

# 1 НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

## 1.1 Основы надежности сельскохозяйственной техники

Надежность – одна из основных проблем современной техники, которая решается на этапах проектирования, изготовления, испытания, эксплуатации и ремонта машин.

Поддержание работоспособности, восстановление ресурса машины и технологической готовности, повышение ее безотказности – главная задача предприятий, связанных с техническим сервисом. Для решения поставленной задачи специалисты, занимающиеся эксплуатацией и ремонтом машин, должны овладеть методами управления надежностью, правильно и эффективно их использовать.

Повышение надежности сельскохозяйственной техники имеет большое экономическое значение. Дело в том, что расходы на эксплуатацию машин, рассчитанных на длительный срок службы, обычно значительно превышают затраты на их изготовление. Только годовые трудовые затраты на техническое обслуживание и ремонт грузового автомобиля средней и большой грузоподъемности составляют в среднем 550 чел.-ч, в то время как трудоемкость его изготовления равна в среднем 135 чел.-ч. Поэтому в увеличении надежности машин таятся большие резервы экономии общественного труда, повышения эффективности производства.

В формировании и развитии надежности как науки большой вклад внесли отечественные и зарубежные ученые.

Математическая теория надежности разработана в трудах Хинчина, Колмогорова, Гнеденко. Значительный вклад в развития теории надежности внесли Берг, Бруевич, Шор, Вейбура, Яковлев.

Методику оценки надежности с.-х. техники разработали Анилович, Михлин. Севернее, Купель, Тененбаум.

Теория надежности относится к инженерным наукам, несмотря на то, что она использует теорию вероятности и математическую статистику.

Инженерный анализ надежности машин дает возможность выявить недостатки в организации технологии технического обслуживания.

Изучение выхода из строя деталей, отдельных единиц, агрегатов и элементов машины позволяет получить необходимые данные для усовершенствования конструкции, эксплуатации и ремонта с.-х. техники.

Обладание основами надежности с.-х. техники помогает достижению высокой эффективности использования машин, экономии топлива, энергии рабочего времени и **стоимости работ**.

Проблема надежности машин возникла вместе с их созданием. Наука о надежности, выросшая из проблемы надежности подшипников качения, в дальнейшем развивалась главным образом в авиационной и космической технике, радиотехнике, автоматике, телемеханике и средствах связи. Постепенно она выделилась в самостоятельную дисциплину, главная задача которой дать оценку надежности объекта.

Наука о надежности техники изучает качественные и количественные закономерности изменения технического состояния объектов, возникновения отказов и на основании этого определяет пути их предупреждения и устранения, обеспечивающие с наименьшими затратами труда и средств необходимую продолжительность их надежной работы.

Надежность изделия закладывается при проектировании, обеспечивается в процессе изготовления, поддерживается и восстанавливается в ходе эксплуатации. В связи с этим на уровень надежности влияет множество факторов. Для объективного и достоверного анализа этих факторов наука о надежности базируется на фундаментальных и прикладных науках. Это прежде всего теория вероятностей и математическая статистика, теория симметрии, учение об объемной и поверхностной прочности материалов деталей машин. Широко используются в теоретических основах надежности достижения таких наук, как физика

твердого тела, химия и т. п., которые служат теоретической основой современного металловедения, а также других наук.

#### **Виды объектов с точки зрения ремонта:**

1. ремонтируемый и неремонтируемый.

Ремонтируемый - ремонт объекта возможен и предусмотрен нормативно-технической, ремонтной или конструкторской документацией.

Неремонтируемый - ремонт объекта не возможен или не предусмотрен нормативно-технической, ремонтной или конструкторской документацией.

2. восстанавливаемый и невосстанавливаемый.

Восстанавливаемый – в рассматриваемой ситуации для объекта проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено в документации.

Невосстанавливаемый - в рассматриваемой ситуации для объекта проведение восстановления работоспособного состояния не предусмотрено в документации.

#### **Состояния объектов:**

1. исправное и неисправное.

Исправное - объект соответствует всем требованиям нормативно-технической или конструкторской документации.

Неисправное - объект не соответствует хотя бы одному из требований документации.

2. работоспособное и неработоспособное.

Работоспособное - значения всех параметров, позволяющих выполнять объекту заданные функции, соответствуют требованиям документации.

Неработоспособное - значение хотя бы одного заданного параметра не соответствует требованиям документации.

3. предельное.

Предельное состояние - дальнейшая эксплуатация объекта недопустима или нецелесообразна, либо его восстановление невозможно или нецелесообразно.

## **1.2 Процессы изнашивания и разрушения деталей сельскохозяйственной техники**

**Старение** - изменение потребительских свойств и качественных характеристик машины. Различают **физическое** и **моральное старение** машин.

**Физическое старение машин** - результат изменения начальных свойств, нарушения конструктивных связей и нормального функционирования их элементов:

- **физическое старение первого рода** – постепенное изменение размеров, формы и других параметров макро- и микрогеометрии отдельных деталей в результате изнашивания;

- **физическое старение второго рода** происходит под влиянием рабочих процессов и сил природы. Оно происходит при бездействии машины: коррозия металлических деталей, разрушение под действием света, температуры и других факторов детали из пластмасс, резины. Степень этого старения зависит от соблюдения правил и времени хранения машин.

**Моральное старение машин** - это уменьшение стоимости действующей техники под влиянием технического прогресса:

**моральное старение первой формы** - обесценивание техники из-за роста производительности труда в отраслях, производящих машины, и поставляющих материалы для изготовления машин.

Оно не снижает эффективности используемых машин, т.к. снижение их первоначальной стоимости возмещается экономией на приобретение более дешевых аналогичных средств труда.

**моральное старение второй формы** – появление новой техники того же назначения, но более совершенной, чем старая.

Оно снижает потребительскую ценность и эффективность машин, ограничивает экономически целесообразные сроки их применения.

Моральное старение, как и физическое, нарастает постепенно, но наступает одновременно и проявляется в равной мере у всех машин данной конструкции. Физическое старение отражает индивидуальные свойства и состояние конкретного объекта.

***Что делать с машиной, утратившей работоспособность? Ремонтировать или покупать новую машину той же марки или более совершенную?"***

Однозначного ответа не существует, так как в любом из вариантов неизбежны потери, связанные со старением машин.

Эффективность использования стареющих машин во многом зависит от организационно-технического уровня их ТО и ремонта.

Качественное проведение операций ТО позволяет **замедлить процессы физического старения**, а проведение ремонта – в значительной мере устранить его последствия, т. е. они позволяют увеличить физическую долговечность машин.

Технический прогресс в ремонтно-обслуживающей сфере позволяет также **замедлить процесс морального старения** машин, а модернизация позволяет в определенной степени ликвидировать его последствия. Однако здесь возможности ограничены, так как темпы технического прогресса в машиностроении значительно выше, чем в ремонте.

**Технические причины ремонта машин** обусловлены разными сроками работы деталей.

Факторы, вызывающие разную долговечность деталей:

- разнообразие функций деталей, агрегатов в машине;
- широкий диапазон действующих на детали нагрузок;
- наличие в узлах и агрегатах как движущихся, так и неподвижных деталей;
- разнообразие видов трения в сопряжениях;
- применение сопряженных деталей из разных материалов;
- наличие определенных отклонений в свойствах материалов, допусках на точность и качество обработки, взаимное расположение деталей относительно друг друга (параллельность, перпендикулярность, расстояние между осями валов и т. д.);
- различие условия эксплуатации (вождение, ТО, климат, состав почвы и др.).

Таким образом, потребность в обслуживании и ремонте заложена в конструкции машины, в недостаточной долговечности, неравностойкости и некратности ресурсов ее элементов.

**Экономические причины ремонта машин** обусловлена следующими причинами:

- возможность повторного использования до 70% деталей, что позволяет экономить денежные средства, металлы и материалы;
- себестоимость капитального ремонта сложных машин и их агрегатов обычно не превышает 50...60% стоимости новых машин, а расход металла на их ремонт в 10...15 раз ниже, чем на изготовление;
- капиталовложения на производство одного капитального ремонта в 5...10 раз ниже, чем на изготовление новой машины;
- обновление парка машин в стране происходит в течение 10...12 лет, а потребность в капитальном ремонте для каждого из них возникает через 4...6 лет; если не производить капитальных ремонтов, то парк машин не будет расти.

**Изнашивание** — процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела или накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся, в постепенном изменении размеров или формы тела.

**Износ деталей** - результат их изнашивания, определяемый в установленных единицах (длины, объема, массы и др.).

Основные характеристики процесса изнашивания:

**Скорость изнашивания** - отношение значения износа к интервалу времени, в течение которого он возник.

**Интенсивность изнашивания** - отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы.

**Износостойкость** - свойство материалов оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения. Она обратна скорости изнашивания или его интенсивности.

Условия эксплуатации со временем оказывают влияние на техническое состояние машин. Происходит **механическое изнашивание** трущихся деталей:

- ✓ абразивное,
- ✓ изнашивание при хрупком поверхностном разрушении,
- ✓ адгезионное в результате молекулярного сцепления материалов трущихся деталей,
- ✓ коррозионно-механическое.

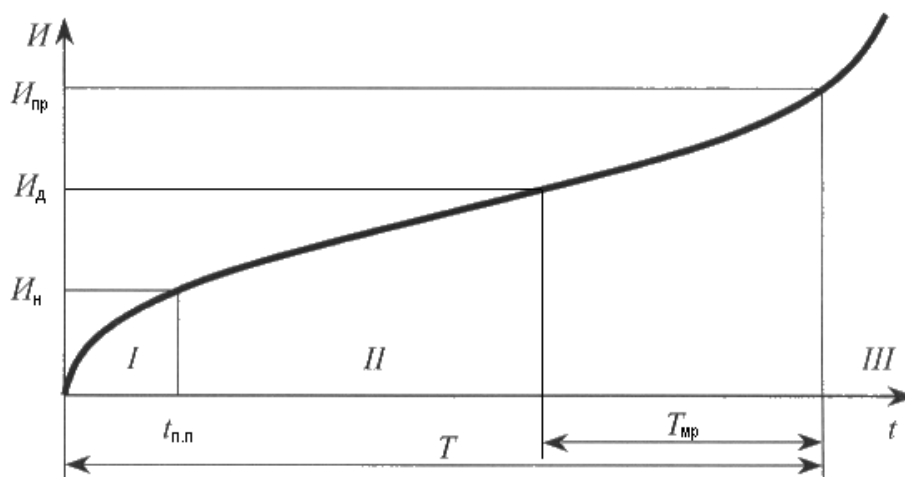
В результате механического изнашивания постепенно уменьшаются размеры трущихся деталей, увеличиваются зазоры в соединениях.

Наблюдаются пластические деформации и разрушения деталей, что связано с превышением предела текучести или прочности материалов, или усталостные разрушения от циклического возникновения нагрузок, превышающих предел выносливости.

Вследствие агрессивного воздействия среды происходит коррозионное изнашивание деталей кабины, рамы, деталей крепления и т. п.

Кроме того, проявляются физико-химические и температурные изменения материалов и деталей, т. е. их старение.

При эксплуатации детали в постоянных условиях скорость ее изнашивания не остается постоянной. Характер протекания процесса изнашивания для этого случая показан на рисунке.



Наиболее распространенный вид изнашивания детали в постоянных условиях работы:  
*I* - период приработки; *II* - период нормальной эксплуатации; *III* - период аварийного изнашивания. Износы:  $I_n$  - номинальный;  $I_d$  - допустимый без ремонта;  
 $I_{пр}$  - предельный;  $T_{мр}$  - плановая межремонтная наработка

В начальный период эксплуатации разрушение изнашиваемой поверхности у детали идет сравнительно быстро. Это объясняется процессом приработки соединений деталей, устранением следов их механической обработки. В этот период скорость изнашивания в основном обуславливают **технологические** факторы. Период нормальной работы характеризуется весьма малой скоростью изнашивания. Однако в течение этого периода износ постепенно нарастает, и скорость износа в основном обусловлена **внутренними эксплуатационными и конструктивными факторами**. К концу периода условия трения соединений деталей резко изменяются, что вызывает форсированный износ детали. В дальнейшем наступает период аварийного износа.

При ремонте объекта выбраковку детали производят в том случае, если ее износ превышает допустимое значение. Допустимый без ремонта износ — это износ, при котором деталь проработает до следующего ремонта.

**Номинальное значение параметра  $I_n$**  — значение параметра, определенное его функциональным назначением и служащее началом отсчета отклонений. Номинальное значение наблюдается у новых и капитально отремонтированных составных частей.

**Предельное значение параметра  $P_n$**  — это наибольшее или наименьшее значение, которое может иметь работоспособная составная часть машины.

**Допускаемое значение параметра  $P_d$**  характеризуется граничным его значением, при котором составную часть машины допускают после контроля к эксплуатации без операций технического обслуживания или ремонта. Это значение приводят в технической документации на обслуживание и ремонт машин. При допускаемом значении параметра составная часть надежно работает до следующего планового контроля.

Медленное, постепенное изменение параметра технического состояния от номинального до предельного значения характеризует **постепенный отказ** (потерю работоспособности) составной части.

Скачкообразное изменение параметра до предельного значения характеризует **внезапный отказ**.

В процессе технического обслуживания машин обычно измеряют параметры состояния, обуславливающие постепенные отказы. Это такие параметры, как расход газов, прорывающихся в картер, эффективная мощность двигателя и расход топлива, тепловой зазор в механизме газораспределения, подача масляного насоса, износ подшипников качения, шестерен, звездочек, гусеничной и втулочно-роликовой цепей и т.д.

При внезапном отказе машину диагностируют в целях выявления места отказа и устранения его последствий. К такому виду отказов относятся трещины блока, головки блока цилиндров двигателя, поломка пружины газораспределительного механизма, выход из строя редукционного или предохранительного клапана смазочной системы, нарушение прокладок, поломка бичей молотильного аппарата зерноуборочного комбайна и др.

При работе машины величина параметра может как увеличиваться (износ детали), так и уменьшаться (падение мощности дизеля, производительности машины).

**Молекулярно-механическое изнашивание** вызывается одновременным воздействием молекулярных и механических сил.

**Схватывание** - местное соединение двух деталей вследствие действия молекулярных сил при трении. Необходимым условием для схватывания металлов является непосредственный контакт поверхностей, возникающий в процессе совместного пластического деформирования.

**Адгезионное изнашивание** - схватывание микронеровностей, разрушение мест схватывания с отделением частиц металла и последующее новое схватывание этих частиц с поверхностным слоем металла.

**Тепловое изнашивание** – схватывание при трении скольжения с большими скоростями и удельными давлениями, которые вызывают интенсивный рост температуры в поверхностных слоях металлов и их термическую пластичность.

В результате образуются натир и задиры поверхностей, перенос частичек металла с одной поверхности на другую.

**Механическое изнашивание.**

**Абразивное** – действие абразивной среды на поверхности трения.

**Гидро-, газоабразивное** – вызывается абразивными частицами, перемещающимися потоком жидкости или газа.

**Гидро-, газоэрозионное** – воздействие потока жидкости или газа, отделяющего с поверхности деталей частицы металла.

**Электроэрозионное** - воздействие искровых разрядов при прохождении электрического тока.

**Усталостное** - под действием периодических переменных нагрузок (возникновение микротрещин и выкрашивания (питтинга)).

**Водородное** – расширения (микровзрывы) поглощенного металлом водорода в зоне трения деталей.

**Кавитационное** – образующиеся в движущейся жидкости пузырьки газа (пара) захлопываются вблизи поверхности, что создает местное повышение давления и температуры, вследствие чего образуются каверны, язвы и сплошная перфорация детали.

**Коррозионно-механическое изнашивание** – механическое изнашивание, усиленное явлениями коррозии.

**Окислительное изнашивание** – разрушение и удаление мельчайших частиц металла и его окислов вследствие проникновения кислорода воздуха к трущимся поверхностям.

**Изнашивание в условиях агрессивного действия внешней среды** характерно для деталей машин, работающих с удобрениями, ядохимикатами и др. Механизм его аналогичен окислительному изнашиванию, только образуются не окислы, а соли, которые механически удаляются при трении.

**Изнашивание при фреттинг-коррозии** возникает при трении скольжения с очень малыми возвратно-поступательными перемещениями в условиях динамической нагрузки (при вибрации). Создаются окисные пленки, отделяющиеся с поверхностей, которые не удаляются за пределы контакта и создают условия абразивного изнашивания.

### 1.3 Основные направления повышения надежности сельскохозяйственной техники

Надежность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, а также сочетания этих свойств.

**Безотказность** — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

**Долговечность** — свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

**Ремонтпригодность** — приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

**Сохраняемость** — свойство объекта сохранять значения параметров в течение и после хранения или транспортирования.

#### **Показатели безотказности**

Вероятность безотказной работы – отношение количества машин, отработавших в пределах заданной наработки без отказа, к общему числу машин.

Интенсивность отказов – отношение среднего числа отказавших в единицу времени (наработки) объектов к числу объектов, оставшихся работоспособными.

Средняя наработка до отказа – отношение суммы наработок до первого отказа к общему числу машин.

Средняя наработка на отказ – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Параметр потока отказов – отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки.

#### **Показатели долговечности**

Технический ресурс – наработка объекта от начала его эксплуатации или после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

- доремонтный ресурс – ресурс до первого капитального ремонта.
- межремонтный ресурс – ресурс между капитальными ремонтами.
- полный ресурс – ресурс до списания.

Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации или после капитального ремонта до перехода в предельное состояние.

Назначенный ресурс (срок службы) – суммарная наработка (календарная продолжительность эксплуатации) объекта, при достижении которой его применение по назначению должно быть прекращено независимо от его состояния.

#### **Показатели ремонтпригодности**

Среднее время восстановления работоспособного состояния.

Вероятность восстановления работоспособного состояния – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного.

**Технико-экономические показатели** – удельные затраты времени, труда или денежных средств на поддержание работоспособности (ТО и ремонт)

**Показатели сохраняемости** - средний срок сохраняемости, средние удельные затраты на хранение объекта

#### **Комплексные показатели надежности**

Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

Коэффициент технического использования – отношение времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и времени простоев, обусловленных ТО и ремонтом за тот же период.

Удельная стоимость надежности – это средняя стоимость приобретения, технического обслуживания, ремонта и хранения машины, отнесенная к единице наработки.

#### **Пути повышения надежности машин**

##### **Конструкторские мероприятия:**

1. Упрощение конструкции машины, уменьшение числа ее элементов.
2. Замена менее надежных элементов машины более надежными.
3. Выбор долговечных материалов деталей и рациональных их сочетаний.
4. Снижение концентрации напряжений при выборе формы и размеров деталей.
5. Повышением запасов прочности и эксплуатационных свойств деталей.
6. Создание оптимальных температурных режимов работы деталей.
7. Защита элементов машины от разрушающих действий окружающей среды.
8. Установка датчиков и автоматических контрольно-измерительных устройств.
9. Повышение уровня ремонтпригодности машин более рациональной компоновкой ее элементов.
10. Обеспечение условий смазывания трущихся поверхностей.
11. Повышение эффективности очистки воздуха, топлива и смазки.
12. Улучшение конструкций и материалов уплотнительных устройств.
13. Обеспечение достаточной жесткости базовых деталей.

##### **Технологические мероприятия:**

1. Обеспечение необходимой точности изготовления деталей.
2. Обеспечение оптимального качества рабочих поверхностей.
3. Повышение износостойкости и прочности деталей.
4. Балансировка деталей и сборочных единиц;
5. Повышение точности сборки и качества окраски агрегатов и машин в целом;
6. Контроль качества при изготовлении деталей и сборке машин.

##### **Эксплуатационные мероприятия:**

1. Качественная обкатка новых и отремонтированных машин.
2. Организация ТО и создание для его проведения необходимой материальной базы.
3. Проведение периодических технических осмотров машин.
4. Соблюдение режимов работы машин.

5. Соблюдение рекомендаций заводов-изготовителей по применению топлива и смазочных материалов.
6. Соблюдение установленных правил хранения машин.
7. Повышение уровня квалификации механизаторов, организации механизированных работ и инженерной службы хозяйства.
8. Строгое соблюдение инструкций по эксплуатации техники.
9. Применение специальной оснастки и оборудования при проведении технического обслуживания и ремонта.

#### **Ремонтные мероприятия:**

1. Проведение предремонтного диагностирования.
2. Обеспечение ремонтного фонда.
3. Выполнение качественной очистки машин.
4. Выполнение разборочных работ без повреждения деталей и разукomплектовки соответствующих пар.
5. Контроль и дефектация деталей.
6. Восстановление и стабилизация размеров базовой детали.
7. Входной контроль качества запасных частей.
8. Обеспечение регламентированных зазоров и натягов в соединениях, усилий затяжки резьбовых соединений и других требований при сборке агрегатов и машин.
9. Обеспечение герметизации агрегатов и сборочных единиц.
10. Повышение качества окраски ремонтируемых машин.

## **2. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА МАШИН**

### **2.1 Основы производственного процесса ремонта машин.**

#### **Подготовка и сдача машин в ремонт**

Согласно ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения» **ремонт** – это комплекс работ для поддержания и восстановления работоспособности, исправности и ресурса машин или их составных частей.

Ремонт включает операции обнаружения неисправности, ее диагностирования и локализации, устранения неисправности и последующего контроля функционирования машины или отремонтированной составной части.

По срокам проведения выделяют следующие **виды ремонты**:

- плановые, которые по объему выполняемых работ, трудоемкости и периодичности проведения подразделяются на капитальные, средние и текущие.

- неплановые (заявочные), к которым относят аварийные, нерегламентированные ремонты и ремонты по техническому состоянию.

*Капитальный ремонт* (КР) выполняется для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурса машины с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые (рамы машины, блока цилиндров, корпусов коробок передач, редукторов, станины станка и др.).

*Средний ремонт* (СР) выполняется для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса машины с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры. Чаще применяют к ремонту технологического оборудования (станков, стандов, устройств).

*Текущий ремонт* (ТР) выполняется в период использования техники (оборудования) для обеспечения или восстановления работоспособности машины и состоящий в замене или восстановлении отдельных легкодоступных его частей, проведении регулировочных работ.

*Аварийный ремонт* выполняется для восстановления работоспособности объекта машин и оборудования при их внезапных поломках, вызванных нарушением условий эксплуатации, перегрузками или другими причинами.

