электроконтактной) оказывают значительное термическое влияние на изделие, что приводит к возникновению напряжений и деформаций. Поэтому при использовании наплавки и сварки следует предусмотреть операции по термообработке (отпуску, нормализации) и исправлению формы деталей.

Все способы нанесения покрытий снижают сопротивление усталости, поэтому с целью его повышения следует предусмотреть дополнительные различные технологические операции (термообработку, упрочнение), особенно для деталей, работающих в условиях циклических нагрузок.

Таким образом, при выборе оптимальной технологии восстановления конкретной номенклатуры деталей необходимо предусмотреть решение комплекса вопросов, отражающих условия производственной деятельности предприятия, его тип, форму организации и учитывающих объем и конструктивно-технологическую классификацию восстановления деталей, транспортные затраты.

#### 4.4. Разработка технологических операций

На данном этапе проектирования ТП необходимо решить следующие задачи:

- ☑ **Определение рациональной последовательности операций.** При решении этой задачи следует проанализировать изменения свойств и параметров детали вследствие применения того или иного метода восстановления, т.к. это может повлечь за собой необходимость включения в ТП дополнительных операций. Часто бывает нужно подготовить поврежденные поверхности к операциям восстановления механической или химической обработкой (например, расщербливание отверстия для установки дополнительной ремонтной детали, обезжиривание и декапирование поверхностей перед нанесением гальванического покрытия). После проведения восстановления деталь подвергается механической обработке.
- ☑ **Выбор оборудования и оснастки** осуществляется таким образом, чтобы обеспечить должное качество обработки и оптимальную производительность при минимальных затратах на покупку нового оборудования или модернизацию имеющегося. Следует учитывать объем программы выпуска, тип производства. В условиях крупных авторемонтных предприятий возможно применение высокотехнологичных комплексов, обрабатывающих центров, производственных линий. В условиях же небольших объемов производства установка такого оборудования нерациональна, следует выбирать универсальное оборудования, которое можно использовать для восстановления широкой номенклатуры деталей. Выбор инструмента и оснастки также следует выполнять в зависимости от вышеперечисленных факторов. Если номенклатура восстанавливаемых деталей узка (используется 1...3 типовых процесса), целесообразно использовать специальные приспособления и инструмент.

- ☑ **Расчет режимов обработки.** При выборе способа обработки, расчете припусков и режимов резания следует руководствоваться точностными характеристиками восстанавливаемых параметров. При этом можно использовать технологический процесс изготовления детали. Сначала устанавливаются исходные данные для расчета режимов обработки и нормирования труда (допуски на размеры, отклонения формы и расположения, величина шероховатости, требования к свойствам материала детали). При расчете режимов резания рассчитываются припуски на обработку и межоперационные припуски. Припуск на обработку используется при определении режимов восстановления, т.к. такой припуск определяет требуемую толщину наращивания материала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторемонтное производство является неотъемлемой и необходимой частью автотранспортного комплекса. Предприятия, осуществляющие капитальный ремонт агрегатов и автомобилей, восполняют потребность АТП в подвижном составе, способствуют экономии ресурсов за счет использования восстановленных деталей.

Необходимой частью подготовки авторемонтного производства является разработка технологических процессов всех этапов ремонта. Проектирование рациональных технологических процессов позволяет повысить технико-экономическую эффективность производства, снизить затраты труда, времени и средств, и, таким образом, снизить себестоимость ремонта. В то же время ошибки при разработке технологических процессов приводят к неоправданным производственным расходам.

Важной частью разработки технологических процессов ремонта и восстановления является правильный выбор оборудования, оснастки и инструмента. При этом следует внимательно изучить различные типы и модели оборудования, провести сравнительный анализ, сопоставить технологические возможности оборудования с потребностью производства. Оптимальный вариант – это выбор оборудования, обеспечивающего требуемую точность обработки, сборки или восстановления, высокую производительность и надежность при минимальной стоимости. При расширении номенклатуры услуг по ремонту, т.е. при создании и внедрении новых технологических процессов следует максимально использовать уже имеющееся оборудование для сокращения расходов по подготовке производства.