*Нерегламентированный ремонт* включает в себя дополнительные ремонтные работы, кроме предусмотренных регламентом операций, необходимые для восстановления работоспособности машины. Примером нерегламентированного ремонта может быть ремонт отдельных деталей или сборочных единиц, неисправность которых обнаруживается только при разборке машины.

*Ремонт по техническому состоянию* включает контроль технического состояния с определенной периодичностью, а затем объем ремонтных работ и момент начала ремонта определяются техническим состоянием объекта. Ремонт по техническому состоянию может быть плановым и неплановым.

**Методы ремонта** подразделяются на обезличенный, необезличенный и агрегатный.

При *обезличенном методе ремонта* не ставится задача сохранения принадлежности деталей данной сборочной единице, а сборочных единиц данной машине. Он применяется на специализированных ремонтных предприятиях с большой программой ремонта (ремонтные заводы, специализированные цеха, участки).

При ремонте обезличивают расходный материал (прокладки, уплотнительные манжеты и др.), а также детали, которые не подлежат восстановлению (исчерпавшие ремонтные размеры или остаточный ресурс).

*Агрегатный ремонт* – это разновидность обезличенного ремонта, при котором вышедшие из строя сборочные единицы (агрегаты) заменяются на исправные (новые или заранее отремонтированные).

При *необезличенном методе ремонта* максимально сохраняется принадлежность деталей данной машине или сборочной единице. Он применяется при текущем ремонте в мастерских сельскохозяйственных предприятий.

Не обезличивают детали, которые обрабатываются совместно на заводе-изготовителе (блок цилиндров и крышки коренных подшипников коленчатого вала, шатуны и крышки шатунов и др.), прецизионные пары (форсунок, топливных насосов и др.), прошедшие совместную балансировку (коленчатый вал и маховик, ротор масляной центрифуги и др.). Кроме того, не обезличивают сопрягаемые детали, которые не проходят механическую обработку при ремонте (блок цилиндров и гильзы цилиндров, головка блока цилиндров и выпускной коллектор и др.).

На практике, как правило, используется *комбинированный метод ремонта*, при котором для одних составных частей и деталей используется обезличенный метод ремонта, а для других – необезличенный.

**Производственный процесс ремонта** – полный комплекс работ по восстановлению работоспособности машины, оборудования или сборочной единицы, выполняемой в определенной последовательности от момента поступления изделия на ремонтное предприятие до момента выхода из него.

Производственный процесс включает в себя ряд технологических процессов и вспомогательные работы.

**Технологический процесс** – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по последовательному изменению технического состояния объекта ремонта или его составных частей.

Технологический процесс ремонта машин (рис. 1.1) включает в себя приемку в ремонт, разборку, мойку деталей, дефектовку, восстановление деталей, комплектовка, сборку, обкатку и окраску.

**Вспомогательные работы** способствуют изменению состояния изделия. К ним относят транспортные и складские работы, ремонт оборудования и производственных помещений, обеспечение рабочих мест инструментом, технический контроль качества ремонта, энерго-, тепло- и водоснабжение помещений.

Для выполнения технологического процесса необходимо технологическое оборудование и оснастка.

*Технологическое оборудование* – орудия производства, на которых для выполнения части технологического процесса размещают детали или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическую оснастку. Примерами технологического оборудования являются металлорежущие станки, прессы, испытательные стенды и т. д.

*Технологическая оснастка* – средства технологического оснащения, дополняющие оборудование для выполнения части технологического процесса. К технологической оснастке относятся режущий инструмент (резцы, сверла, фрезы и т. д.), измерительный инструмент (штангенциркули, микрометры, индикаторы и т. д.), а также приспособления, предназначенные для закрепления заготовок (деталей) и инструмента при выполнении технологической операции (патроны, зажимы, люнеты и т. п.).

Технологический процесс состоит из технологических операций, которые, в свою очередь, делят на установки, позиции, переходы, проходы и приемы.

**Технологическая операция** – законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими при ремонте сборочной единицы или восстановлении детали одного наименования (обработка резанием, сварка, сборка и др.).

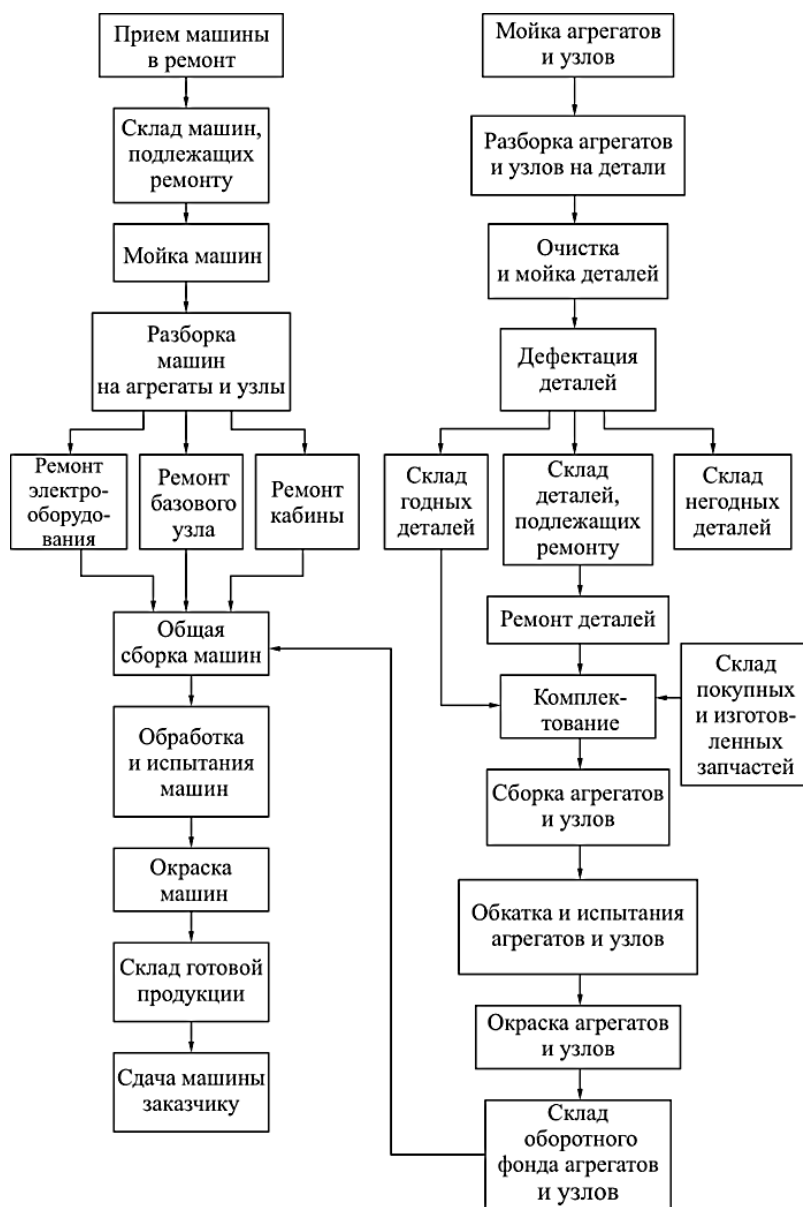


Рис. 1.1. Схема производственного процесса ремонта машин

*Установ* – это часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой детали, разбираемой или собираемой сборочной единицы. Например, напрессовка подшипника под прессом на один конец вала – первый установ, напрессовка подшипника под прессом на другой конец вала – второй.

*Позиция* – это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой деталью или сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования.

*Технологический переход* – законченная часть технологической операции, которую выполняют без смены инструмента, неизменности установки объекта ремонта, обрабатываемой поверхности (поверхностей) и режима работы оборудования. Изменение любого из перечисленных элементов определяет новый переход. Технологический переход состоит из *проходов* – действий, связанных со снятием одного слоя металла при неизменности инструмента, поверхностей обработки и режима работы станка. Так, на токарном станке проходом называется непрерывное снятие резцом одного слоя металла.

*Прием* – совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением, например постановка и снятие детали, пуск станка или оборудования, переключение скоростей и т. п. Понятие «прием» используют при техническом нормировании.

Подготовка машины к сдаче в ремонт включает в себя промывку системы охлаждения и наружную очистку машины.

После очистки машину или агрегат необходимо продиагностировать. Предремонтное диагностирование направлено для определения возможности дальнейшего использования машины или вида и содержания ремонта.

Диагноостированием уточняют объем ремонта, выявляют неисправности, поломки, износы, деформации и смещения, а также старение резиновых, тканевых материалов, проверяют функционирование систем двигателя.

По полученным результатам дают рекомендации о необходимости регулирования механизмов, замены и ремонта ее отдельных составных частей.

При сдаче в ремонт машина должна быть комплектной. Вместе с трактором, автомобилем и комбайном сдают заполненный паспорт, а также документы с информацией о техническом состоянии и наработке машины.

Приемщик составляет заключение о техническом состоянии машины в результате наружного осмотра и диагностирования, после чего составляется приемо-сдаточный акт в двух экземплярах, один из которых остается на ремонтном предприятии, другой остается у заказчика. В акте указывается техническое состояние и комплектность машин (агрегатов), вид ремонта, дополнительные требования заказчика, а также срок исполнения заказа.

## **2.2 Очистка ремонтируемых машин, их узлов и деталей**

В системе охлаждения образуются два вида загрязнений: накипь и продукты коррозии, которые удаляются кислотами, а также продукты разложения антифриза, которые удаляются щелочами.

Для очистки системы охлаждения выпускаются промывочные жидкости, которые можно разделить на четыре класса: кислотные, щелочные, двухкомпонентные и нейтральные.

Двухкомпонентная промывочная жидкость, например LAVR Radiator Flush, применяется для удаления стойких загрязнений, накипи, продуктов коррозии, остатков тосола и антифриза. Первый компонент содержит органические и неорганические кислоты и пеногаситель, а второй компонент – поверхностно-активные вещества (ПАВ) и регуляторы pH. Двухкомпонентные промывочные жидкости применяют в два приема: сначала систему промывают первым компонентом, затем – вторым.

Нейтральные промывочные жидкости основаны на системе катализаторов, и имеют нейтральный pH. Например, промывочная жидкость Liqui Moly Kuhler Reiniger, в качестве

активного вещества содержит органические белковые соединения энзимы, которые устраняют остатки масла на стенках деталей и эмульсионные загрязнения.

Для очистки системы охлаждения от продуктов износа, отложений и остатков старого антифриза она заполняется промывочной жидкостью. Двигатель запускают и дают ему поработать на холостом ходу 15–20 минут. После остывания двигателя промывочную жидкость сливают. Процедуру повторяют до тех пор, пока промывочная жидкость не станет прозрачной. После использования промывочного средства, систему нужно промыть чистой водой не менее пяти раз и заполнить новым антифризом. Если этого не сделать, то остатки средства могут стать причиной образования коррозии в радиаторе.

Для того, чтобы исключить накопление загрязнений в системе охлаждения, в процессе эксплуатации машины рекомендуется промывать ее при замене охлаждающей жидкости, например через 2000 часов наработки для тракторов «Беларус». Это необходимо делать, потому что в системе охлаждения появляется осадок из-за разложения модификаторов и присадок, входящих в состав антифриза, может накапливаться грязь и ржавчина, уменьшающая эффективность циркулирования антифриза в системе и ухудшающая охлаждение двигателя.

**Наружную очистку машины** выполняют не только перед отправкой или постановкой машины на ремонт, но и перед проведением технического обслуживания или постановкой на хранение.

Дорожные загрязнения отмывают водяной струей при давлении 1,6...2,5 МПа и температуре 70...90°C без моющих средств.

Если машины загрязнены маслом и дорожной пылью, то их очищают пароводяной струей при давлении 0,8...1,2 МПа и температуре до 150°C без добавления моющих средств или при температуре 60...90°C с добавлением моющих средств МЛ-51 (с концентрацией рабочего раствора 10...20 г/л), Лабомид-102 (10...15 г/л), МС-37 или ТЕМП-100Д (5...10 г/л) и др.

Для струйной очистки машин имеется широкий выбор моечных аппаратов фирм WiederKraft, Kärcher, Lavor (рис. 1.1) и др. Бензиновая мойка высокого давления Lavor Pro Thermic 11 Н (рис. 1.1, в) имеет привод от двигателя внутреннего сгорания и может применяться в полевых условиях или на полщадках для хранения машин.



Рис. 1.1. Моечные аппараты высокого давления: а – WiederKraft HD 10/21-4 S, б – Kärcher HD 10/21-4 S; в – Lavor Pro Thermic 11 HF

Эффективность применения мойки высокого давления усиливается применением дополнительных насадок различным диаметром струи и площади мойки, щеток, грязевых фрез.

**Очистка ремонтируемых машин, их узлов и деталей.** Из-за контакта с почвой, растениями, топливосмазочными материалами, удобрениями и влияния других факторов поверхности машин загрязняются. Загрязнения уменьшают устойчивость защитно-декоративных покрытий, повышают скорость коррозионных процессов, снижают уровень культуры технического обслуживания и ремонта машин и служат одной из причин, приводящих к понижению надежности машин и агрегатов. Так при некачественной очистке деталей в процессе сборки двигателя его послеремонтный ресурс снижается на 20...30%.

Загрязнения различаются по природе образования, условиям формирования и прочности сцепления с поверхностью детали (адгезии).

По природе образования загрязнения деталей машин бывают технологические и эксплуатационные. Технологические загрязнения появляются при изготовлении, обслуживании и ремонте машин и их узлов – стружка, шлак сварочных швов и др. Эксплуатационные загрязнения возникают в процессе эксплуатации машин – дорожно-почвенные отложения, продукты коррозии, накипь, нагар, масляно-грязевые отложения, остатки удобрений, ядохимикатов и др.

Обычно в условиях эксплуатации поверхности машин загрязнены не одним видом, а комплексами разнообразных загрязнений. Механические свойства загрязнений изменяются в широких пределах: от свойств вязких веществ (масел), вязкопластичных (смазок), в том числе мазеобразных (осадков), до свойств тел, обладающих пылеватой структурой (частицы почвы, атмосферная пыль) и твердых прочных образований (накипь, нагары и др.).

Характер загрязнений наружных поверхностей сельскохозяйственной техники зависит от условий эксплуатации и вида выполняемых работ. В атмосферном воздухе всегда содержится определенное количество пыли, которая в процессе эксплуатации техники и оборудования осаждается на их наружных и внутренних поверхностях.

Присутствие в составе атмосферной пыли маслянистых загрязнений и остатков топливно-смазочных материалов придают пластичность, усиливают сцепление почвенных частиц и атмосферной пыли с поверхностью деталей и усложняют процесс очистки.

Асфальтосмолистые отложения представляют собой мазеподобные сгустки, которые образуются в результате старения масла и откладываются в поддонах картеров, на коленчатых валах, в фильтрах, маслопроводах.

Лаковые отложения образуются в виде пленки на деталях (коленчатые валы, поршни, шатуны, внутренние поверхности картера) при температуре до 150 °С.

Нагары откладываются в виде твердых углеродистых веществ, на горячих (более 150 °С) деталях двигателей (стенки камеры сгорания, клапаны, свечи, днище поршня, выпускной трубопровод, распылители форсунок).

По связи загрязнений с очищаемой поверхностью их можно разделить на три основные группы, которые различаются физико-химическими и механическими свойствами, а также трудностью удаления.

- слабосвязанные загрязнения без примесей органических веществ представляют собой смесь хаотичных по ориентации и размерам частиц почвы, дорожной, атмосферной пыли с малым содержанием органических веществ (до 5...6%), удерживаемых на поверхности только за счет молекулярных и электростатических сил.

- слабо связанные загрязнения с примесью органических веществ до 35 % представляют собой остатки топливно-смазочных материалов, осадки смолистых отложений, которые удерживаются на поверхности не только за счет молекулярных и электростатических сил, но и за счет частичного поглощения загрязнений твердой поверхностью.

- прочно (глубинно) связанные загрязнения содержат в составе цементирующие и прочно склеивающие вещества – лаки, полимеризованные смолистые отложения, нагар, краску, продукты коррозии, окалину, накипь и др.

Степень адгезии загрязнений к поверхности детали влияет на сложность их удаления. Например, загрязнения первой группы легко удаляются при небольшом давлении струи воды (до 0,5...0,8 МПа), для загрязнений II группы величина давления возрастает до 1,5... 2 МПа, а удаление загрязнений III группы требует давления струи воды при струйной очистке от 3 до 26 МПа.

В реальных условиях может быть сочетание нескольких видов загрязнений в различных соотношениях и последовательности.

Можно отметить два направления решения проблемы повышения качества очистки (мойки) деталей, агрегатов, машин:

- предупреждение образования загрязнений или уменьшение их адгезии к металлической поверхности за счет введения присадок в топливо и масла, нанесения антиадгезионных покрытий, повышения уровня технического обслуживания машин;
- разработка и внедрение в производство эффективных моющих средств и способов очистки (мойки) машин, агрегатов и деталей.

Первое направление является профилактическим и реализуется при эксплуатации техники.

Второе направление обеспечивает очистку машин при техническом обслуживании и ремонте и связано с разнообразием и неоднородностью состава и свойств загрязнений.

Качество технического обслуживания и ремонта машин во многом зависит технического уровня процессов очистки. Качественная очистка деталей, узлов и агрегатов при ремонте позволяет обеспечить чистоту на рабочих местах ремонтного и культуру производства, повысить качество дефектации деталей, производительность труда на 20...30 % и ресурс отремонтированных агрегатов и машин на 20...36 %.

**Характеристика моющих средств.** При ремонте машин с поверхностями деталей и узлов приходится удалять масла и смазки, пыль и растительные остатки, смолы, коксы, нагары, асфальтосмолистые отложения и продукты коррозии, накипь и лакокрасочные покрытия, отложения ядохимикатов. Многообразие загрязнений требует применения различных способов и средств для их удаления.

Различают следующие разновидности моющих средств:

- органические растворители – бензин, керосин, ксилол, бензол и их смеси;
- щелочные растворы – водные растворы щелочей;
- кислотные растворы – водные растворы неорганических и органических кислот;
- синтетические моющие средства (СМС);
- растворяюще-эмульгирующие средства (РЭС).

**Органические растворители** представляют собой углеводороды (ацетон, бензин, керосин, бензол, ксилол и др.) или их смеси (например, Р-40, растворитель 646 и др.) хорошо растворяют вещества полученные переработкой нефти – масла, битумы и др.

Для очистки детали погружаются в растворитель на 3...4 часа, после чего размягченные загрязнения соскабливают и промывают в слабом растворе щелочей (0,2%).

Для удаления старых лакокрасочных покрытий используются органические смывки на основе метилхлорида (СП-6, СП-7, СПС, БЭМ-2) тулуола и ацетона (АФТ-1) и др. с добавлением парафина.

Недостатком органических растворителей является их низкая производительность и горючесть.

**Щелочные составы** (Профис, Деталан, Мотор Клинер, ULTRA-M, и др.) применяются для удаления маслянистых и комплексных загрязнений: моторные, трансмиссионные масла, смазочные материалы на нефтяной основе, эксплуатационные загрязнения органического характера (масло-грязевые, нефтепродукты, пыль, сажа, копоть).

Они содержат в качестве основного активного компонента растворы щелочей и щелочных солей, например, едкий натр (NaOH), едкий калий (KOH), кальцинированная сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), метасиликат натрия («жидкое стекло») и др.

Для очистки деталей, в зависимости от моющего средства, применяются моющие растворы с концентрацией от 0,3 % до 10 % при температуре от 20 до 80 °С и экспозиции (времени воздействия) от 2 до 20 минут. Для повышения эффективности очистки в состав раствора добавляются поверхностно-активные вещества и ингибиторы коррозии.

Составы, состоящие из едкого натра (7...10 %) и кальцинированной соды (3...10 %), используются для удаления старых лакокрасочных покрытий.

Щелочные составы имеют невысокую стоимость, а также обладают физической и химической стабильностью.

Однако моющие средства на основе щелочи не рекомендуется использовать для очистки деталей из алюминия других цветных металлов, так как они вызывают коррозию и повреждение поверхностей цветных металлов. Для очистки поверхностей из цветных металлов и сплавов могут использоваться щелочные составы на основе метасиликата натрия и других солей натрия. Применять их стоит в полном соответствии с инструкцией, соблюдая все предписания.

Кроме того, щелочные моющие средства могут вызывать раздражение или ожоги на коже. При работе со щелочными моющими средствами необходимо соблюдать меры предосторожности – рекомендуется использовать перчатки и очки, а при работе с сильнощелочными средствами еще и респиратор.

**Кислотные моющие средства** изготавливают на основе смеси неорганических или органических кислот (азотной, ортофосфорной, соляной, плавиковой и др.). Ортофосфорная кислота применяется для удаления продуктов коррозии, так как она вступает в реакцию с окислами железа, образуя плотную защитную пленку.

По уровню концентрации кислоты они бывают:

- низкокислотные – используются для обезжиривания поверхностей и нейтрализации щелочных растворов при полной чистке машин и механизмов;
- среднекислотные – применяются для удаления ржавчины и известковых отложений;
- сильнокислотные – служат для очистки промышленного оборудования от тяжелых минеральных отложений. Как правило, они содержат добавки для снижения негативного воздействия на обрабатываемую поверхность и требуют досконального следования инструкции, особенно касаясь времени экспозиции рабочего раствора.

Для очистки деталей, в зависимости от моющего средства, применяются моющие растворы с 1...5 %-ной концентрацией при температуре от 20 до 80 °С. Рабочие растворы наносят методами орошения, протирания, замачивания, смывают через 5...15 минут.

Кислотные моющие средства также могут вызывать раздражение или ожоги на коже, поэтому при работе с ними необходимо использовать перчатки и очки.

**Синтетические моющие средства** (СМС) – это многокомпонентные составы, содержащие минеральные соли, поверхностно-активные вещества и другие добавки.

Основой моющего действия СМС являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Молекула ПАВ состоит из двух частей: легкой – гидрофобной (водоотталкивающей), обеспечивающей растворение ПАВ в масле, и тяжелой – гидрофильной, способствующей растворению ПАВ в воде.

Молекулы поверхностно-активных веществ обладают способностью ориентироваться в воде определенным образом. Легкая гидрофильная часть молекулы ПАВ погружается в воду (рис. 1.6), а тяжелая гидрофобная часть молекулы обращается к воздуху или к другой среде (поверхность загрязнения или детали). В результате такой ориентации концентрация молекул ПАВ на границе раздела сред может в десятки тысяч раз превышать их общую концентрацию в объеме раствора. Такую концентрацию молекул ПАВ называют адсорбцией.

Раствор ПАВ обладает хорошей смачиваемостью и проникает в тончайшие щели, трещинки загрязнения и раздробляет его до мельчайших частиц.

Концентрируясь на поверхности раздела фаз «вода-загрязнение», молекулы ПАВ образуют вокруг загрязнения оболочку (гидрофобный слой), которая ослабляет связь загрязнения с

поверхностью детали (рис.1.6, б) и способствуют отрыву частиц загрязнения, покрытых пленкой ПАВ, от поверхности детали.

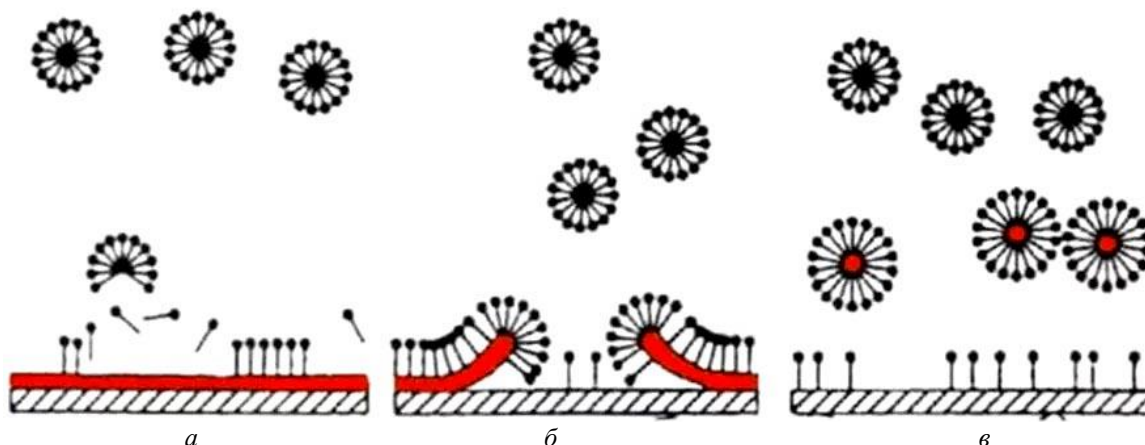


Рис. 1.6. Схема действия ПАВ: а – соединение ПАВ и загрязнения; б – отрыв загрязнения от поверхности детали; в – удержание частиц загрязнения в растворе

При механическом воздействии (вибрации, перемешивание) частицы загрязнения переходят в водный раствор (рис. 1.6, в) и удерживаются в нем, образуя эмульсию. Оболочка из молекул ПАВ стабилизирует загрязнения в моющем растворе и предупреждает повторное их осаждение на поверхность детали.

Нагрев моющего раствора с одновременным активным перемешиванием ускоряет процесс отрыва загрязнения от поверхности детали и переноса его в раствор.

Синтетические моющие средства выпускаются в виде порошков:

- для струйных машин: МС-6, МС-8, МС-15, МС-17, Темп-100Д, Лабомид 101 (102), применяемые в растворах с концентрацией 10...20 г/л при температуре 75...85 °С.

- для погружных машин: Лабомид-203, МС-18, Темп-100М, применяемые в растворах с концентрацией 20...30 г/л при температуре 70...90 °С.

Достоинством синтетических моющих средств является их хорошая растворимость в теплой (50...60 °С) воде, малая токсичность, они не вызывают ожогов кожи.

Недостатком синтетических моющих средств является то, что для очистки деталей они требуют нагрева до 70...90°С. Снижение температуры раствора до 60 °С снижает эффективность процесса очистки в 2 раза, а до 50 °С – в 4 раза.

Кроме того, нецелесообразно повышать концентрацию моющих средств более 30 г/л, поскольку это не повышает качества очистки поверхности, но затрудняет очистку загрязненных растворов.

**Растворяюще-эмульгирующие средства (РЭС)** применяют для удаления тяжелых асфальтомалянистых отложений при нормальных температурах. Все РЭС токсичны, поэтому их рекомендуется использовать в герметизированных машинах погружного типа с соблюдением особых мер безопасности, без активации раствора.

Примерами РЭС служат моющие средства АМ-15, состоящее из ксиллола (70...76 %), алиаринового масла (20...28 %) и ПАВ (оксиэтилированных спиртов), а также и Лабомид 315, состоящее из трихлорэтилен (60 %), ПАВ синтанола ДС-10 (10 %), активаторов и стабилизаторов.

Процесс очистки деталей в растворе АМ-15 предусматривает две последовательные операции: погружение и выдержку деталей в течение 30...60 минут в 100%-м и последующую доочистку водой или в 1 %-м растворе СМС при температуре 60...70 °С.

Для очистки Лабомидом 315 детали погружают и выдерживают в растворе в течение 2...3 часов при нормальной температуре, а затем ополаскивают детали водным раствором СМС с концентрацией 15...20 г/л.

Растворяюще-эмульгирующие средства способны быстро (10...30 мин) очищать сильно загрязненные детали при комнатных (15...25 °С) или умеренных (40...50 °С) температурах. Это обеспечивает им преимущества в сравнении с водными растворами щелочных СМС, так как последние требуют более высокого нагрева (70...90 °С), очистка происходит медленнее (в 2...10 раз), а иногда и менее качественно.

Однако растворяюще-эмульгирующие средства обладают токсичностью или пожароопасностью, поэтому для работы с ними необходимо использовать моечные машины, имеющие герметичную крышку и оборудованные местной вентиляцией.

**Способы очистки и применяемое оборудование.** Качественная очистка объектов ремонта достигается сочетанием физико-химический фактора воздействия на удаляемые загрязнения, зависящего от применяемых моющих растворов, с механическим фактором (струи высокого давления, вибрации).

Механический фактор определяется конструкцией моечных машин и установок, которые бывают трех типов: струйные, погружные и комбинированные.

*При струйной очистке* механический фактор проявляется как удар струи на удаляемые загрязнения, что приводит к их разрушению и размыву.

*При погружной очистке* фактором механического воздействия на загрязнения является механическое воздействие щеток, перемешивание раствора, вибрация ремонтируемых объектов или моющей жидкости.

Очистка деталей с использованием растворов сопровождается накоплением удаляемых загрязнений. При этом раствор постепенно теряет свое моющее действие. Отработанные моющие растворы подлежат регенерации.

Для струйной очистки ремонтируемых деталей, как и для наружной очистки машин, применяются мойки высокого давления (рис. 1.7), обеспечивающие давление 8...10 МПа.



Рис. 1.7. Струйная очистка деталей при ремонте

Для погружной очистки деталей применяются ручные мойки и моечные машины корзиночного, тунельного и шнекового типа.

Для ручной очистки деталей применяются аппараты открытого (рис. 1.8, а) и закрытого (рис. 1.8, б) типа. *Ручная мойка закрытого типа* имеет закрытый корпус со смотровым окошком, подсветкой рабочей зоны и системой подачи раствора с педальным управлением. Мойка закрытого типа позволяет применять более агрессивные растворы и более высокое давление струи – до 9...10 бар. Постоянную температуру жидкости поддерживает встроенный в аппарат нагреватель.

Деталь помещается в моечную ванну и очищается под краном или с помощью кисти, омываемой очищающей жидкостью. Для продувки деталей от остатков раствора и воды используется пистолет с сжатым воздухом, который подключается к компрессору. Очистка изделий в ручном режиме позволяет максимально качественно обработать поверхности со сложной геометрией и глухие отверстия.

Для очистки деталей в *моечных машинах корзиночного типа с откидной крышкой* (рис. 1.8, в) оператор загружает их в корзину, устанавливает необходимую температуру и

продолжительность цикла мойки. Корзина, вращаясь внутри моечной камеры, поворачивает детали разными сторонами перед блоком рампы с форсунками. Струи моющего раствора подаются с трех сторон сверху, сбоку и снизу на детали, обеспечивая их очистку.

*Моечная машина с закатной платформой* (рис. 1.8, *г*) используется для очистки крупногабаритных узлов с большим весом. Установка оснащена движущимися вокруг неподвижной детали коллекторами, позволяющими очищать большие и тяжелые агрегаты за счет увеличенной грузоподъемности.

*Моечная машина туннельного типа* (рис. 1.8, *д*) применяется для очистки больших партий деталей. В ней транспортер с деталями перемещается сквозь моечную камеру и детали последовательно проходят все стадии обработки. Перед зонами загрузки и выгрузки установлены воздушные завесы, предотвращающие выход пара и капель раствора из моечной камеры.



Рис. 1.8. Моечные машины: а, б – ручная мойка; в – корзиночного типа с откидной крышкой; г – с закатной платформой; д – туннельного типа

*Шнековые моечные машины* применяются для очистки больших партий мелких деталей (болты, гайки и др.). Детали подаются в барабан через приемный лоток. В барабане, за счет вращению винта, весь объем деталей распределяется равномерным слоем и проходит через все стадии очистки.

**Ультразвуковая очистка деталей** заключается в том, что в моющем растворе с помощью ультразвуковых генераторов вызываются звуковые колебания большой частоты – 30...40 кГц (тысяч колебаний в секунду).

Под действием этих колебаний в жидкости образуются области сжатия и разряжения, распространяющиеся по направлению ультразвуковых волн. При интенсивности ультразвуковых колебаний порядка 4...5 Вт/см<sup>2</sup> возникают кавитационные явления, связанные с захлопыванием воздушных пузырьков. Из-за кавитации несколько тысяч раз за секунду происходят гидравлические удары, способные создать местное давление выше 10 МПа. Этот эффект способствует тщательному, но при этом мягкому очищению изделий от грязи.

Под действием гидравлических ударов трудноудаляемые загрязнения (накипь, кокс, смола, нагар и др.) разрушаются, отделяются от поверхности детали и переходят в моющий раствор, превращаясь в эмульсию.

Кроме кавитации, в процессах очистки большую роль играют акустические течения, которые образуют вихревые гидродинамические потоки, способствующие растворению и перемещению компонентов в жидкой среде.

Очистку деталей в ультразвуковой ванне можно выполнять при комнатной температуре или при температуре 60...70 °С в водных растворах СМС (Темп-100А, Темп-100Д, Лобомид 203, МС-15, МС-17 и др. Ультразвуковые моечные машины отличаются высокой скоростью очистки деталей (1...4 минуты).

**Пескоструйная очистка** заключается в обдувке загрязненных поверхностей сухим абразивом: песком (речным или кварцевым), дробью (стальной или чугунной), электрокорундом, стеклянными шариками и др. Она является эффективным способом удаления продуктов коррозии, накипи, старых лакокрасочных покрытий.

Кроме того, пескоструйная обработка применяется для подготовки металлической поверхности к окраске, металлизации или нанесения гальванических покрытий. Так как при пескоструйной обработке поверхность не только очищается, но и приобретает равномерную шероховатость, способствующую лучшему сцеплению с лакокрасочными материалами или частичками металла.

Для пескоструйной обработки используется песок размером фракций от 0,2 до 2,0 мм, давление и скорость подачи песка выбирают в зависимости от материала детали: для стальных 0,4...0,7 МПа, для алюминиевых сплавов – 0,15...0,2 МПа. Расход песка составляет 3,5...20 м<sup>3</sup>/мин, в зависимости от пескоструйного аппарата и диаметра струйного сопла.

Чем больше масса частичек песка, их скорость и содержание в струе воздуха, тем интенсивнее очищается поверхность и тем выше производительность пескоструйной установки.

Просушенный и просеянный песок засыпают в бак пескоструйного аппарата 2 через загрузочное устройство. Через кран 3 песок поступает в смеситель 4, где подхватывается струей сжатого воздуха, подаваемого от компрессора 1, и по шлангу 5 через рабочую головку 6 направляется на очищаемую поверхность.

Компрессор должен быть установлен как можно ближе к пескоструйному аппарату, но при этом оставаться вне зоны возникающей около пескоструйного аппарата песчаной пыли.

Существует три типа пескоструйных аппаратов:

1. Инжекторные, в которых сжатый воздух и порошок абразива поступает в пистолет через разные шланги, а пистолет оснащен двумя соплами (для воздуха и для абразива). Они имеют низкую производительность и применяются на легких работах по очистке небольших деталей и тонких материалов, а также для удаления остатков краски.

2. Напорного типа, в которых сжатый воздух и порошок абразива поступают в пистолет по одному и тому же рукаву. Они имеют высокую производительность и широко используются для очистки больших площадей или труднообрабатываемых поверхностей. Однако для их работы требуется компрессор большой мощности.

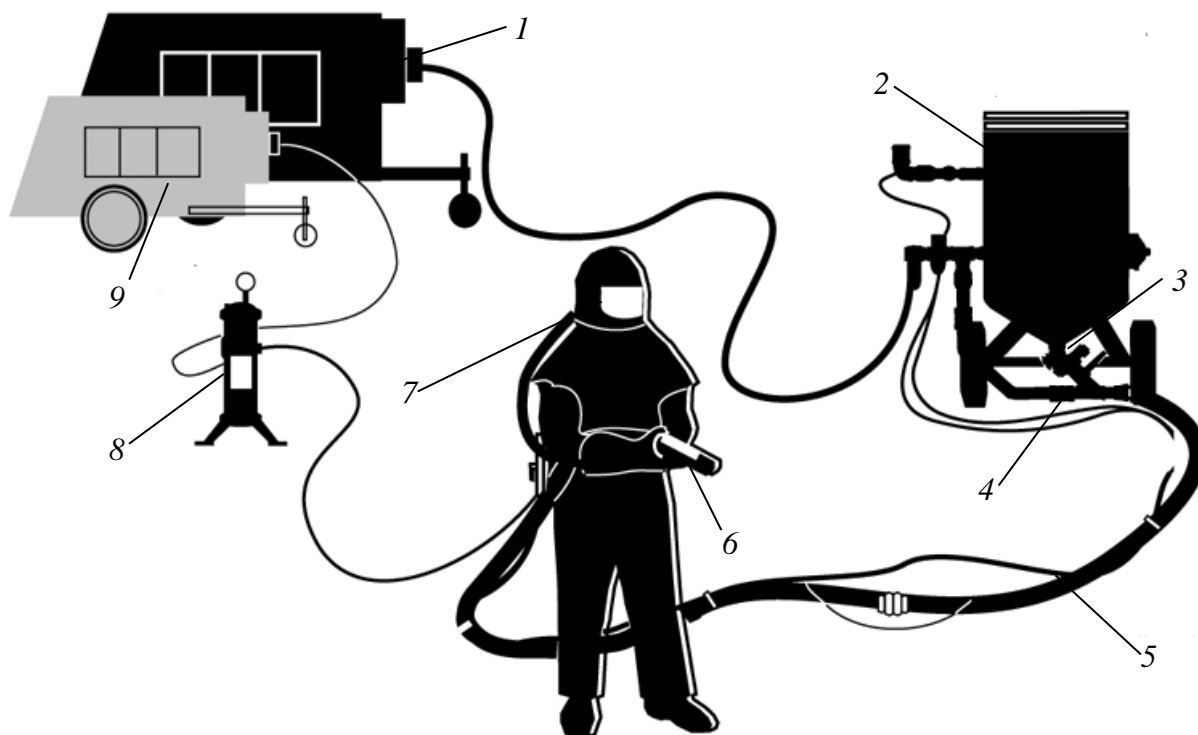


Рис. 1.9. Схема процесса пескоструйной обработки: 1, 9 – компрессор; 2 – пескоструйный аппарат; 3 – кран; 4 – смеситель; 5 – шланг; 6 – рабочая головка; 7 – защитный костюм; 8 – фильтр

3. Вакуумные беспылевые аппараты отличаются от напорных наличием дополнительного вакуумного блока, который во время работы аппарата всасывает абразивный материал сразу после его удара об очищаемую поверхность и повторно подает его в бак пескоструйного аппарата. При этом в окружающее место работы пространство не выбрасывается пыль и остатки абразива. Они имеют низкую производительность и высокую цену, поэтому редко применяются на производстве.

Недостатком пескоструйной очистки является то, что она представляет огромный риск для здоровья работников. Пыль, образующаяся во время работ, представляет опасность для здоровья работников, находящихся в рабочей зоне, и может привести к серьезному профессиональному заболеванию (силикозу). Оператору необходимо защищать органы дыхания, слуха, глаза, кожу. В качестве средств индивидуальной защиты необходимо применять соответствующую обувь, специальный костюм абразивоструйщика 7, кожаные рукавицы и пескоструйный шлем с принудительной подачей чистого воздуха. Чтобы предотвратить попадание загрязненного воздуха в органы дыхания необходимо обеспечить работника чистым воздухом, пригодным для дыхания, для этого используют дополнительный компрессор 9 и фильтр 8.

Абразивные частицы разгоняются до скорости более 650 км/час, и при неправильном обращении, могут нанести травму рабочему персоналу. Кроме того, работы по струйной очистке достаточно шумный процесс, что представляет опасность для органов слуха работников (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел).

Для пескоструйной обработки небольших деталей применяются стационарные камеры (рис. 1.10). Закрытая конструкция камеры предотвращает выход пыли и абразивов за пределы кабины, обеспечивая безопасные условия для рабочего и окружающей среды. Эксплуатация камеры более экономична, в ней можно собирать отработанный порошок для дальнейшего использования.



Рис. 1.10 Установка для пескоструйной очистки деталей

**Очистка косточковой крошкой** отличается от пескоструйной тем, что песок в этом процессе заменен мелкораздробленной скорлупой фруктовых косточек (слив, абрикосов и др.).

Преимущество этого способа перед пескоструйной очисткой в том, что косточковая крошка, обладая меньшей твердостью, не царапает поверхность очищаемых деталей, в том числе и деталей из алюминиевых сплавов.

## 2.3 Разборка, сборка и балансировка объектов ремонта

**Разборка машин и сборочных единиц.** Разборку необходимо выполнять в строгой последовательности, предусмотренной технической документацией. Для разборки машин разработаны технологические карты на разборку машин на агрегаты, сборочные единицы и детали. В них указаны порядок выполнения операций, применяемое оборудование, инструмент и технические требования на выполняемые работы.

При капитальном ремонте на специализированных ремонтных предприятиях машины разбирают на агрегаты и сборочные единицы, а агрегаты и сборочные единицы – на детали. Некоторые агрегаты и сборочные единицы разбирают непосредственно на месте общей разборки (на специализированных постах), а также после очистки на местах их ремонта и сборки (кабина, топливный бак, масляный и водяной радиаторы, топливная аппаратура, электрооборудование и др.).

Если технической документации нет, то сначала снимают детали, которые можно легко повредить (масляные и топливные трубки, шланги, рычаги, тяги и др.). Затем демонтируют отдельные агрегаты в сборе, которые разбирают на других рабочих местах.

При снятии чугунных деталей, закрепленных большим числом болтов (например, головка блока цилиндров), чтобы исключить появление трещин сначала отпускают на пол-оборота все болты или гайки и только после этого их полностью вывертывают.

Заржавевшие резьбовые соединения перед отвертыванием отмачивают смазочно-очистительными составами («жидким ключом»), такими как WD-40, Moyola MKS400, A9640 AXIOM, Technische Trumpf и др. Основными компонентами «жидких ключей» являются растворитель (уайт-спирит) и минеральное масло, а также дисульфид молибдена, инертные ингредиенты и др. Для отмачивания заржавевших соединений можно также использовать керосин, бензин, растворители.

После разборки крепежные детали (болты, гайки, стопорные и пружинные шайбы) укладывают в сетчатые корзины для последующей промывки. Не рекомендуется применять зубило и молоток для отвертывания болтов и гаек, так как это повреждает их и приводит к невоз-

возможности дальнейшего использования. Фасонные гайки и штуцера необходимо отвертывать только специальными ключами.

Запрессованные детали снимают под прессом или с помощью съемников и приспособлений. В отдельных случаях штифты, втулки и оси можно выпрессовывать специальными выколотками с медными наконечниками и молотками с медными или капролоновыми бойками. Если возможно, следует выпрессовывать детали в той же последовательности, в которой они запрессовывались.

При выпрессовке подшипника из корпуса усилие прикладывают к наружному кольцу, а с вала – к внутреннему. При выпрессовке подшипников запрещается использовать ударный инструмент.

Снятые детали укладывают на стеллажи и приспособления для транспортировки их в моечные машины так, чтобы не повредить рабочие поверхности.

При разборке нельзя разуккомплектовывать детали, которые при изготовлении обрабатывались в сборе (блок цилиндров и крышки коренных подшипников коленчатого вала, шатуны и крышки шатунов и др.) и прецизионные пары (форсунок, топливных насосов и др.). Кроме того, запрещается обезличивать детали с совместной балансировкой (коленчатый вал и маховик, ротор масляной центрифуги и др.), а также приработанные пары деталей годные для дальнейшей работы (конические шестерни главной передачи, шестерни масляных насосов, распределительные шестерни и др.).

Детали, не подлежащие обезличиванию, метят, связывают проволокой или соединяют болтами и укладывают в отдельные корзины или сохраняют их комплектность другими способами.

Отдельные неподвижные соединения разбирают только по результатам их дефектации. Например, втулки клапанов, распределительных валов и другие детали могут быть расточены под увеличенный размер на месте без выпрессовки.

**Оборудование и инструмент для разборки машин.** Для разборки машин, а также их узлов и агрегатов применяют специальные стеллажи, прессы, гайковерты, ключи, съемники и различные приспособления.

Стеллажи обеспечивают удобство и безопасность выполнения работ, минимальные затраты времени на установку и снятие агрегата, а также возможность поворота агрегата в требуемое для разборки положение. При этом должны быть предусмотрены стопорные устройства, исключающие самопроизвольный поворот агрегата.

Универсальные стеллажи предназначены для установки на них однотипных агрегатов машин различных моделей или разнотипных агрегатов одной модели. Специализированные стеллажи применяются для разборки однотипных агрегатов машин определенных моделей на специализированных ремонтных предприятиях с большой программой.

Стеллажи применяются как для разборки крупногабаритных агрегатов, таких как двигатель (рис. 1.2, а), коробка перемены передач, гидроцилиндры (рис. 1.2, б), так и небольших агрегатов, таких как топливный насос (рис. 1.2, в) или форсунка (рис. 1.2, г).