Важнейшей задачей авторемонтного производства является обеспечение послеремонтного ресурса автомобилей, агрегатов и деталей, близкого к ресурсу новых изделий (оптимальным считается соотношение 80% первоначального ресурса при затратах на ремонт в размере 20% стоимости нового изделия). Такого результата можно добиться, используя прогрессивные технологии и современное оборудование, совершенствуя формы организации производства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонькин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля. – М.: Транспорт, 1993. – 352 с.
2. Авдонькин Ф.Н. Текущий ремонт автомобилей. – М.: Транспорт, 1978. – 269 с.
3. Азаматов Р.А., Дажин В.Г., Кулаков А.Т., Модин А.И. Восстановление деталей автомобилей КамАЗ / Под ред. В.Г. Дажина. - Набережные Челны: КамАЗ, 1994. – 215 с.
4. Горелов В.В., Родионов Л.Ф., Рожнятовский А.В. Технология, машины, оборудование машиностроительного производства: Учеб. пособ. в 3-х частях. Сызр.филиал Самар. гос. тех. ун-та. Самара, 2000 - Ч2. Металлорежущие станки, режущий инструмент и станочные приспособления. - 94 с.
5. Денисов А. С. Основы формирования эксплуатационно–ремонтного цикла автомобилей. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1999. – 352 с.
6. Денисов А. С. Эффективный ремонт двигателей. – Саратов: Изд-во Сарат. гос. техн. ун-та, 1983. – 107 с.
7. Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. ремонт автомобилей / под ред. И.Е. Дюмина. – М.: Транспорт, 1999. – 280 с.
8. Есенберлин Р.Е. Восстановление автомобильных деталей сваркой, наплавкой и пайкой. М.: Транспорт, 1994. – 256 с.
9. Завьялов С.Н. Мойка автомобилей: Технология и оборудование. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1994. – 176 с.
10. Капитальный ремонт автомобилей. Справочник / Под ред. Р. Е. Есенберлина. - М.: Транспорт, 1989. – 334 с.
11. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 496 с.
12. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. - М.: Транспорт, 1990.- 272 с.
13. Липкинд А.Г., Гринберг П.И., Ильин А.И. Ремонт автомобиля ЗИЛ-130. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1978. – 358 с.
14. Масино М.А. Основы технологии производства и ремонта автомобилей: Учеб. пособ. СПб.: 1991. – 232 с.
15. Обработка металлов резанием: справочник технолога / под ред. А. А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с
16. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Министерство автомобильного транспорта РСФСР. – М.: Транспорт, 1986. – 73 с.
17. Ремонт автомобилей / Под ред. С.И. Румянцева. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1986. – 326 с.
18. Сборка и монтаж изделий машиностроения: Справочник. В 2-х т. – М.: Машиностроение, 1983. - Т.1. Сборка изделий машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова, В.К. Замятина. – 480 с.
19. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов и др.; Под ред. В.М. Власова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
20. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник; В 3 кн. – Киев.: Вища школа, 1991. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология / В. Е. Канарчук, А. А. Лудченко, И. П. Курников, И. А. Луйк. – 359 с.
21. Технология ремонта автомобилей / Под ред. Л.В. Дехтеринского. М.: Транспорт, 1979. – 340 с.
22. Цой А.Д. Разработка рациональной структуры эксплуатационно-ремонтного цикла машин (на примере городских автобусов): Дис...канд. техн. наук. – Саратов, 2003. – 154 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Основы авторемонтного производства.....	4
Особенности авторемонтного производства.....	4
Факторы, влияющие на техническое состояние автомобиля.....	4
Отказ и неисправность. Классификация отказов.....	7
Стратегии обеспечения работоспособности автомобилей Действующая система ТО и ремонта. Методы ремонта.....	12
2. Механическая обработка деталей.....	17
Классификация технологического оборудования. Классы точности металлорежущих станков.....	17
Инструментальные материалы.....	20
Токарная обработка.....	24
Обработка отверстий.....	29
Фрезерование.....	35
Обработка зубчатых колес.....	38
Обработка абразивным инструментом.....	43
3. Этапы технологического процесса ремонта автомобиля.....	47
Производственный и технологический процессы. Структура и компоненты технологического процесса ремонта.....	47
Наружная мойка автомобиля.....	50
Разборка автомобиля и агрегатов.....	63
Мойка и очистка деталей.....	76
Дефектация и сортировка.....	82
Комплектование и сборка.....	90
Обкатка и испытания агрегатов и автомобиля.....	97
4. Проектирование технологических процессов восстановления деталей.....	99
Этапы проектирования технологического процесса восстановления.....	99
Базирование и базы.....	100
Выбор метода восстановления деталей.....	104
Разработка технологических операций.....	107
Заключение.....	109
Список литературы.....	110