Рис. 1.2. Стеллажи для разборки и сборки двигателей (а), гидроцилиндров (б), топливных насосов (в), топливных форсунок (г)

Демонтаж деталей посаженных с натягом (шкивов, шестерен, зубчатых колес, подшипников и др.) требует значительных усилий. Кроме того, существует риск их повреждения. Для

облегчения разборки соединений с натягом применяются съемники, которые позволяют надежно захватить, зафиксировать деталь и демонтировать ее без лишних усилий и с минимальным риском повреждения, демонтировать. Существует широкий типоразмерный ряд съемников.

Съемники с захватами скользящего типа (рис. 1.3, *а*) изготавливают с двумя захватами. Захваты могут перемещаться вдоль одной общей рамы, в зависимости от диаметра демонтируемой детали. В центре рамы вкручивается упорный силовой винт. Захваты цепляют за деталь, а конец силового винта упирают в торец вала. Далее, заворачивая силовой винт, создают усилие, позволяющее спрессовать деталь. Съемники такого типа, как правило, имеют более массивные захваты и позволяют передавать большое тяговое усилие.



Рис. 1.3. Съемники: *а* – с захватами скользящего типа; *б* – с сепаратором; *в* – с поворотными захватами; *г* – с самоцентрирующимися захватами; *д, е* – гидравлические; *ж, з* – с обратным молотком; *и* – для демонтажа пружин

Многие съемники с захватами скользящего типа комплектуются сепаратором в виде двух сегментов (рис. 1.3, *б*), которые заостренными кромками подводят под снимаемую деталь. Половинки сепаратора сводятся при помощи болтов для надежного захвата детали. Такие съемники применяются для демонтажа подшипников, шестерен, шкивов, обойм и т.п. когда применение съемников с захватом лапами невозможно. Они позволяют демонтировать тонкостенные и плотно посаженные детали, исключая их перекося.

В съемниках с поворотными захватами (рис. 1.3, *в*) захваты крепятся при помощи шарнирных поворотных соединений. Шарнирные соединения имеют разборную конструкцию и обеспечивают от 2 до 4 ступеней регулировки высоты захватов. Недостатком таких съемников является сложность фиксации захватов на детали из-за их подвижности на шарнирах.

Для центрирования захватов (рис. 1.3, *г*) применяют механизм центрирования в виде конической гайки, при перемещении которой лапки захватов сдвигаются или раздвигаются в зависимости от направления ее хода. Съемники этого типа удобно подсоединять к детали, т.к. захваты не нужно удерживать, пока не появится натяг от проворачивания силового винта.

По типу привода съемники бывают механические (винтовые) и гидравлические.

Съемники механического типа (рис. 1.3, *а-г*) работают за счет вкручивания силового винта, который упирается в вал. Для вкручивания упорного винта используется ключ или ры-

чаянная рукоятка, встроенная в головку силового винта. Механические съемники являются простыми, надежными и долговечными, но имеют низкую производительность и требуют больших усилий на спрессовку детали.

В съемниках гидравлического типа (рис. 1.3, *д, е*) вместо силового винта встроен рабочий цилиндр, давление на который создается жидкостью с помощью гидравлического насоса. Насос может располагаться непосредственно на рабочем цилиндре или быть выносным и соединяться с цилиндром при помощи шланга высокого давления. Применение выносного насоса позволяет разместить его за пределами рабочей зоны и тем самым уменьшить габариты рабочей части съемника, что позволяет использовать съемник в труднодоступных местах. Гидравлические съемники способны развивать значительно большее усилие чем механические.

Съемники с обратным молотком (рис. 1.3, *ж, з*) имеют адаптер-захват в центральное отверстие которого вкручивается рукоятка с обратным молотком. Адаптер-захват присоединяют к детали и демонтируют за счет инерции ударов обратного молотка по рукоятке. Применяются такие съемники в случае невозможности выполнить упор центральным силовым винтом, а также в качестве специальных – для демонтажа форсунок, ШРУСов и др.

Для разборки узлов с пружинами, например, подвески автомобиля, применяются съемники в виде стяжки (рис. 1.3, *и*).

Более половины всех соединений составляют резьбовые. При разборке резьбовых соединений используют ручной инструмент – гаечные ключи различных конструкций (рожковые, торцовые, трещоточные), а также механизированный инструмент (гайковерты). Гайковерты имеют, как правило, регулятор крутящего момента и механизм выбора направления вращения (по часовой стрелке или против часовой стрелки). При использовании гайковертов повышается производительность, а также улучшаются качество и условия работы.

По виду привода гайковерты (рис. 1.4) бывают электрические (сетевые и аккумуляторные), пневматические и гидравлические.

*Электрические гайковерты* (рис. 1.4, *а, б*) имеют широкий диапазон мощностей, незначительное отклонение от заданного крутящего момента и низкий уровень шума. Крутящий момент электрических гайковертов колеблется в диапазоне от 40 до 6000 Н·м. Достоинством аккумуляторных гайковертов является их автономность, однако их максимальный крутящий момент не превышает 500 Н·м.

*Пневматические гайковерты* (рис. 1.4, *в, д*) легче электрических с аналогичным крутящим моментом, обладают большим крутящим моментом и производительностью. Однако они требуют наличия компрессора или пневмосистемы для подачи воздуха под давлением и имеют более высокий уровень шума.

*Гидравлические гайковерты* (рис. 1.4, *з, э*) имеют момент наибольший крутящий из всех типов гайковертов – от 200 до 65000 Н·м, но требуют наличия гидростанции для подачи в гайковерт масла под давлением. Кроме того, присоединений гайковерта к гидростанции выполняется двумя гидролиниями, что снижает удобство их применения. Поэтому гидравлические гайковерты применяются для разборки резьбовых соединений, требующих высоких крутящих моментов. Гидравлические гайковерты делятся на торцевые – прямого типа (рис. 1.4, *з*) и кассетные (рис. 1.4, *э*).

В зависимости от положения шпинделя гайковерты бывают прямые и угловые. В гайковертах прямого типа (рис. 1.4, *а–д*) двигатель, редуктор, шпиндель и головка находятся на одной оси. Такие гайковерты проще по конструкции, надежнее в эксплуатации и обеспечивают больший момент затяжки – в зависимости от конструкции до 4500 Н·м. Разновидностью прямых гайковертов являются гайковерты пистолетного типа (рис. 1.4, *а–в*).



Рис. 1.4. Гайковерты: а, б, в – пистолетного типа; з, д – прямого типа; е – угловой; ж – трещоточный; з – кассетный; и – подкатной; к, л – мультипликатор

В угловых гайковертах крутящий момент передается под прямым углом к оси двигателя. Они более компактны, что позволяет работать в ограниченном пространстве (рис. 1.4, е), и удобны в использовании, но их крутящий момент ниже, чем у прямых моделей (100...120 Н·м).

В трещоточных гайковертах (рис. 1.4, ж) крутящий момент на хвостовик передается с помощью храпового механизма. Они имеют компактные размеры, но имеют низкий крутящий момент: до 100 Н·м у электрических моделей и до 200...250 Н·м – у гидравлических.

Мощные гайковерты, имеющие большую массу, которые применяются, например, для откручивания колес грузовых автомобилей и др. устанавливаются на тележку – подкатные (рис. 1.4, и) или подвешиваются к укосине с балансирной подвеской – подвесные.

Для повышения крутящего момента и снижения требуемого усилия при отворачивании резьбовых соединений применяются мультипликаторы, в которых крутящий момент увеличивается за счет применения планетарного редуктора с передаточным отношением от 1/4 до 1/67 и обеспечивающие выходной крутящий момент от 800 до 20000 Н·м. Передаточное отношение планетарного показывает во сколько раз увеличивается входной крутящий момент. В процессе работы мультипликатор фиксируется на гайке благодаря реакционной опоре (рычагу), которой он упирается в расположенную поблизости твердую поверхность, край или выступающую часть монтируемой детали. Мультипликатор может использоваться с ключом-трещоткой (рис. 1.4, к), гайковертом, или быть встроенным в конструкцию гайковерта (рис. 1.4, л).

Большее распространение получил ударно-вращательный способ разборки (сборки) с помощью ударных гайковертов, имеющих различную конструкцию ударного механизма.

Ударные гайковерты развивают намного больший крутящий момент, что дает возможность откручивать сильно затянутые, ржавые или прикипевшие гайки и надежно их закручивать.

В пневматических гайковертах применяются молотковые ударные механизмы (рис. 1.5, а, б, в), в которых вращающийся молоток наносит удар по ударному шпинделю. Затем он отскакивает назад из-за инерции и отклоняется немного в сторону (качается), позволяя ротору раскрутить корпус молотка для следующего удара.



Рис. 1.5. Устройство ударных механизмов гайковертов:  
а, б – молотковый; в – молотковый ударный механизм в сборе; з – тангенциальный

При одном обороте приводного вала происходит один удар. Применение двух диаметрально расположенных молотков позволяет повысить эффективность механизма т.к. за один оборот приводного вала совершается не один, а два удара молотками.

В гайковертах с электрическим приводом получил распространение ударный тангенциальный ударно-пружинный механизм (рис. 1.5, з). В ударно-пружинном механизме при включении инструмента ведущий вал вращает молоток, а тот своими кулачками – ударный шпиндель. Их совместное вращение (холостой ход) продолжается до появления нагрузки на шпинделе.

При превышения порога сопротивления на головке шпиндель и молоток приостанавливают вращение. Так как ведущий вал при этом продолжает вращаться, стальные шарики молотка перекатываются по косым канавкам ведущего вала и молоток, преодолевая усилие пружины, отодвигается от шпинделя. Когда кулачки молотка и шпинделя расцепляются, молоток проворачивается и сжатая пружина толкает его вперед, в результате чего происходит удар кулачков молотка по кулачкам шпинделя. Далее процесс повторяется.

**Сборка** – процесс соединения деталей в пары, деталей и сборочных единиц в агрегаты, агрегатов, сборочных единиц и деталей в машину с соблюдением кинематических схем, размерных цепей, посадок, заданных технической документацией.

Техническую документацию разрабатывает завод-изготовитель или специализированные технологические институты, организации.

Требования к сборке:

1. Строгая последовательность выполнения операций: деталь-сопряжение-сборочная единица-агрегат-машина.
2. Сборка должна осуществляться с применением современных станков, кантователей, прессов, гайковертов, динамометрических ключей и др.
3. Все детали должны быть чистыми, а сопрягаемые поверхности смазаны.
4. Вращающиеся детали должны быть статически или динамически отбалансированы.
5. При сборке соблюдать зазоры, натяги, соосности и др.
6. Соблюдать герметичность соединений – трубопроводов, фланцевых соединений, не допуская подтеков жидкостей, подсоса воздуха.
7. Шестерни, прецизионные детали менять только парами.

#### **Сборка резьбовых соединений**

70 % всех соединений – резьбовые, их сборка занимает до 30 % трудоемкости от общего объема сборочных работ.

При сборке кривошипно-шатунного механизма все резьбовые соединения должны затягиваться предельными (динамометрическими) ключами, обеспечивающими требуемый момент затяжки. Затяжка винтов (гаек) крепления головки блока — в строго определенной последовательности.

Технические требования на сборку резьбовых соединений:

- все головки болтов, винтов и гаек должны быть одинаковыми;
- резьбовые концы болтов, шпилек должны выступать из гайки не более, чем на 2...3 нитки;
- винты и шпильки должны быть ввернуты не менее чем: в чугунные детали – 1,1 d, в стальные детали – 0,8 d;
- при постановке ступенчатых шпилек их увеличенный по диаметру конец должен быть полностью ввернут в тело детали;
- правильно ввернутая шпилька должна издавать звонкий металлический звук без дребезжания.

Стопорение: контргайкой, проволокой через отверстия в головке винта (гайке), шплинтом, шайбой Гровера, тарельчатыми шайбами, пластиковыми вставками в гайки, герметиками.

Ключи: предельные, динамометрические.

Порядок затяжки винтов (гаек) определяет завод-изготовитель продукции.

Момент затяжки гайки (винта) зависит от диаметра болта, смазки резьбовой части, состояния поверхностей.

Таблица 2.1 Моменты затяжки в зависимости от диаметра болта (винта), Нм

Диаметр резьбы, мм	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Момент затяжки, Н м	15	25	50	70	110	160	190	220

## 2.4 Дефектация деталей, комплектование сборочных единиц

Дефектация – это процесс определения состояния деталей и сопряжений путем сравнения фактических показателей с данными технической документации.

В технической документации приведены нормальные, допустимые и предельные значения размеров деталей, зазоров и натягов сопряжений, а также отклонения от нормы взаимного расположения поверхностей деталей.

Основная задача дефектовочных работ – не пропустить на сборку детали, ресурс которых исчерпан или меньше планового межремонтного срока, и не отправить в утиль годные без ремонта или годные к восстановлению детали.

В мастерских общего назначения (мастерских сельскохозяйственных предприятий) дефектация выполняется на тех же рабочих местах, где производится ремонт сборочных единиц или восстановление деталей.

На крупных и специализированных ремонтных предприятиях создаются специальные участки для выполнения работ по дефектации. Участок дефектации включен в поточную технологическую линию. Детали на него поступают из разборочно-моечного участка, а после дефектации – направляются на участок комплектования или восстановления.

В процессе дефектации принято детали разделять на пять групп и маркировать их краской определенного цвета:

**Зеленой** – детали годные для сборки с новыми или мало изношенными деталями.

**Желтой** – детали годные для сборки только с новыми деталями.

**Белой** – детали, утратившие работоспособность, которые можно восстановить в условиях данного предприятия.

**Синей** – детали, утратившие работоспособность и восстанавливать их целесообразно на специализированных ремонтных предприятиях.

**Красной** – детали не годные к восстановлению (утиль).

В зависимости от возможностей ремонтного производства детали могут сортироваться только на три группы: годные без ремонта (маркируются зеленой краской), подлежащие восстановлению (маркируются желтой краской) и бракованные, подлежащие утилизации (маркируются красной краской).

Результаты дефектации фиксируют маркировкой деталей краской (зелёной – годные детали, красной – бракованные детали, жёлтой – детали, требующие восстановления).

Основные дефекты деталей, возникающие в процессе эксплуатации:

- изменение размеров и геометрической формы рабочих поверхностей сопряженных деталей, которые возникают в результате их изнашивания (износ гильзы цилиндров, шеек коленчатого вала и др.);

- нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей на детали в результате неравномерного износа и деформаций (несоосность коренных шеек коленчатого вала и т.д.);

- механические повреждения, возникающие в результате воздействия на детали нагрузок, превышающих предельно допустимые значения (трещины, отколы, обломы, деформации);

- коррозионные повреждения;

- изменение физико-химических и механических свойств материала деталей (снижение твердости закаленных деталей из-за перегрева, потеря упругих свойств пружин и др.).

### **Методы дефектации**

Для дефектации деталей применяются следующие методы:

- органолептический (осмотр, простукивание, проверка на ощупь);

- замеры размеров деталей измерительным инструментом общего назначения;

- использование специальных приборов и устройств.

**Органолептический метод** субъективен и его результаты зависят от опыта работника.

*Осмотр* – наиболее распространенный метод дефектации для выявления наружных повреждений деталей, таких как деформации, трещины, обломы, выкрашивание, прогары, отложения, раковины, задиры, царапины, повреждение покрытий, коррозия, негерметичность и др.

Осмотр выполняется как невооруженным глазом, так и с помощью оптических средств – луп, микроскопов.

*Простукивание* – используется для определения плотности посадки шпилек, нарушения целостности деталей, например, гильз цилиндров.

Метод основан на изменении тона звучания детали при нанесении по ней легкого удара молоточком. У деталей без повреждения звук будет звонкий, а глухой или дребезжащий звук указывает на нарушение целостности детали или неплотной ее посадке.

*Опробование вручную и проверка на ощупь* позволяют определить наличие зазора, плавность вращения или перемещения детали, свободный ход рычагов, эластичность резинотехнических деталей, наличие местного износа.

**Для проверки размеров деталей** применяют универсальный измерительный инструмент (штангенциркули, микрометры, нутромеры, индикаторные приборы, угломеры) и безшкальные приборы (калибры-скобы для валов, калибры-пробки для отверстий, щупы, шаблоны и др.).

Универсальные средства измерения выбирают в зависимости от допусков на изготовление детали и ее конструктивных особенностей. Погрешности измерения инструмента не должны превышать допуска измеряемого размера детали.

Контроль взаимного расположения поверхностей или осей деталей осуществляется в центрах или на призмах с применением индикаторных головок (контроль радиального и осевого биения валов и фланцев, соосности отверстий корпусных деталей и др.).

При ремонте различают следующие размеры деталей:

- **номинальные** — размеры и другие технические характеристики детали, соответствующие рабочим чертежам;

➤ **допустимые** — размеры и другие технические характеристики детали, при которых она может быть поставлена на машину без ремонта и восстановления и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного периода.

➤ **предельные** — размеры и другие характеристики детали, при которых она не может быть поставлена на машину без восстановления.

➤ **выбраковочные** — размеры и другие характеристики детали, при которых она не может быть восстановлена, или это экономически нецелесообразно.

У деталей обычно контролируют только те параметры, которые могут изменяться в процессе эксплуатации машины.

Дефектация деталей производится по дефектовочным картам технических условий на контроль и сортировку деталей, которые разрабатываются на каждую деталь.

Дефектовочные карты содержат: эскиз детали с указанием ее параметров (наименование, материал, твердость); перечень возможных дефектов, способы их определения и устранения; признаки неисправимых дефектов; параметры, с которыми детали могут допускаться к эксплуатации без ремонта или после восстановления; рекомендуемые способы устранения дефектов; технические требования к отремонтированным деталям; средства и методы контроля.

Количественные данные дефектации заносят в дефектовочные ведомости или закладывают в память компьютера.

**Специальные (неразрушающие) методы контроля** (капиллярный, магнитный, ультразвуковой и др.) применяют для выявления пор, трещин и других внутренних дефектов деталей.

**Капиллярные методы** основаны на способности жидкостей с хорошей смачиваемостью проникать в мельчайшие трещины. К ним относятся люминесцентная, цветная и люминесцентно-цветная дефектоскопии.

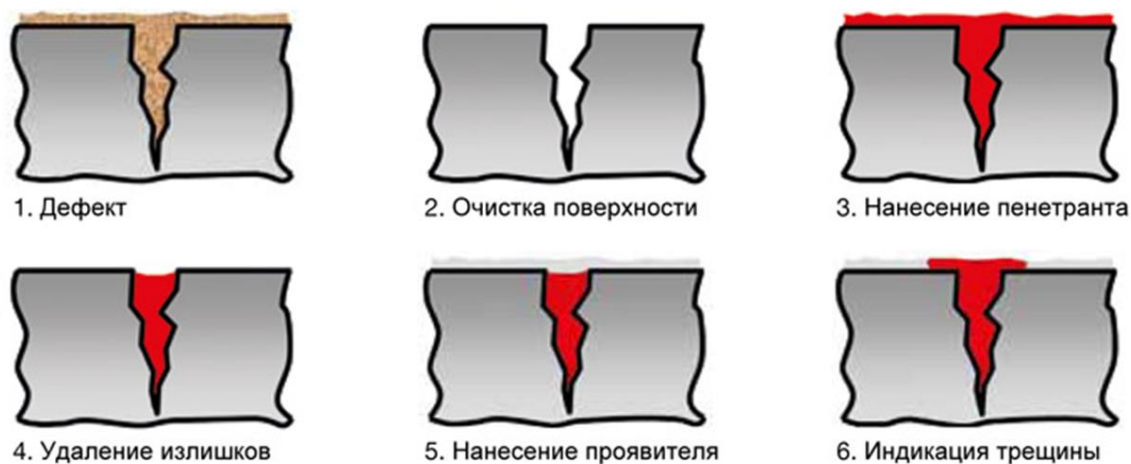


Рис.3.4 Этапы капиллярной дефектоскопии согласно EN ISO 3452

### Сущность капиллярного метода.

1. Поверхность детали необходимо очистить, обезжирить и просушить.

2. Нанести пенетрант. Время действия – 5...20 мин. Под действием капиллярных сил поверхностные дефекты всасывают смачивающие их жидкости.

3. Смыть излишки пенетранта водой комнатной температуры (+15...+25 °С) при давлении 100...200 кПа или протереть ветошью, смоченной очистителем. Жидкость при этом остается только в полости дефекта.

4. Просушить деталь горячим воздухом при температуре не выше 70 °С в течение 5 мин.

5. Нанести проявитель. Время действия проявителя — не менее времени действия пенетранта. Проявитель способствует выходу пенетранта из дефекта.

6. Провести контроль.

**В качестве проникающих жидкостей** (пенетрантов) используют растворы органических люминофоров или красителей.

Если состав пенетранта включает вещества, способные флюоресцировать при облучении ультрафиолетовым светом, то такой метод называют **люминесцентным**.

Если в пенетранте содержатся красители, видимые при дневном свете, то такой метод называют **цветным**.

**В качестве проявляющегося вещества** используют окись магния, силикагель, тальк, мел, белая краска и др.

Для контроля деталей капиллярными методами промышленность выпускает переносные (КД-31Л, КД-32Л, КД-21Л, КД-40ЛЦ, КД-20Л) и стационарные (ЛД-2, ЛД-3, ЛД-4) дефектоскопы.

**Достоинства капиллярных методов дефектоскопии:**

- простота использования;
- высокая чувствительность и достоверность обнаружения дефектов;
- контроль деталей разной формы и материалов;
- дешевизна и высокая производительность.

**Недостатки капиллярных методов дефектоскопии:**

- возможно обнаружить только поверхностные дефекты;
- необходимость тщательной очистки поверхности детали;
- невозможность применения после механической обработки поверхностного слоя детали;
- эффективность обнаружения дефектов зависит от шероховатости поверхности - пористая структура поверхности приводит к получению ложных показаний;
- широко раскрытые дефекты (более 0,5 мм) могут не проявиться из-за особенностей капиллярного явления.

**Магнитный метод** применяют для обнаружения дефектов в деталях из ферромагнитных материалов. Так выявляют поверхностные трещины или подповерхностные включения с иной, чем у основного материала, магнитной проницаемостью.

Метод имеет высокую чувствительность, простоту и надежность.

Магнитный поток, встречая на своем пути дефект с низкой магнитной проницаемостью по сравнению с ферромагнитным материалом детали, огибает его. Часть магнитных силовых линий выходит за пределы детали, образуя поле рассеивания.

**Магнитная дефектоскопия** применяется для обнаружения наружных не видимых глазом дефектов (микротрещин) в деталях, изготовленных из стали и серого чугуна. Метод основан на появлении магнитного поля рассеивания вокруг дефекта (микротрещины) при прохождении магнитно-силовых линий через деталь и концентрации ферромагнитного порошка по краям дефектного участка, рис.3.6 и 3.7.

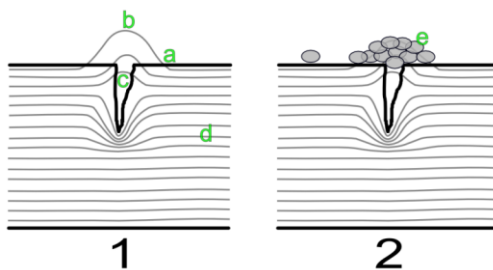


Рис. 3.6 Концентрация магнитного порошка в зоне дефекта



Рис. 3.7 Порядок магнитной дефектоскопии

**Различают три способа намагничивания:** полюсное, циркулярное и комбинированное.

**Полюсным намагничиванием** создают продольное магнитное поле (вдоль детали).

Деталь помещают между полюсами электромагнита (постоянного магнита) или в магнитное поле соленоида.

Это намагничивание применяют для выявления **дефектов, расположенных перпендикулярно к продольной оси детали или под углом к ней не более 20...25°.**

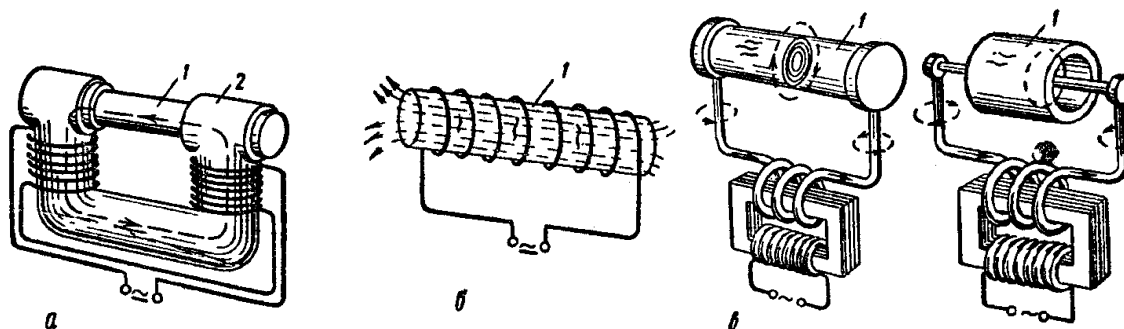


Рис. 3.8. Продольное и циркулярное намагничивание детали при дефектации:  
а и б– продольное; в и г– циркулярное

**Циркулярным намагничиванием** создают магнитное поле, магнитные силовые линии которого расположены в виде замкнутых концентрических окружностей.

Для намагничивания электрический ток пропускают через деталь или через стержень или кабель из немагнитного материала (медь, латунь, алюминий), помещенный в отверстие детали.

Это намагничивание служит для нахождения **дефектов, расположенных вдоль продольной оси детали или под небольшим углом к ней.**

**Комбинированное намагничивание** заключается в одновременном воздействии на деталь двух взаимно перпендикулярных магнитных полей.

Для получения комбинированного магнитного поля обычно через деталь пропускают электрический ток, создавая в ней циркулярное магнитное поле, и одновременно помещают в соленоид (или электромагнит), создавая продольное магнитное поле.

Магнитные силовые линии результирующего поля направлены по винтовым линиям к поверхности изделия, что позволяет обнаруживать **дефекты разной направленности.**

Для намагничивания деталей применяют стационарные и переносные магнитные дефектоскопы (М-217, 77МД-1, 77МД-3М, МПД-17П).



Рис. 3.8 Магнитопорошковый дефектоскоп Novotest МПД-17П

**Ультразвуковая дефектоскопия** основана на способности ультразвуковых колебаний (волн) прямолинейно распространяться в однородном твердом теле и отражаться от границ раздела сред с различными акустическими сопротивлениями, в том числе нарушенной сплошности материала (трещин, раковин, расслоений и др.). В практике чаще всего применяют теневой и эхо-импульсный методы дефектоскопии.

**Теневой метод** основан на сквозном прозвучивании. Ультразвуковые колебания (УЗК) вводят в деталь с одной стороны, для чего служат пьезоизлучатель и генератор. Колебания принимаются пьезоприемником, расположенным с противоположной стороны детали. При отсутствии в детали дефектов колебания, прошедшие через нее, будут восприняты и преобразованы в электрический сигнал пьезоприемником, усилены усилителем и поданы на индикатор (электронно-лучевую трубку осциллографа) почти без изменений амплитуды. Если на пути пучка УЗК встречается дефект, то амплитуда на экране прибора будет меньше исходного значения. Мощность воспринятого сигнала зависит от площади сечения пучка колебаний, площади сечения дефекта и глубины его залегания. В случае если дефект полностью перекроет пучок, показания прибора будут равны нулю.

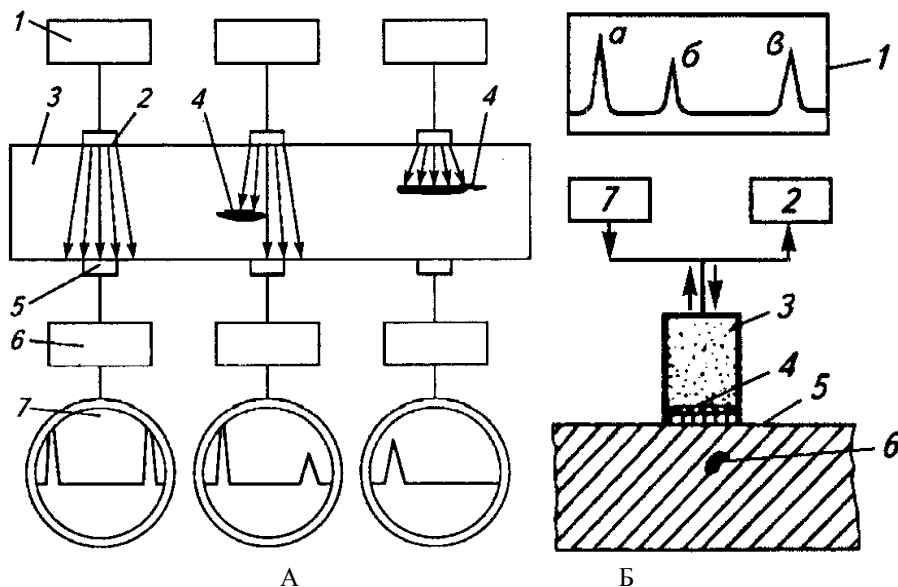


Рис. 3.9 Схема ультразвуковой дефектоскопии:

- А - работающего по теневому методу:** 1 – генератор; 2 – пьезоизлучатель; 3 – изделие; 4 – дефект; 5 – пьезоприемник; 6 – усилитель; 7 – индикатор
- Б - работающего по методу отражения:** 1 – развертка индикатора; 2 – усилитель; 3 – искательная головка; 4 – пьезопластина; 5 – контролируемый объект; 6 – дефект; 7 – генератор радиоимпульсов

Недостаток этого метода заключается в необходимости доступа к изделию с двух сторон, что не всегда возможно, а также в необходимости синхронного перемещения пьезоизлучателя и пьезоприемника по поверхности детали.

**Зеркально-теневой метод** ультразвукового контроля является разновидностью теневого метода и основан на анализе изменения амплитуды сигнала, отраженного от дна изделия. Метод имеет преимущество перед теневым – возможность использовать односторонний доступ к изделию.

**Эхо-импульсный метод** в отличие от теневого основан на посылке в деталь излучения в виде коротких импульсов, регистрации интенсивности и времени отраженных от дефектов и границ детали сигналов (эхо-сигналов). Ультразвуковые импульсы посылаются в изделие один за другим. При этом между импульсами есть промежутки времени, называемые паузами.

Импульсы колебаний подаются и воспринимаются одной пьезоголовкой. Отражаясь от дефекта или границ раздела сред, они воспринимаются пьезоэлементом в периоды пауз. Для того чтобы эхо-сигналы не попали на искательную головку в период, когда он работает как излучатель, длительность пауз должна быть в 2...3 раза больше длительности импульсов.

Если в детали есть дефект, то ультразвуковой импульс отразится от него раньше, чем от противоположной поверхности изделия. Этот импульс будет воспринят пьезоэлементом, преобразован, усилен и подан на электронно-лучевую трубку осциллографа. В результате луч последнего прочертит на экране между пиками *a* и *b* третий пик *б* (см. рис. дальше), свидетельствующий о наличии дефекта.

#### **Пневматические, гидравлические и другие методы**

Обнаружение подтекания газа или жидкости необходимо для проверки герметичности пустотелых деталей: блоков цилиндров, головок блоков цилиндров, баков, водяных и масляных радиаторов, камер шин, трубопроводов, шлангов, поплавков карбюраторов и др. Его широко применяют для контроля качества сварных швов. Степень герметичности определяют по утечке газа или жидкости в единицу времени, которую регистрируют с помощью приборов. В большинстве случаев место дефекта определяют визуально.

**Пневматический способ.** Он служит для проверки герметичности радиаторов, топливных баков, топливопроводов, шлангов, шин и т. п. Деталь погружают в ванну с водой и подают воздух под давлением 0,05...0,1 МПа.

**Гидравлический способ.** Этот способ применяют при проверке водяных рубашек блоков и головок блока, выпускных и впускных коллекторов. Деталь устанавливают на стенд и заполняют водой при давлении 0,5 МПа. По подтеканию воды определяют место трещины.

**Измерение физико-механических свойств.** Для дефектоскопии ремонтного фонда деталей методами неразрушающего контроля созданы приборы, позволяющие регистрировать дефекты, определять твердость, оценивать уровень остаточных напряжений. Твердость деталей определяется по величине коэрцитивной силы прибором КФ-1. Прибор ДФ-ИОН позволяет регистрировать дефекты и оценивать уровень остаточных механических напряжений в деталях машин.

Дефектация отдельных деталей (подшипников качения, шатунов, распределительных валов, пружин и др.) проводится с использованием специальных приборов и приспособлений.



Рис. 3.11 Дефектация шатунов

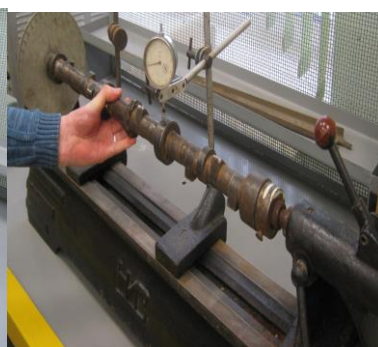


Рис. 3.12 Дефектация распределителей



Рис. 3.13 Прибор для дефектации пружин и клапанных пружин

### **Комплектование деталей при ремонте машин.**

Комплектование деталей представляет собой процесс подбора полного или частичного комплекта деталей, входящих в состав сборочной единицы, агрегата или машины с целью упрощения дальнейшей сборки.

**Основная цель комплектования** — это уменьшение до минимума подгоночных работ при сборке узлов, агрегатов, машин и повышение производительности труда рабочих на сборке.

В задачи комплектования входит:

- обеспечение наиболее полного использования ресурса деталей и сопряжений при оптимальном межремонтном ресурсе узла или агрегата;
- соблюдение принципа неразукомплектованности приработанных ранее деталей при условии их годности к дальнейшей работе (необезличенный метод ремонта);
- повторное использование дорогостоящих деталей при условии их комплектовки с новыми или восстановленными сопряженными деталями.

Комплект деталей подбирают по ряду признаков:

- по номенклатуре (согласно спецификации для каждого сборочного поста);
- по размерным группам и ремонтным размерам (для обеспечения в сопряжениях требуемого зазора или натяга);
- по массе (для обеспечения уравновешенности механизмов);
- по значению остаточного ресурса (для обеспечения равнопрочности сборочных единиц) и т. д.

Комплектовочные работы включают в себя следующие операции:

- накопление деталей (новых, восстановленных, годных после разборки);
- сортирование и хранение деталей;
- подбор деталей для обеспечения сборки соединений в соответствии с техническими условиями без дополнительной подгонки;
- комплектование по номенклатуре и количеству в соответствии с принадлежностью к агрегатам и сборочным постам;
- раскладку деталей в комплектовочную тару;
- доставку комплектов деталей на сборочные посты согласованно с ритмом сборки агрегатов и машин.

**Комплектование сборочных единиц** производят согласно комплектовочной ведомости из деталей, **признанных годными** к дальнейшей эксплуатации, **новых, восстановленных**.

Процесс комплектования деталей включает предварительный подбор деталей по размерам, массам и другим параметрам, а также выполнение определенных слесарно-подгоночных операций.

Комплектуют сборочные единицы, а затем из собранных сборочных единиц собирают агрегаты. Подбор деталей для сборочной единицы начинают с основной (базовой) детали.

Мелкие детали (прокладки, болты, гайки, шайбы, шплинты и др.) комплектуют по количеству для каждой сборочной единицы. Подобранные детали укладывают в специальную тару и отправляют на рабочие места сборки.

Существует два способа подбора сопрягаемых деталей:

- *штучный*;
- *групповой* (селективный).

*Сущность штучного подбора* заключается в том, что к одной детали подбирают вторую деталь данного сопряжения исходя из величины необходимого зазора или натяга, допускаемого техническими условиями на сборку.

*Сущность группового (селективного) подбора* заключается в том, что сопрягаемые детали, изготовленные с относительно широкими полями допусков, рассортировываются на размерные группы с суженными полями допусков. Отсортированные детали клеймят цифрами, буквами или красками определенных цветов.

### **Комплектование цилиндропоршневой группы двигателей Д-260**

Таблица 3.1 Размерные группы деталей цилиндропоршневой группы двигателей Д-260

Группа	Гильза, мм	Поршень, мм	Зазор, мм
<b>М</b> (малая)	110,0...110,02	109,89...109,91	<b>0,09...0,13</b>
<b>С</b> (средняя)	110,02...110,04	109,91...109,93	<b>0,09...0,13</b>
<b>Б</b> (большая)	110,04...110,06	109,93...109,95	<b>0,09...0,13</b>

Разновес группы деталей (**поршень+шатун+ палец+ кольца**) для разных цилиндров не должен превышать **30 г**.

Зазор в сопряжении: поршневой палец-отверстие под палец в бобышке поршня: **0,004...–0,014 мм**. Размерные группы разделяются цветами красок: **черная или желтая**.

### **2.5 Обкатка, испытание, окраска и выдача машин из ремонта**

*Обкатка* – заключительная и важнейшая операция ремонта машин, во многом определяющая их надежность. Особенность обкатки состоит в том, что она связывает ремонт и эксплуатацию, являясь завершающей ремонтной операцией и начальной операцией использования изделия. Она проводится частично на ремонтном предприятии, а завершается в условиях эксплуатации. В процессе обкатки новая или отремонтированная машина адаптируется к условиям эксплуатации.

*Испытание* – комплексная проверка качества ремонта и установление обратной связи с его технологическим процессом.

*Цель обкатки* – подготовить поверхности трения к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявить и устранить дефекты изготовления (ремонта) деталей, сборки и регулировки машин.

Различают два понятия: полная приработка и полная обкатка. В первом случае завершают приработку основных сопряжений, во втором, кроме того, выявляют и устраняют заложенные технологией изготовления (ремонта) так называемые приработочные отказы. Естественно, что по мере повышения качества деталей и сборки агрегатов количество этих отказов снижается. Однако полностью устранить их не предоставляется возможным, так как при современном уровне технологии нельзя избежать дефектов и обеспечить полный контроль деталей.

В процессе приработки происходит два одновременных процесса — макро- и микроприработка, причем продолжительность первой значительно больше, чем второй. По мере приработки происходит увеличение площади прилегания и уменьшение скорости износа поверхностей трения. Исходные макро- и микрогеометрия определяют время приработки и начальный износ. Не только более грубая, но и более чистая обработка ухудшает процесс

приработки. При этом независимо от первоначальной шероховатости для одного и того же нагрузочно-скоростного режима работы устанавливается определенная шероховатость в сопряжении.

Приработка при обкатке может рассматриваться как управляемый процесс формирования приспособленности трущихся поверхностей к характеру действующих эксплуатационных нагрузок, которым можно управлять через совокупность факторов, приведенных на рисунке.

При ремонте деталей следует стремиться к получению минимально возможных макронеуровностей и волнистости, так как эти виды неровностей определяют не только приработку, но и долговечность сопряжений.

Для ускорения приработки поршни и поршневые кольца покрывают оловом.

Значения исходных шероховатостей сопрягаемых деталей перед обкаткой агрегатов должны быть по возможности близкими к их микронеровностям после приработки.

Общепринятым при назначении режимов обкатки считается постепенное наращивание скоростей и удельных нагрузок на детали прирабатываемых сопряжений, которые определяются на основе расчетов или индицирования давления газов и последующих расчетов газовых, инерционных, суммарных нагрузок на детали кривошипно-шатунного механизма двигателя. Приработку сопряжений надо вести при переменном режиме, получаемом изменением нагрузки и скорости передвижения трущихся поверхностей относительно друг друга.

Для двигателей внутреннего сгорания рациональная вязкость прирабочных масел должна быть 6...8 сСт.

Наилучшие результаты приработки получаются при температуре масла, подаваемого в двигатель, 60...65°C. Рациональное давление масла при обкатке должно быть в пределах 0,30...0,35 МПа, в этом случае хорошо отводятся продукты износа от поверхностей трения.

Доказано, что использование уже работавших масел для процесса приработки более эффективно, чем свежих и чистых масел. На многих ремонтных предприятиях применяют централизованные проточные системы смазки, которые позволяют в 2...3 раза снизить расход смазки по сравнению с индивидуальными системами смазки.

Для ускорения приработки и повышения качества прирабатываемых поверхностей в обкаточные жидкости вводят специальные присадки и применяют другие технологические приемы.

Прирабочные присадки к смазочным маслам и топливу по эффекту воздействия составляют три группы:

- увеличивающие площадь прилегания абразивным срезанием неровностей (присадки типа АЛП);
- увеличивающие опорную площадь заполнением впадин (органозоли металла, графит, дисульфид молибдена и др.);
- образующие защитные пленки (серо- фосфор- и хлорсодержащие и др.).

Для обкатки среднефорсированных дизельных двигателей используют обкаточное масло ОМ-2, изготовленное на базе масла М-8 с антифрикционной присадкой дипроксидом, содержащего серу.

Обкаточно-консервационное масло ОКМ, изготовленное также на основе масла М-8 с прирабочной присадкой ЛЗ-301, превосходит по прирабочным свойствам масло ОМ-2, к тому же позволяет совмещать обкатку с консервацией двигателя.

Для использования эффекта избирательного переноса при трении рекомендуется обкаточное масло ОМП-2 и прирабочные масла, содержащие органические соединения меди.

Для ускорения обкатки используют установку КИ-11041, принцип работы которой основан на том, что в местах микроконтактного сближения гильзы (анод) и поршневого кольца (катод) при достаточной емкости электрического тока происходит пробой масляной пленки и удаление оторванной части металла.

**Обкатку двигателей** проводят в три этапа.

Технические условия предусматривают проведение обкатки по следующим этапам:

- холодная обкатка от приводного устройства, обеспечивающего прокручивание двигателя с переменной частотой вращения;
- горячая обкатка на холостых оборотах и под нагрузкой;
- испытание, контрольный осмотр и приемка двигателя из ремонта.

При холодной обкатке применяют присадки ОМП-2, АЛП-4 (ОМП – металлоорганическая, АЛП – элементоорганическая на основе алюминия).

*Холодная обкатка* заключается во вращении коленчатого вала обкатываемого двигателя сначала с выключенной, а затем с включенной компрессией.

Длительность холодной обкатки тракторных двигателей 50...70 мин, автомобильных – 20...30 мин (при использовании присадок – до 15 мин), на двух-трех режимах по частоте вращения коленчатого вала с постепенным ее увеличением от 500...600 до 1000 мин<sup>-1</sup> вначале без компрессии, а затем с компрессией.

Во время холодной обкатки на ощупь проверяют нагрев составных частей, прослушивают стуки и шумы.

*Горячая обкатка без нагрузки* выполняется после пуска постепенным повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя.

На холостых оборотах тракторные двигатели обкатывают 30 мин, автомобильные – 20 мин.

Продолжительность обкатки с присадкой АЛП-4 10 мин, ОМП-2 – 15 мин.

*Горячая обкатка под нагрузкой* проводится при положении рычага регулятора, соответствующем максимальной подаче топлива, и постепенном повышении нагрузки.

Под нагрузкой двигатели обкатывают 60...80 мин. Нагружают тракторные двигатели по четырем ступеням: 1 – 25...30 %; 2 – 50; 3 – 75; 4 – 80...85% номинальной мощности двигателя. Продолжительность нагрузки на каждой ступени 20...25 мин.

При использовании присадок сокращается общее время стендовой обкатки: с присадкой АЛП-4 до 80 мин, ОМП-2 до 45 мин. После обкатки двигатель осматривают. Если при этом будут обнаружены неисправности, связанные с заменой поршней, коленчатого вала и т. п., то после их устранения двигатель обкатывают вторично и испытывают в полном объеме.

У каждого двигателя после обкатки снимают и промывают масляную центрифугу, а масляные фильтры заменяют на новые или очищенные.

**Обкатку трансмиссий** тракторов выполняют в сборе без нагрузки с помощью приспособления СП-2807, состоящего из станины и электродвигателя мощностью 7 кВт. Его устанавливают на раму гусеничного трактора впереди коробки передач и прикрепляют стремянами к раме.

На первичный вал коробки передач надевают шкив и соединяют его приводными ремнями со шкивом электродвигателя. Перед началом обкатки рычаг переключения передач ставят в нейтральное положение, проверяют правильное местоположение агрегатов, надежность их крепления и чистоту картеров. Затем контролируют работу трансмиссии на каждой передаче включением электродвигателя на 1...2 мин без смазывания.

Убедившись в исправности трансмиссии, заливают в картеры маловязкое масло до номинального уровня и обкатывают по 10 мин на каждой передаче. Проверяют качество сборки, нагрев подшипников, надежность уплотнений и правильность регулировок.

Агрегаты трансмиссий колесных тракторов обкатывают также в сборе на стенде, который состоит из электродвигателя, закрепленного на подвижной плите; рамы, сваренной из уголков; специального приспособления, выполненного в виде диска. Диск соединен посредством муфты с валом электродвигателя. С помощью пневмоцилиндра электродвигатель, передвигаясь вместе с плитой на раме, прижимает приспособление к диску сцепления обкатываемой трансмиссии. Таким образом вращение от электродвигателя передается трансмиссии.

### 3 СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

#### 3.1 Методы восстановления посадок соединений деталей. Слесарно-механические способы восстановления деталей

Процесс восстановления состоит из двух самостоятельных технологических процессов:

- получение ремонтной заготовки одним из способов наращивания изношенной поверхности;
- получение готовой детали из ремонтной заготовки механической обработкой.

Три группы способов наращивания изношенных поверхностей:

1-ая группа. Наращивание, сопровождающееся действием высоких температур, расплавом металла поверхности детали, нарушением исходной структуры, возникновением значительных внутренних напряжений – это все виды наплавов.

2-ая группа. Наращивание, сопровождающееся незначительным местным нагревом, не приводящим к нарушениям структуры металла детали и образованиям внутренних напряжений – металлизация, электроискровое наращивание.

3-ья группа. Наращивание не сопровождающееся действиями значительных температур и не приводящее к изменению структуры металла детали – электролитическое наращивание, полимерные покрытия, пайка и др.

Слесарные работы обычно применяются в качестве работ, дополняющих или завершающих механическую обработку восстанавливаемых деталей. Их применяют также при подготовке деталей к восстановлению другими способами, например, к сварке, пайке, склеиванию и т. п. К слесарным относятся такие виды как опиловка при подгонке поломанных частей детали, сверление, развертывание и зенкерование отверстий, прогонка и нарезание резьбы, шабрение, притирка и доводка для более плотного прилегания поверхностей, разделка трещин под сварку, зачистка заусенцев, штифтовка трещин, наложение заплат и т. п.

Ручной труд слесарей в последнее время все более механизмуется путем внедрения механизированного инструмента, а количество слесарных работ постоянно уменьшается за счет повышения технологической культуры ремонтного производства.

#### **Обработка деталей под ремонтный размер**

Механическая обработка при ремонте машин применяется как самостоятельный способ восстановления деталей, а также в качестве операций, связанных с подготовкой или окончательной обработкой деталей, восстановленных другими способами.

В практике ремонтного производства нашли применение такие способы восстановления деталей механической обработкой, как обработка изношенных или поврежденных поверхностей деталей под ремонтный размер и постановка дополнительных ремонтных деталей.

**Обработка деталей под ремонтный размер.** При этом способе восстановления одна из сопряженных деталей, обычно наиболее сложная и дорогостоящая (например, коленчатый вал), обрабатывается под ремонтный размер, а вторая (например, вкладыши подшипников) заменяется новой или восстановленной также до ремонтного размера. Обработкой под ремонтный размер восстанавливают геометрическую форму, требуемую шероховатость и точностные параметры изношенных поверхностей деталей.

Восстанавливаемые поверхности деталей могут иметь несколько ремонтных размеров. Их величина и количество зависят от величины износа детали за межремонтный пробег машины, от припуска на обработку и от запаса прочности детали. Методика расчета количества ремонтных размеров была изложена выше.

Этим способом восстанавливают коренные и шатунные шейки коленчатых валов, опорные шейки распределительных валов, гильзы цилиндров и многие другие детали. К числу преимуществ этого способа восстановления деталей следует отнести: простоту технологического процесса и применяемого оборудования; высокую экономическую эффективность; сохранение взаимозаменяемости деталей в пределах определенного ремонтного размера. К недостаткам этого способа относятся: увеличение номенклатуры запасных частей, поставляе-

мых промышленностью; некоторое усложнение организации процессов комплектования деталей, сборки узлов и хранения деталей на складах.

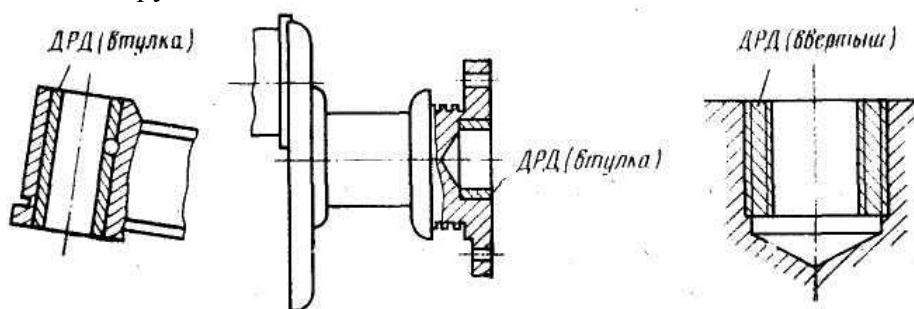
### Постановка дополнительных ремонтных деталей

Дополнительные ремонтные детали (ДРД) применяют с целью компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также при замене изношенной или поврежденной части детали.

В первом случае ДРД устанавливают непосредственно на изношенную поверхность детали. Этим способом восстанавливают посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, задних мостах, ступицах колес; отверстия с изношенной резьбой и другие детали.

В зависимости от вида восстанавливаемой поверхности ДРД могут иметь форму гильзы, кольца, шайбы, пластины, резьбовой втулки или спирали.

Если на детали сложной формы изношены отдельные ее поверхности, то ее можно восстановить путем полного удаления поврежденной части и постановки вместо нее заранее изготовленной дополнительной ремонтной детали. Этот способ применяют при восстановлении крышек коробок передач, блоков шестерен, ведущей шестерни коробки передач, кузовов и кабин автомобилей и других деталей.



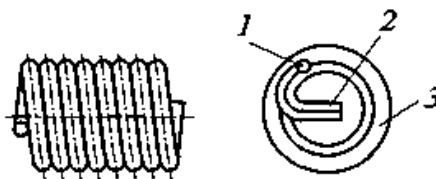
Дополнительные ремонтные детали

### Ремонт резьбовых отверстий резьбовыми спиральными вставками

Наиболее интенсивно изнашиваются резьбовые отверстия в деталях из алюминиевых сплавов (30...35 %) и чугуна (10...12 %). В меньшей степени изнашиваются резьбовые отверстия в стальных деталях (3...5 %). Чаще изношены резьбы размером М8, М10, М12, М14 и М16.

Способы восстановления резьбовых отверстий за счет образования новой резьбы большего размера и заварки отверстий со сверлением и нарезанием резьбы имеют ограниченное применение. Установка спиральных вставок — относительно новый способ ремонта резьбовых отверстий в чугунных, стальных и алюминиевых деталях.

Эффективно восстановление резьбы путем установки *спиральных вставок* из ромбической проволоки. Материал спиральной вставки — аустенитная хромоникелевая сталь. Вставка представляет собой пружинящую спираль с концентричными резьбами (внутренней и наружной) высокой точности. Производитель вставок (товарное название "Heli-coil") — фирма VoUhoff (Германия). Для завинчивания спираль имеет на одном конце поводковый усик. Внешний диаметр вставки в свободном состоянии перед установкой больше, чем соответствующий диаметр резьбы в отверстии, что обеспечивает натяг в соединении.



Спиральная резьбовая вставка:  
1 — прорезь; 2 — поводок; 3 — спираль

Способ позволяет повысить прочность резьбовых отверстий, восстанавливать резьбы в тонкостенных деталях под номинальный размер и снизить износ резьбовой поверхности при

разборке и сборке агрегата. Соединения со спиральными вставками хорошо работают при динамических нагрузках. Прочность таких соединений на 35...40 % выше, а частота их отказов в 5...7 раз ниже, чем соединений без вставок в теле корпусной детали.

Для ремонта резьбовых отверстий применяют комплект инструмента и оснастки ОР-5526-ГосНИТИ. Для удобства работы этот комплект размещен в двух металлических коробках. В одной коробке размещен комплект № 1 для ремонта резьбовых отверстий от М8 до М14, в другой — комплект № 2 для ремонта резьбовых отверстий от М16 до М20. Каждый комплект состоит из сверл для рассверливания изношенных резьбовых отверстий, метчиков для нарезания резьбы в рассверленных отверстиях под спиральные вставки, ключей для ввертывания спиральных вставок, бородков для удаления технологического поводка в спиральных вставках, трехгранных ключей для вывертывания бракованных вставок, набора специальных (резьбовых) вставок.

Процесс ремонта неисправных резьбовых отверстий спиральными вставками состоит из дефектации резьбовых отверстий; рассверливания изношенной резьбы в детали до определенного размера; нарезания новой резьбы с тем же шагом под спиральную вставку; установки спиральной вставки; удаления технологического поводка; контроля отремонтированного резьбового соединения.

Дефектацию резьбового отверстия производят осмотром или проходным и непроходным резьбовыми калибрами требуемых размеров. Если при внешнем осмотре обнаружено более двух ниток сорванной или смятой резьбы либо при проверке резьбовыми калибрами-пробками непроходной калибр ввертывается полностью в проверяемое резьбовое отверстие, то оно подлежит ремонту. Подлежащие ремонту отверстия рассверливают до определенного размера. Отверстие не цекуют во избежание трудностей при ввинчивании ДРД.

**2-й способ.** В рассверленном отверстии соответствующим стандартным метчиком нарезают необходимую резьбу, например, для резьбы М12×1,75 — резьбу М14×1,75. Резьбу в отверстиях нарезают на ту же глубину, что была до рассверливания.

Спиральную вставку надевают на головку ключа так, чтобы технологический поводок вставки вошел в паз на головке ключа. Затем ключ устанавливают перпендикулярно поверхности подготовленного резьбового отверстия и, вращая за рукоятку, ввертывают вставку в резьбовое отверстие до тех пор, пока верхний виток вставки не будет утопать на 1...1,5 витка от поверхности детали. После ввертывания ключ, перемещая за рукоятку, снимают с технологического поводка спиральной вставки. Технологический поводок удаляют с помощью борodka соответствующего размера ударом молотка. Выступление вставки из детали не допускается.

Для удаления поврежденной вставки используют трехгранный ключ. Его устанавливают перпендикулярно поверхности детали, где находится отверстие с резьбовой вставкой, которую необходимо удалить, и резким ударом молотка вгоняют ключ во вставку до середины диаметра первого витка, затем, вращая ключ против часовой стрелки, удаляют вставку.

Отремонтированное спиральной вставкой резьбовое отверстие контролируют резьбовыми калибр-пробками или новым болтом соответствующего размера, которые должны ввертываться вручную на всю глубину спиральной вставки без заедания.

### **Особенности механической обработки восстанавливаемых деталей**

Механическая обработка резанием используется в качестве подготовительной и окончательной обработок при восстановлении деталей разными методами и служит основой ремонта деталей (гильз цилиндров, коленчатых валов и др.) способами ремонтных размеров и заменой части изношенных деталей.

Однако предварительная обработка изношенных и окончательная обработка деталей имеют свои особенности, которые значительно затрудняют механическую обработку при их восстановлении по сравнению с обработкой при изготовлении новых деталей. К ним относятся:

➤ трудности с выбором технологических баз (поверхностей, линий, точек, ориентирующих деталей на станке), так как часто после эксплуатации для них характерны износы и повреждения;

➤ в процессе восстановления деталей наплавкой, осталиванием и др. нанесенные слои обладают высокой твердостью и плохой обрабатываемостью резанием из-за закаливания и наличия в них оксидов, карбидов, шлаковых включений и других примесей;

➤ в ряде случаев (например, при наплавке) наблюдается неравномерность толщины наплавленного слоя; его толщина (при различных способах дуговой наплавки) в несколько раз превышает износ, что значительно увеличивает объем последующей механической обработки по сравнению с изготовлением новых деталей. Иногда припуск ограничен (при гальваническом наращивании), что может привести к браку «по черноте».

*Базами* служат поверхности, линии, точки или их совокупности, необходимые для ориентации детали на станке, ее расположения в узле или изделия и измерения. По назначению они бывают конструкторские, технологические и измерительные.

*Конструкторские базы* — совокупность поверхностей (линий, точек), от которых заданы размеры и положения деталей и узлов при разработке конструкции машины.

*Технологические базы* — поверхности (линии и точки), служащие для установки детали на станке и ориентирующие ее относительно режущего инструмента.

*Измерительные базы* — поверхности (линии или точки), от которых измеряют выдерживаемые размеры.

Технологические базы разделяют на основные и вспомогательные.

*Основная технологическая база* — поверхность (линия, точка), которая используется для ориентации детали на станке, в узле или машине. Например, отверстие зубчатого колеса используют при ориентации колеса в процессе сборки относительно других деталей. Оно же может служить технологической базой при чистовой обработке колеса на токарном станке.

*Вспомогательные технологические базы* — поверхности (линии, точки), которые необходимы при установке детали на станке, но при этом они не влияют на ее работу в машине. К ним относятся: центровые гнезда вала, которые используют при его изготовлении на токарных и шлифовальных станках; внутренние проточки в юбке поршня для его крепления на станках; обработанная плоскость и два отверстия в разных концах корпусной детали для ее размещения в процессе обработки.

При выборе технологической базы необходимо выдержать следующие требования:

- в качестве технологической базы принимают, те поверхности детали, которые определяют ее положение в собранном изделии, т. е. сборочные и измерительные базовые поверхности (правило единства баз);

- базовые поверхности должны быть наиболее точно расположены относительно обрабатываемых поверхностей;

- в качестве базовых следует выбирать такие поверхности, при установке на которые можно было бы обработать все поверхности детали, подлежащие обработке (правило постоянства баз);

- поверхности, выбранные в качестве технологических баз, должны обеспечивать минимальные деформации детали от усилий резания и закрепления.

Применяют следующие основные виды базующих поверхностей при:

- точении и круглом шлифовании: два центровых гнезда; наружная (внутренняя) цилиндрическая поверхность и центровое гнездо; наружная цилиндрическая поверхность и торец;

- фрезеровании, сверлении и плоском шлифовании: две перпендикулярные плоскости и точка в третьей взаимно перпендикулярной плоскости; плоскость и два отверстия; три-четыре центровых гнезда; цилиндрические поверхности для зажима детали в призмах; конические поверхности.

При бесцентровом шлифовании и развертывании самоустанавливающейся разверткой технологическими базами служат обрабатываемые поверхности деталей.

**1. Использование вспомогательных баз.** В качестве технологических баз используют вспомогательные (центровые гнезда у валов и осей; плоскость и два отверстия у корпусных деталей и др.), так как основные, являясь поверхностями соединения, изнашиваются в процессе эксплуатации и не могут служить технологическими.

Однако и вспомогательные базы могут быть деформированы. Поэтому их проверяют и в случае необходимости исправляют. В ряде случаев они срезаются в конце технологического процесса изготовления детали, т. е. деталь лишена технологических баз. Тогда дополнительно создают вспомогательные базы (в том числе временные), образуя новые центровые гнезда в самой детали или в припаянных пробках из мягкой стали. Растачивают центровые фаски на внутренних поверхностях отверстий (валиков коромысел, поршневых пальцев, шкворней поворотных цапф).

**2. Использование основных баз.** У некоторых деталей вспомогательных баз нет, а основные изношены. В качестве технологической выбирают наименее изношенную основную базу, обрабатывают ее и, используя как основную технологическую, обрабатывают остальные поверхности. Этот способ применяют для ремонта корпусных деталей (блоков, коробок передач, задних мостов, корпусов подшипников, ступиц и втулок).

**3. Использование баз соединяемой детали.** В некоторых случаях обрабатываемую деталь более точно можно установить на станок вместе с соединяемой. Примером служит расточка рабочей поверхности тормозного барабана на токарном станке. Тормозной барабан 1 размещают на ступице 4. Последнюю жестко закрепляют на конусах оправки 2, установленной в центрах станка.

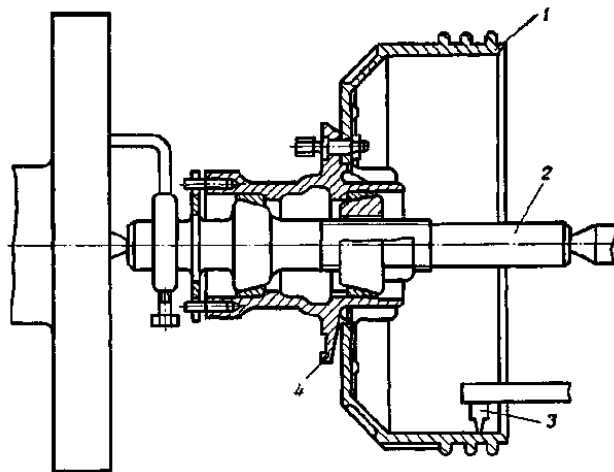


Схема расточки тормозного барабана в сборке со ступицей колеса на токарном станке:  
1 – тормозной барабан; 2 – оправка; 3 – резец; 4 – ступица колеса

**4. Создание новых баз.** В случае невозможности использования баз, применяемых при изготовлении деталей, следует в качестве их выбирать обработанные поверхности, которые связаны с поверхностью прямым (без пересчета), возможно, более точным размером. При этом необходимо совмещение установочной и измерительной баз. В противном случае точность детали ухудшается (возникает так называемая погрешность базирования).

**5. Обработка при минимальном числе баз.** Лучше всего вести обработку (подготовительную, нанесение покрытия и заключительную механическую) на постоянных базах. В случае их перемены точность обработки снижается.

Выбор метода и режима механической обработки восстанавливаемых деталей в значительной степени осложняется: высокой твердостью обрабатываемых поверхностей, так как при изготовлении они подвергаются химико-термической обработке; неравномерностью распределения припусков на обрабатываемых поверхностях; специфическими физико-механическими свойствами металлопокрытий, применяемых для компенсации износа деталей; неоднородностью этих свойств на различных участках восстанавливаемых поверхностей и т. п.

В зависимости от твердости наплавленного металла обработку ведут на токарных или шлифовальных станках. При твердости наплавленного металла менее HRC 35...40 можно применять токарную обработку резцами с пластинками из твердого сплава.

Если твердость наплавленного металла превышает HRC 35...40, то восстанавливаемую поверхность обрабатывают шлифованием. Сначала при пониженных режимах резания проводят черновое шлифование, а затем чистовое.

Особенности механической обработки напыленных покрытий связаны с повышенной их хрупкостью, пористостью и твердостью. В зависимости от твердости этих покрытий и величины припуска обработку выполняют точением или шлифованием. При точении напыленных покрытий рекомендуется применять резцы с пластинками из твердых сплавов. Обработку ведут на пониженных режимах резания. Скорость резания должна быть не более 60...80 м/мин, глубина резания не выше 0,1...0,3 мм, а подача — 0,1...0,2 мм/об.

Шлифование деталей, напыленных износостойкими покрытиями с высокой твердостью, рекомендуется выполнять алмазными кругами на вулканитовой связке, а при их отсутствии мелко- и среднезернистыми карборундовыми кругами на керамической связке. Режим шлифования: скорость резания 30...35 м/с; продольная подача в долях ширины круга (В) 0,3...0,4 В мм/об; поперечная подача 0,005...0,010 мм на двойной ход стола.

Хромированные детали ввиду высокой твердости электролитического хрома обрабатывают обычно шлифованием. При выборе режима шлифования хромированных деталей необходимо учитывать пониженную теплопроводность хрома и возможность перегрева покрытия, вызывающего изменение его свойств. Неправильный выбор режима шлифования может привести к снижению микротвердости покрытия и возникновению шлифовочных трещин не только в покрытии, но и в основном металле. Шлифовочные трещины особенно опасны, так как они являются концентраторами напряжений и снижают усталостную прочность восстановленных деталей.

Шлифование хромированных деталей следует проводить электрокорундовыми шлифовальными кругами при режиме: скорость резания 30...35 м/с; поперечная подача 0,002...0,005 мм на двойной ход стола; продольная подача 2...10 мм/об; расход охлаждающей жидкости не менее 25...30 л/мин.

Детали с хромовыми покрытиями, нанесенными с декоративными целями, подвергаются полированию, которое проводится мягкими кругами с применением полировальных паст ГОИ.

Основной особенностью механической обработки деталей с покрытиями из синтетических материалов (пластмасс) является их низкая теплопроводность и недопустимость нагрева реактопластов до температуры более 150...160°C, а термопластов — до температуры более 120°C. При обработке пластмассовых покрытий необходимо применять хорошо заточенный инструмент из теплостойкого материала с интенсивным охлаждением сжатым воздухом или керосином. Применение охлаждающих жидкостей недопустимо, так как при повышенной температуре они могут образовывать с пластмассой соединения, вредно влияющие на здоровье рабочих. Рекомендуется применять токарную обработку при высоких скоростях резания (до 250...300 м/мин) и при очень малых (до 0,1...0,2 мм/об) подачах.

### **Сущность способа восстановления деталей пластическим деформированием**

Под пластичностью металлов понимают их способность при определенных условиях под действием нагрузок изменять форму и размеры без разрушения.

Восстановление деталей способом пластического деформирования основано на свойстве металла детали изменять свою форму и размеры без разрушения в результате пластической деформации, развивающейся вследствие приложения внешней нагрузки. Объем металла детали остается постоянным, но металл перемещается с ее нерабочих участков на участки, подверженные изнашиванию. Деталь деформируют до получения на изношенных участках номинальных размеров с учетом припусков на механическую обработку.

Способность металлов к пластической деформации зависит от пластических свойств, которые, в свою очередь, зависят от химического состава, структуры, температуры нагрева и скорости деформации. Чистые металлы имеют наибольшую пластичность, которая снижается с введением в их состав легирующих элементов.

Пластическую деформацию деталей производят как в холодном, так и в горячем состоянии в специальных приспособлениях на прессах. При обработке деталей в холодном состоянии пластическая деформация происходит за счет сдвига отдельных частей кристаллов относительно друг друга по плоскостям скольжения. При сдвиге кристаллов происходят искажение кристаллической решетки и образование на плоскостях скольжения мелких осколков кристаллов, которые создают шероховатость, препятствующую дальнейшему перемещению кристаллов. Таким образом, пластическая деформация металла в холодном состоянии упрочняет металл. Это явление упрочнения металла при деформации в холодном состоянии получило название наклепа. В результате наклепа повышаются предел прочности и твердость металла, а его пластические свойства понижаются.

Пластическая деформация деталей в холодном состоянии требует приложения больших усилий, поэтому при восстановлении деталей очень часто их нагревают. Температура нагрева деталей должна быть минимальной, но не ниже той, при которой повышаются пластические свойства металла. Очень высокая температура нагрева может привести к возникновению окалины и обезуглероживанию поверхностных слоев металла, что снижает износостойкость и усталостную прочность деталей. После обработки деталей пластическим деформированием в горячем состоянии их необходимо подвергать повторной термической обработке.

При нагреве повышается пластичность металла, снижается сопротивление деформированию, процесс которого не сопровождается разрушением металла. Деформирование деталей из углеродистых сталей рекомендуется проводить при температуре 1250...800°C, из легированных сталей – 1150...850 и из бронзы – 850...700°C.

Стальные детали с твердостью не более HRC 25...30, а также детали из цветных сплавов могут подвергаться деформированию в холодном состоянии без предварительной термообработки, а в горячем состоянии — из средне- и высокоуглеродистых сталей.

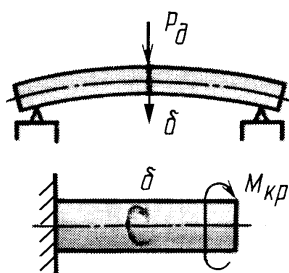
**Преимущества** способа восстановления деталей пластическим деформированием — простота, невысокая трудоемкость, низкая стоимость и хорошее качество ремонта без применения дополнительного материала.

**Недостатки** — изменение механических свойств детали, нарушение термообработки при нагреве, затраты на нагрев и последующую термообработку, а также возможность появления трещин, ограниченность применения, для восстановления, как правило, неподвижных сопряжений.

В зависимости от направления действия внешних сил и требуемого перераспределения металла в ремонтном производстве используют следующие разновидности деформирования: правку, осадку, раздачу, обжатие, вытяжку, вдавливание, накатку, электромеханическую обработку и др.

**Правку** применяют при потере деталями своей первоначальной формы вследствие деформации изгиба, скручивания и коробления. Правят коленчатые и распределительные валы, шатуны, балки мостов, детали рам и др.

В ремонтной практике используют следующие способы правки деталей: статическим нагружением (пластическим изгибом под прессом), местным поверхностным наклепом, местным нагревом поверхности.



При правке статическим нагружением (в холодном или нагретом состоянии) с помощью пресса или различных приспособлений к детали прикладывают нагрузку или крутящий момент, совпадающий по направлению с направлением требуемой деформации.

Большинство изделий правят под прессом *в холодном состоянии*. Чтобы получить требуемую остаточную деформацию детали, необходимо приложить к ней усилие, создающее ее полную деформацию, в 10...15 раз превышающую остаточную.

Нагрузку прикладывают к детали несколько раз в течение 1,5...2 мин для повышения точности деформации.

При холодной правке в деталях возникают внутренние напряжения, которые при работе постепенно снижаются, что приводит к их деформациям и изменению геометрической формы. Холодная правка также способствует снижению усталостной прочности на 15...20 %.

Для повышения стабильности геометрической формы и увеличения усталостной прочности деталь подвергают термической обработке после правки. Ее нагревают до температуры 400...500°C и выдерживают 0,5...1 ч. Однако это допустимо лишь для деталей (шатуны, балки передних мостов автомобилей и др.), термообработка которых при изготовлении проводилась при температуре не ниже 450...500°C. Детали, подвергнутые при изготовлении закалке ТВЧ (коленчатые и распределительные валы и др.), до такой температуры нагревать нельзя, так как при этом ухудшаются физико-механические свойства рабочих поверхностей. Их рекомендуется нагревать до температуры 180...200°C и выдерживать в печи 5...6 ч.

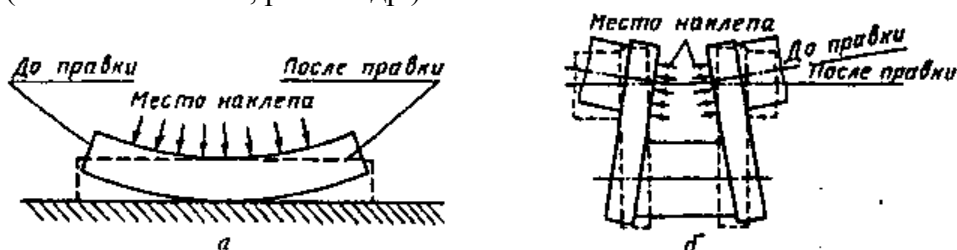
*Правку с предварительным нагревом* проводят при больших деформациях. Деформированные участки нагревают до температуры 800...900°C. По сравнению с холодной правкой снижается усилие деформирования, и металл деформируется по сечению более равномерно. Однако меняются его структура и механические свойства. Поэтому после правки детали часто подвергают соответствующей термической и механической обработкам.

Сущность *правки наклепом (чеканкой)* состоит в том, что при ударах пневматическим молотком с закругленным бойком или ручным молотком со сферическим бойком радиусом 10...20 мм по поверхности детали создаются напряжения сжатия. Размер участков для наклепа и глубину наклепанного слоя определяют опытным путем в зависимости от степени изгиба, формы и размеров детали. Такой правке подвергаются коленчатые валы, листы рессор и др.

Для правки участки располагают на вогнутой стороне, а размер участка и глубина наклепанного слоя определяются опытным путем.

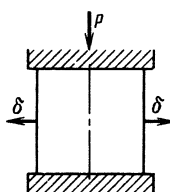
После нанесения ударов сферическим бойком по вогнутой стороне бруска и внутренней стороне щек брусков и коленчатый вал выправляются и принимают форму, показанную на рисунке пунктирными линиями. Направление ударов изображено стрелками.

Этот вид правки не приводит к снижению усталостной прочности, что важно для целого ряда деталей (коленчатые валы, рамы и др.).



Схемы правки наклепом: а – бруска; б – коленчатого вала

*Осадка* применяется для уменьшения внутреннего и увеличения наружного диаметра полых и сплошных деталей. Площадь поперечного сечения детали увеличивается, а высота (длина) уменьшается. Направление действующей силы не совпадает с направлением деформации детали.

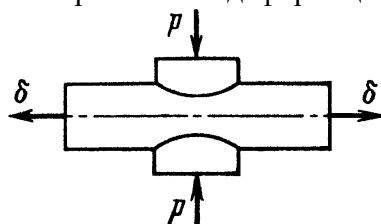


Осадку выполняют нанесением сильных ударов кувалдой или верхним бойком пневматического ковочного молота по детали, установленной на наковальне или нижнем бойке молота перпендикулярно к рабочим поверхностям или под прессом.

Осадкой восстанавливают втулки верхней головки шатунов и шкворней, толкатели двигателей, ступицы ведомых дисков сцепления, вилки карданных валов, шлицевые концы полуосей и др.

Для увеличения площади поперечного сечения детали не по всей длине, а ее средней или концевой части проводят неполную осадку, которая называется **высадкой**. В этом случае нагревают только осаживаемую часть. Так наиболее часто восстанавливают шейки валов и осей.

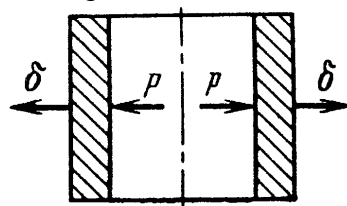
**Вытяжку и растяжку** используют для увеличения длины деталей (тяг, штанг, шатунов, рычагов и др.) за счет уменьшения их поперечного сечения. При вытяжке направление деформирующей силы не совпадает с направлением деформации, а при растяжке – совпадает.



На ремонтных заводах с большой программой ремонта двигателей для восстановления шатунов растягиванием применяются пневматические приспособления. Растягивание шатуна производят в следующей последовательности. Шатун отверстием верхней головки надевают на фиксатор, а в отверстие нижней головки устанавливают вставку и крепят деталь на вилке. Часть шатуна около нижней головки нагревают газовой горелкой или индуктором ТВЧ до 800...1000 °С. Затем включают пневмоцилиндр (тормозную камеру) и его шток поворачивает закрепленное на оси корпуса коромысло, растягивающее шатун до упора. В таком положении шатун охлаждают до температуры, не превышающей 400 °С. С целью получения однородной структуры металла и одинаковой твердости по всей длине стержня растянутые шатуны подвергают термической обработке (закалке и отпуску).

Рабочие органы почвообрабатывающих машин (лемеха, культиваторные лапы и др.) восстанавливают **оттяжкой**.

**Раздача**, применяется для увеличения наружных размеров полых деталей за счет увеличения их внутренних размеров. Она характеризуется совпадением направления деформирующей силы с направлением деформации, а восстановление детали по наружному диаметру осуществляется за счет направленного перемещения металла от отверстия к периферии.



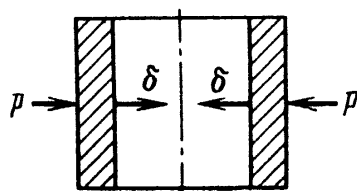
Раздача под постоянный размер заключается в пропрессовке через отверстие детали шарика, пуансона или вращающегося дорна. Кроме того, для этой цели используют электрогидравлический эффект, при котором полую деталь раздают, создавая внутри объема жидкости специально сформированный электрический разряд, в зоне которого развиваются высокие гидравлические давления. Наконец, для раздачи полых деталей, например поршневых пальцев, используют и гидротермический способ, при котором предварительно нагретую до температуры 790...830 °С деталь быстро охлаждают потоком воды, пропускаемой через внутреннюю полость.

После раздачи наружный диаметр детали должен быть равен номинальному диаметру с учетом припуска на механическую обработку. Так восстанавливают поршневые пальцы, по-

садочные поверхности под подшипники чашек дифференциала, наружные цилиндрические поверхности труб полуосей и др.

В зависимости от износа и пластических свойств металла детали раздают без нагрева или с нагревом. Если деталь закалена или цементирована, то перед раздачей ее подвергают отжигу или высокому отпуску.

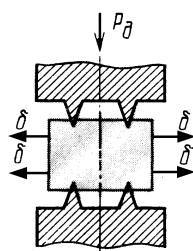
**Обжатие** применяют для уменьшения внутренних размеров полых деталей за счет уменьшения наружных. Направление действующей силы совпадает с направлением требуемой деформации. Этот вид обработки применяют для восстановления деталей с изношенными внутренними поверхностями, уменьшение наружных размеров которых не имеет большого значения.



Обжатием восстанавливают корпуса масляных насосов гидросистем тракторов, втулки из цветных металлов, наружные поверхности которых затем омедняют, отверстия в проушинах рулевых сошек, рычагах поворотных цапф, цилиндры амортизаторов, зубчатые муфты с изношенными внутренними зубьями, звенья гусениц с изношенными проушинами под пальцы и др. Такое восстановление проводят под прессом в специальном приспособлении в холодном состоянии или при нагреве деталей.

Восстановление тонкостенных полых изделий, изношенных по внутреннему диаметру, например, гильз цилиндров автотракторных двигателей, (термопластичеакое обжатие) производится также обжатием детали в матрице за счет теплового на нее воздействия (нагрев детали ТВЧ и охлаждение матрицы). Наружные посадочные пояски гильз при этом восстанавливают металлизацией, плазменным напылением или электроконтактной приваркой стальной ленты. Разработанная технология позволяет восстанавливать гильзы цилиндров повторно.

**Вдавливание** объединяет в себе одновременно осадку и раздачу, так как деформирующая сила направлена под углом к направлению деформации. Длина детали не изменяется. При вдавливании происходит одновременно осадка и раздача, увеличение размеров наружных поверхностей происходит за счет перемещения материала детали с ее нерабочих участков к периферии.

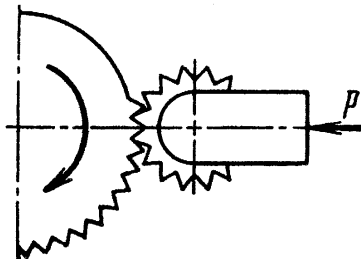


Вдавливанием ремонтируют клапаны при уменьшении диаметра головки и высоты цилиндрического пояса, изношенные боковые поверхности шлицев, шаровых пальцев, зубьев шестерен, нагревая их в специальных штампах или используя ролики, клинья и др.

Разработан ротационный метод восстановления зубчатых колес пластической деформацией. Он основан на обкатывании деформируемого вдавливанием инденторов зубчатого колеса профилирующим инструментом (накатником) при постоянном межцентровом расстоянии в передаче накатник-заготовка. При использовании этого метода в результате комбинированного воздействия инденторов и накатника на пластический материал зубчатого венца в зоне деформации создается силовое поле, под влиянием которого каждый элементарный объем зубчатого колеса перемещается в направлении наименьшего сопротивления (в зону износа),

претерпевая деформацию под влиянием изменяющегося напряженного состояния. Основными достоинствами способа восстановления зубчатых колес ротационным деформированием является высокая производительность процесса (0,5...1,5 мин на одну шестерню), а также то, что по долговечности восстановленные детали не уступают новым изделиям.

**Накатка** применяется для увеличения наружного или уменьшения внутреннего диаметра деталей вытеснением металла отдельных участков рабочих поверхностей. Направление деформирующей силы противоположно требуемой деформации.



Деталь устанавливают в патроне или центрах токарно-винторезного станка, а оправку с зубчатым роликом — на суппорте станка вместо резца. Восстанавливают детали с твердостью не более HRC 25...30. При большей твердости их необходимо отпустить. Наиболее часто накатывают роликом с шагом зубьев 1,5...1,8 мм. Накатку деталей из среднеуглеродистых сталей ведут при скорости 10...15 м/мин, продольной подаче 0,4...0,6 мм/об, угле заострения зуба инструмента 60...70° и охлаждении машинным маслом. Необходимо получить поверхность с высокой несущей способностью при минимальном уменьшении площади опорной поверхности. Поднятый металл (гребешок) в поперечном сечении должен иметь форму трапеции, а не треугольника. Высота подъема металла на сторону не должна превышать 0,2 мм, а уменьшение опорной поверхности — 50 %.

Этим способом можно восстанавливать посадочные места (подшипников на валах и в корпусных деталях) при небольших на них нагрузках, а также вкладыши перед нанесением антифрикционного слоя или пластмассы.

**Электромеханическая обработка** — разновидность восстановления деталей пластическим деформированием, отличающаяся локальным нагревом восстанавливаемой поверхности с одновременным деформированием разогретого участка.

При вращении детали и продольной подаче суппорта твердосплавная высаживающая пластина деформирует нагретый до температуры 800...850°C металл, в результате чего на поверхности детали образуется винтовая канавка и выпученность. Режим обработки выбирают таким образом, чтобы диаметр детали увеличивается с учетом припуска на последующую обработку. Вторым проходом сглаживающей пластины высаженную поверхность обрабатывают до необходимого размера. Режим обработки: ток 400...600 А, напряжение 2...6 В.

Для подвода тока к детали на патроне устанавливают медное кольцо и медно-графитовые щетки. В качестве источника питания используют обычный сварочный трансформатор, имеющий 3...4 витка независимой дополнительной обмотки проводов сечением 120 мм<sup>2</sup>. Этим же проводом подводят ток к детали и державке.

**Преимущества** электромеханической обработки — высокая производительность, возможность увеличения диаметра малоизношенных деталей без дополнительного материала, отсутствие коробления деталей, низкая себестоимость восстановления.

Основные **недостатки** — трудность получения в процессе обработки сплошного контакта инструмента, с поверхностью, недостаточная стойкость высаживающих и сглаживающих пластин, быстрая утомляемость оператора.

Электромеханическим способом восстанавливают преимущественно поверхности валов неподвижных соединений (посадочные места под подшипники, шестерни, шкивы и др.) с износом до 0,25 мм. Восстановленная поверхность получается прерывистой, и площадь контакта уменьшается. Если площадь контакта остается более 60 % первоначальной сплошной, то прочность сопряжения с гладкой поверхностью втулки (кольца подшипника) оказывается

вполне достаточной благодаря более высокой твердости, полученной при обработке, и "шпоночному эффекту", возникающему за счет упругих деформаций сопрягаемых поверхностей.

При большом износе винтовые канавки на поверхности детали заполняют эпоксидной композицией или контактной приваркой проволоки в канавку с последующим сглаживанием, что компенсирует уменьшающуюся площадь контакта посадочного места с кольцом подшипника.

При восстановлении деталей электромеханической высадкой и сглаживанием на обработанной поверхности образуется упрочненный слой высокой твердости толщиной 0,10...0,15 мм, появление которой вызывает повышенное сопротивление усталости детали.

### 3.2 Применение сварки, наплавки, пайки и газотермических способов нанесения покрытий при восстановлении деталей

**Наплавкой** называется процесс нанесения на расплавленную поверхность детали расплавленного металла.

Применяют:

- для восстановления изношенных поверхностей деталей;
- для повышения износостойкости поверхностей трения.

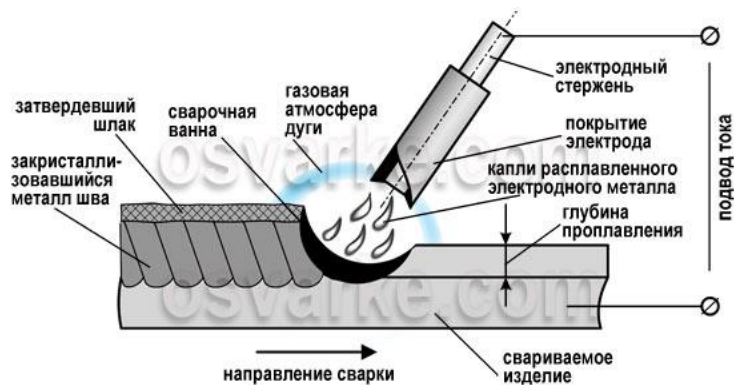


Рис. 4.1 Принципиальная схема ручной дуговой сварки

**Ручная дуговая сварка применяется:**

- для заварки трещин в деталях;
- для восстановления рам и металлоконструкций;
- для приварки отломанных частей деталей;
- для нанесения покрытий на поверхности деталей сложной формы.



Рис. 4.2 Восстановленное ручной наплавкой направляющее колесо трактора Т-130М (Дубровно, ремонтный цех)

**Ручная дуговая наплавка может осуществляться:**

- **неплавящимися** угольными, графитовыми или вольфрамовыми электродами;
- **плавящимися** металлическими электродами.

*Неплавящиеся электроды (угольные, вольфрамовые) используют в основном при сварке цветных металлов и наплавке изношенных поверхностей твердыми сплавами.* Во всех остальных случаях применяют плавящиеся электроды.

Качество сварочного шва зависит от правильного выбора типа и марки электрода и режимов сварки (наплавки).

Сварку (наплавку) ведут на переменном или постоянном токе.

При сварке на переменном токе на (+) и на (-) выделяется примерно одинаковое количество теплоты.

При сварке (наплавке) на постоянном токе теплота, выделяемая электрической дугой, распределяется (примерно) следующим образом: на положительном полюсе — 43% на отрицательном — 36% и в электрической дуге — 21%. Поэтому толстостенные детали или детали средней толщины рекомендуется сваривать на прямой полярности (+ деталь). То же при резке металлов.

Наплавку изношенных поверхностей следует вести на обратной полярности (+ на электроде), рис. 3.

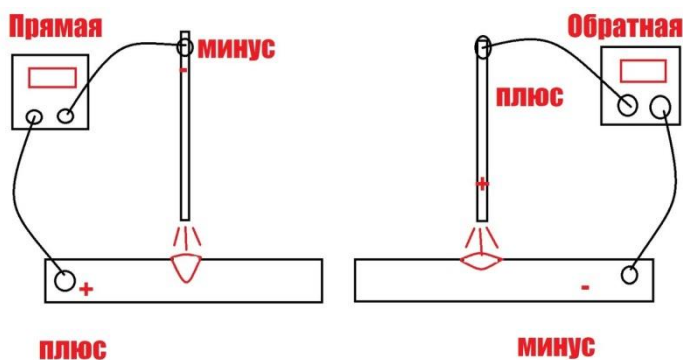


Рис. 4.3 Подключение источника сварочного тока при прямой и обратной полярности

Стержни электродов обычно изготовлены из проволоки Св-08 диаметром от 1,6 до 12 мм. Типы и марки электродов отличаются друг от друга покрытием (обмазкой).

**Выбор электрода зависит:**

- от характера устраняемого дефекта;
- марки материала детали (сталь, чугун, алюминий);
- требований к наплавляемому слою.

**Основные функции покрытия электрода:**

- **поддерживать стабильность горения дуги;**
- **производить шлак** для образования шлаковой корки;
- **образовывать защитный газ**, для отталкивания из зоны горения дуги азота и кислорода
- **выполнять раскисление** возникающих окислов основного металла в зоне горения дуги;
- **легировать металл шва** для улучшения его свойств.

Поэтому в состав обмазки вводятся: **стабилизирующие, газообразующие, шлакообразующие, раскисляющие, легирующие и связующие составляющие.**

Электроды классифицируются:

- по назначению;
- по типам и маркам;
- по толщине покрытия;
- по видам покрытия;
- по допустимым пространственным положениям сварки;
- по роду и полярности сварочного тока;

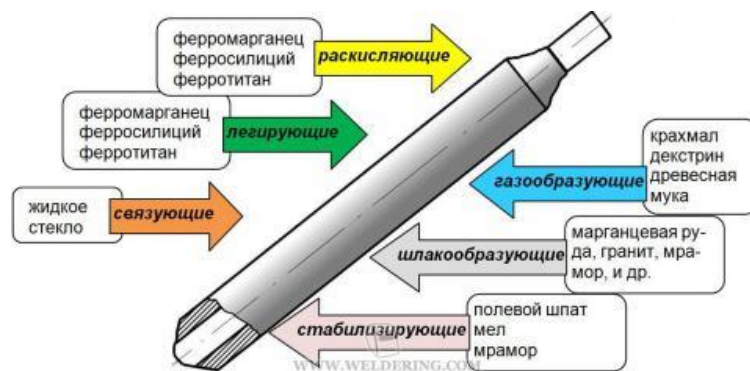


Рис. 4.4 Состав обмазок электродов

По назначению:

- для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей, (У);
- для сварки легированных конструкционных сталей, (Л);
- для сварки высокопрочных сталей, (Т);
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами, (Н).

**Тип электрода** определяет механические характеристики: временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, особые свойства (теплоустойчивость, износоустойчивость и др.) наплавленного металла.

Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей стандартом предусмотрено 9 типов электродов (Э-38, Э-42, Э-42А, Э-46, Э-46А, Э-50, Э-50А, Э-55, Э-60).

Э – электродуговая;

**Числа 38...60** – указывают минимальное, гарантируемое временное сопротивление разрыву наплавленного металла электродами данного типа (МПа, кг/мм<sup>2</sup>).

Например, электроды Э-46 должны обеспечить временное сопротивление разрыву **не менее 46 МПа** (кг/мм<sup>2</sup>).

- Буква **А** означает, что электрод данного типа обеспечивает более высокие **пластические свойства наплавленного металла и более высокую ударную вязкость**.

**Электроды с меловой обмазкой**, состоящей из 70—80% молотого мела и 20—30% жидкого стекла (Na<sub>2</sub> Si O<sub>4</sub>), относятся к типу Э-34. Меловая обмазка выполняет **только стабилизирующие функции**, т. е. способствует устойчивому горению дуги.

Остальные типы и марки электродов имеют качественную многокомпонентную обмазку. Эта обмазка, кроме стабилизирующих, содержит защитные, шлакообразующие и газообразующие, а иногда дополнительно раскисляющие и легирующие элементы.

**Марка электрода** – это промышленное обозначение, которое присваивается разработчиком или изготовителем электродов (торговая марка). Поэтому каждому конкретному типу электродов может соответствовать несколько марок электродов. Например:

- к типу Э-46 относятся электроды марок: АНО-3, АНО-6, МР-1, ОЗС-4 и др;
- к типу Э-42 – электроды марок ОЗЦ-1,0ММ-5;
- к типу Э-42А — электроды ЦМ-8, УОНИ-13/45П, ОЗС-3
- к типу Э-50А —электрод УОНИ-13/55 и др.

**По толщине покрытия** в зависимости от отношения диаметра электрода (D) к диаметру стального стержня (d) электроды подразделяются:

- с тонким покрытием D/d= до 1,20, обозначение **М**;
- со средним покрытие D/d=1,2... 1,45 – **С**;
- с толстым покрытием D/d =1,45 ... 1,85 – **Д**;
- с особо толстым покрытием D/d) более 1,85 – **Г**.

По видам покрытия:

- с **кислым** покрытием (в основе оксиды железа. Имеют окислительный характер из-за выделения кислорода. Электроды ОММ-5, СМ-5, ЦМ-7, МЭЗ-4 и др), обозначение – **А**;

- с **основным покрытием** (В основе фтористые соединения. Электроды ОЗЛ-8, УОНИ 13/55) – **Б**
- с **органическим покрытием** (до 50% целлюлозы. Электроды ВСЦ-4) – **Ц**;
- с **рутиловым покрытием** – **Р** (в обмазке до 50% окиси титана. Электроды МР-3, ОЗС-6, ОЗС-4, [АНО-21](#), ЗРС-1 и ЗРС-2.);
- **покрытие с повышенным содержанием железного порошка** (увеличивает скорость осаждения металла) – **Ж**;
- с **прочими видами покрытия** – **П**;
- с **покрытием смешанного вида** (имеют соответствующее двойное обозначение).

**Углеродистые и легированные стали со средним и высоким содержанием углерода** свариваются труднее и склонны к образованию пор и трещин, поэтому при сварке и наплавке средне- и высокоуглеродистых и легированных сталей **требуется предварительный подогрев деталей.**

Содержание углерода, %	0,2...0,3	0,3...0,45	0,45...0,8
Температура подогрева, °С	100...150	150...250	250...400

Параметры режимов сварки и наплавки: **род тока и полярность, диаметр электродной проволоки, величина сварочного тока и напряжение дуги.**

Диаметр электрода при наплавке *подбирают в зависимости от толщины наплавляемого слоя.*

Силу сварочного тока выбирают в зависимости от диаметра электрода по следующей зависимости, А:

$$I_{св} = (20 + 6d_э) d_э \quad \text{или} \quad I_{св} = K d_э$$

где  $d_э$  – диаметр электрода, мм,

$K$  – коэффициент пропорциональности А/мм,

$d_э$ , мм	1...2	3...4	5...6
$K$ , А/мм	25...30	30...45	45...60

Таблица. Зависимость величины сварочного тока и диаметра электрода от толщины свариваемого металла

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А
1	2	20...30	8...12	5	210...230
2	2...3	40...70	16...20	5...6	240...280
3	3	70...120	Более 20	6	260...300
4...6	4	140...150			

Наплавочный электрод типа **ЭН-14Г2Х-30** означает: электрод наплавочный, в наплавленном слое будет содержаться: **0,14% углерода, 2% марганца, 1% хрома, твердость слоя — около 30 HRC.**

Для наплавки деталей машин применяются электроды марок:

- **ОЗН-300, ОЗН-400**;
- для наплавки деталей из высокомарганцевистой стали — **ОМГ-Н**;
- для наплавки быстроизнашивающихся деталей, которые работают в условиях абразивного изнашивания, — электроды марок **Т-590, Т-620, ЦС-1 и ЦС-2** (сормайт) и др.

**Сормайт** – это литые твёрдые высокоуглеродистые и высокохромистые сплавы на основе **железа** с высоким содержанием **хрома**, **никеля** и **кремния**.

Термин – на основе слова «Сормово» путём добавления к нему окончания «-айт» (по аналогии с white – белый).

**Сормайт № 1**, твёрдостью (порядка 50 HRC), по химическому составу и своей структуре близок к **высоколегированным белым чугунам**. Он содержит 25...31 % **хрома**, 2,5...3,5 % **углерода**, 2,8...4,2 % **кремния**, 3...5 % **никеля**, до 1,5 % **марганца**.

**Сормайты** широко применяются в качестве наплавочных материалов для значительного повышения износостойкости поверхностей инструментов и деталей машин, которые эксплуатируются в условиях сильного абразивного износа.

В последние годы для получения наплавленных слоев высокой твердости применяют **трубчатые наплавочные электроды ЭТН-1, ЭТН-2, ЭТН-3, ЭТН-4**. В качестве наполнителя используют твердые сплавы, чаще всего сормайт, ферросплавы, карбид вольфрама.

Для холодной сварки (наплавки) деталей из чугуна (без подогрева детали) применяют электроды марок **ОМЧ-1, МСТ, МНЧ-1 ЦНИИВТ, ЦЧ-3А, АНЧ-1** и др.

Для сварки чистого алюминия применяют электроды марки **ОЗА-1**, а для сварки сплавов алюминия — **ОЗА-2**.

### Обозначение электродов

Условное обозначение электродов, которое указывается на этикетке упаковочной тары, представляет собой группу индексов, разделенных горизонтальной линией и включающих следующие данные:

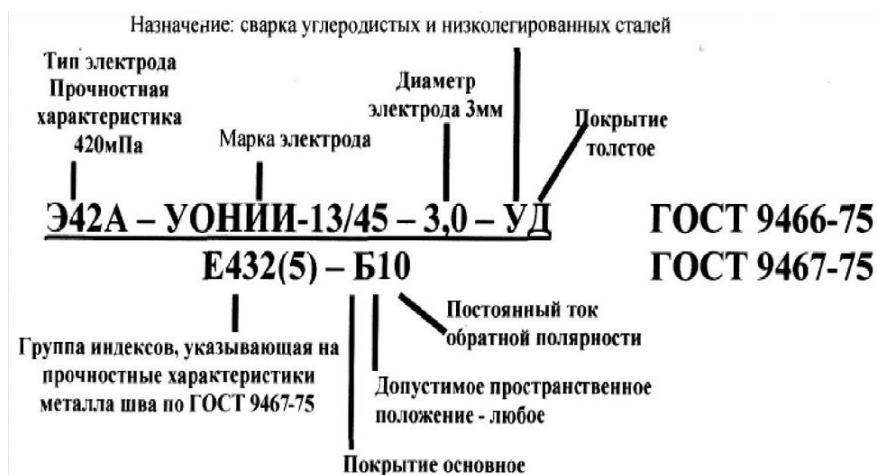


Рис. 4.5 Условное обозначение электродов

В качестве источников питания электроэнергией при ведении дуговой сварки и наплавки применяют:

- сварочные трансформаторы переменного тока **ТС-120, ТС-300, ТС-500, ТСК-300, ТСК-500** (число обозначает величину номинального сварочного тока);
- преобразователи **ПСО-120, ПСО-300, ПСО-500, ПСО-800** (представляют собой агрегаты, состоящие из сварочного генератора постоянного тока и электродвигателя);
- выпрямители постоянного тока **ВСС-120-4, ВСС-300-3** (С – селеновые), **ВКС-120, ВКС-300, ВКС-500** (К – кремниевые).

### **Газовая сварка и наплавка при восстановлении деталей машин**

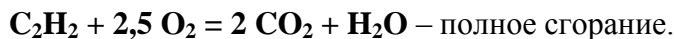
#### Применяется:

- для сварки деталей из тонколистовой стали, деталей из чугуна, цветных металлов и сплавов,
- наплавки твердых сплавов,
- резки металлов;
- пайки твердыми припоями;
- сварки пластмасс.

Источники тепла:

- ацетилено-кислородное пламя;
- пропан-бутановое;
- водородное (электролизёры).
- метил-ацетиленовая фракция (МАФ)

### Ацетилено-кислородное пламя



Температура горения **3150 °С**.

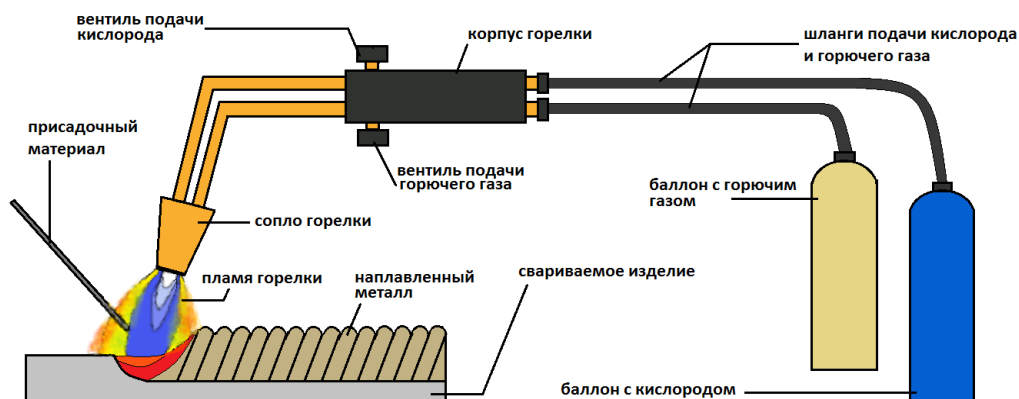


Рис. 4.6 Схема ручной газовой наплавки

Коэффициент избытка кислорода

$$\alpha = \text{O}_2 / \text{C}_2\text{H}_2$$

- при  $\alpha = 1,0 \dots 1,5$  – *пламя нейтральное* – сварка и наплавка стальных, алюминиевых и медных деталей;
- при  $\alpha < 1$  – *пламя восстановительное* – при сварке и наплавке чугуновых и высоколегированных стальных деталей;
- при  $\alpha > 1$  – *пламя окислительное* – при сварке и резке латуни.

### Обеспечение процесса:

**Кислород:** высший сорт – **99,5 %**, первый сорт – **99,2 %**; второй сорт – **98,2 %**.

**Оборудование:** генераторы ацетилена ГНВ-1,25; ГВР-3; АСМ-1-66

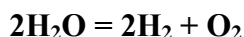
**Горелки:** ГС-53, ГСМ-53 (8 номеров от 0 до 7)

### Пропан-бутановое пламя

$\text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2$  применяется в основном для резки металла.

Электролизёры (изобретатели: **Воронин Ю. А.**; **Кондауров В. П.** Дата начала действия патента: 1990 г.)

Водород получается путем распада воды под действием электрического тока.



Температура горения **2600 °С** и *пламя окислительное*. При добавлении около **2 % бензина (бензола)** – *пламя нейтральное* и можно проводить сварочные работы, рис.7.

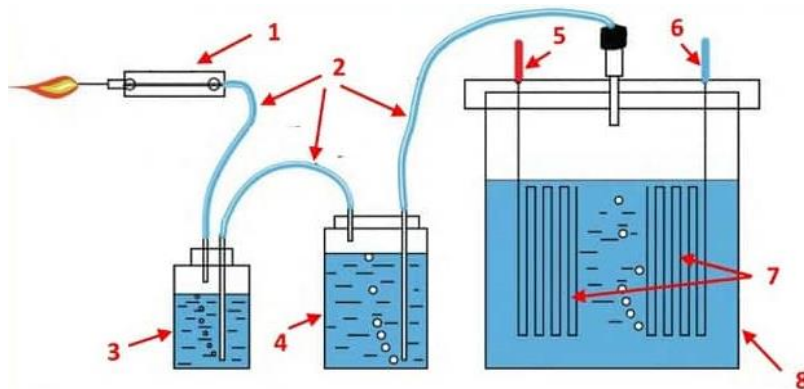


Рис. 4.7 Схема работы электролизера:

1. Сопло горелки; 2 – Резиновые трубки; 3 – Второй водяной затвор;  
4 – Первый водяной затвор; 5 – Анод; 6 – Катод; 7 – Электроды; 8 – Ванна электролизера.

Использование двух последовательных затворов повышает безопасность работы, исключая проскок пламени от аппарата в электролизёр.

Газ, в составе которого: кислород и водород подаются в горелку.

С изменением напряжения на электродах изменяется и сила тока, что влияет на количество выделяемого при электролизе газов.

**Метилацетилен-алленовая фракция (МАФ-газ)** (англ. *Methylacetylene-propadiene gas, MPS*) – это название сжиженного газа, представляющего собой соединение двух компонентов — сжиженного метилацетилена и 25 % пропана. В настоящее время МАФ-газ используется в качестве эффективной альтернативы ацетилену при газопламенной обработке металла. В том числе он применяется при газовой резке и сварке различных металлических изделий.

При использовании МАФ-газа качество соединения между двумя металлическими элементами ничем не уступает шву, полученному с применением ацетиленокислородного пламени, в то время как уровень финансовых затрат снижается более чем в 2 раза.

Технология сваривания металлов с использованием *МАФгаза* получила большую популярность и широко применяется в высокоразвитых странах мира, в том числе государствах-членах Евросоюза и США. При этом в странах постсоветского пространства этот метод получил менее широкое распространение из-за сложности производства такой смеси в промышленных объемах.

## Особенности восстановления чугунных и алюминиевых деталей

### Сварка чугунных деталей.

Чугун: – сплав железа с углеродом при  $C > 1,7\%$ . Обычно  $C = 2,5...5\%$ . Кроме того: сера, кремний, марганец, фосфор.

Чугун – **серый, белый (отбеленный), ковкий.**

В *сером* – углерод находится в свободном состоянии в виде пластинок.

В *белом* (отбеленном) – углерод в связанном состоянии  $Fe_3C$  (карбид железа или цементит).

В *ковком* – получаемом при нагреве белого чугуна до  $900...950\text{ }^\circ\text{C}$  и выдержке (томлении). При этом  $Fe_3C$  распадается на  $Fe$  и  $C$ . Графит находится в **хлопкообразном** свободном состоянии.

Элементы, влияющие на свариваемость чугуна:

**Кремний (С)** способствует распаду  $Fe_3C$ , т.е. препятствует отбелу.

**Марганец (Mn)** способствует отбелу чугуна, ухудшает его свариваемость.

**Сера (S)** способствует отбелу чугуна, повышает хрупкость.

**Фосфор (P)** уменьшает растворимость цементита и затрудняет свариваемость.

### Способы сварки

- **горячий** – нагрев до 600...800 °С, проведение сварочных работ, охлаждение с печью;
- **полугорячий** – подогрев зоны работ до 300...400 °С и медленное охлаждение;
- **холодный** – без нагрева детали.

Чаще применяется холодная (без подогрева детали) сварка чугуна, выполняемая следующими способами:

- стальным малоуглеродистым электродом (метод отжигающих валиков, рис. 8);
- специальными электродами ПАНЧ-11, МНЧ-1, МНЧ-2, ОЗЧ-1 и др;
- биметаллическим электродом или пучком электродов.



Рис. 2 24. Метод отжигающих валиков и резьбовых шпилек при заварке трещин в чугунных деталях

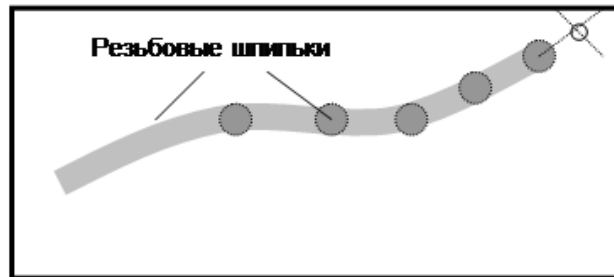


Рис. 4.9 Сварка методом отжигающих валиков

При наложении второго и последующего валиков первые валики нагреваются и остывают с меньшей скоростью, поэтому значительная часть цементита распадается, получается более мягкий сплав с меньшей степенью отбеливания. Структура различных зон сварки получается неодинаковой, однако в среднем она лучше, чем при обычной сварке. Эффективно использовать способ отжигающих валиков в комплексе со шпильками. Для устранения продолжения трещины на ее оси сверлятся отверстия диаметром 2..3 мм.

Однако этот способ холодной сварки малопроизводителен, поэтому, чаще всего, используются другие способы сварки чугунных деталей.

Если требуется хорошая обрабатываемость шва и допускается невысокая прочность, то используются **медно-никелевые электроды МНЧ-1, МНЧ-2**. Никель, входящий в состав электродов, не образует соединений с углеродом, поэтому шов имеет невысокую твердость и хорошо механически обрабатывается. Хорошие результаты при сварке чугуна дает использование сварочной проволоки ПАНЧ-11 (около 70% никеля).

Электроды ОЗЧ-4, изготавливаемые из медной проволоки с фтористо-кальциевой обмазкой, обеспечивают прочный, но труднообрабатываемый шов, представляющий собой медь, насыщенную железом.

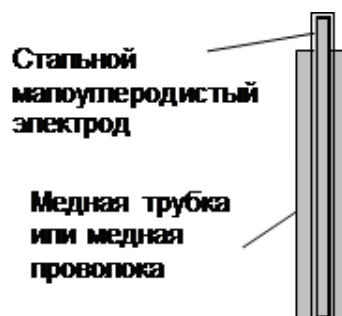


Рис. 4.10 Медно-стальной электрод

При отсутствии специальных электродов изготавливаются **биметаллические электроды** (рис. 9) намоткой медной проволоки или надеванием медной трубки (меди до 70% от железа) на стальной стержень или малоуглеродистый стальной электрод. Сварной шов также представляет собой медь с вкраплениями железа, прочность его составляет до 60 ....70% от прочности основного металла.

Для сварки толстостенных чугуновых деталей используют пучок электродов. Электрическая дуга автоматически перемещается с одного электрода на другой, поэтому тепло распространяется на большую площадь, шов медленнее охлаждается и поэтому меньше отбеливается. Пучок может также состоять из одного медного и одного стального, или двух медных и одного стального электродов.

**Газовую ацетилено-кислородную сварку чугуна** ведут нейтральным пламенем или с небольшим избытком ацетилена. Присадочный материал — чугуновые прутки диаметром 6 ...8 мм. При газовой сварке используются флюсы:

- бура;
- смесь 50 % буры, 47 % двууглекислого натрия и 3 % окиси кремния;
- смесь 56 % буры, 22 % углекислого натрия и 22 % углекислого калия.

**Сложности сварки деталей из алюминиевых сплавов:**

- очень плохая сплавляемость металла из-за образования  $Al_2O_3$  с температурой плавления

**2050 °С:**

- при нагреве до 400...450 °С алюминий резко теряет прочность и может разрушиться от легкого удара или под действием собственной массы;
- металл не имеет пластичного состояния – переходит из твердого состояния в жидкое;
- коэффициент линейного расширения в 2 раза, а теплопроводность в 3 раза выше, чем у стали, что ведет к образованию больших внутренних напряжений;
- большая растворимость водорода в алюминиевых сплавах, что приводит к образованию пор.

Несмотря на эти сложности можно получить качественные сварные швы одним из способов:

- газовой сваркой, как без флюса, так и с флюсом;
- электродуговой сваркой плавящимся электродом;
- электродуговой сваркой неплавящимся угольным электродом;
- аргоно-дуговой сваркой неплавящимся вольфрамовым электродом, рис. 10.

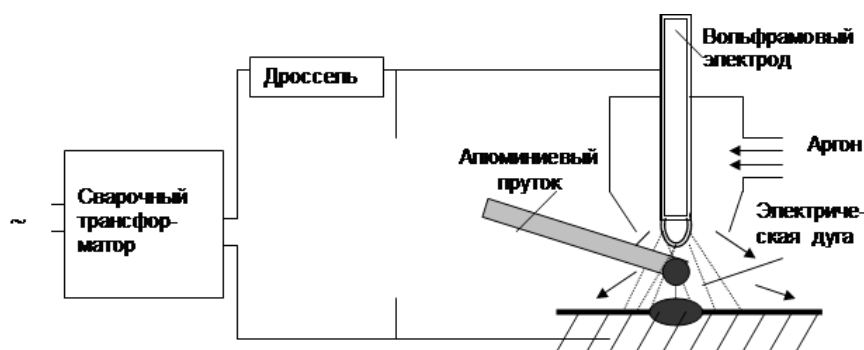


Рис. 4.11 Схема аргоно-дуговой сварки алюминиевых деталей

**Газовую сварку без флюса** проводят восстановительным пламенем с небольшим избытком ацетилена. Внутренние полости детали набивают песком, на деталь, подогретую до 250 – 300 °С, укладывают присадочный материал (металл однородный с деталью) и пламенем горелки одновременно подогревают материал и деталь, а с помощью стального крючка удаляют окисную пленку  $Al_2O_3$  и пододвигают расплавленные куски материала к трещине, перемещая крючком, добиваясь надежного сваривания.

Для разрушения окисной пленки чаще всего используется **флюс АФ-4А**, представляющий собой смесь **хлористых и фтористых солей натрия, калия и лития**. Флюс активно разъедает металл, поэтому после сварки необходимо тщательно удалять остатки флюса и промывать деталь проточной водой.

Электродуговую сварку детали ведут алюминиевым прутом, предварительно покрытым флюсом, или флюс насыпают на кромки трещин и водят по нему прутом, или пруток во

время сварки обмакивают во флюс. Для улучшения структуры шва и снятия внутренних напряжений деталь при сварке желательнее нагревать до 300 ...350 °С.

**Сварка алюминия угольным электродом** применяется реже, чем другими способами. Процесс выполняется аналогично газовой сварке с флюсом.

**Механизированные способы** сварка и **наплавки** способствуют улучшению качества ремонтируемых деталей, резкому повышению производительности труда и снижению себестоимости ремонта.

Разновидности наплавки: под слоем флюса, электрошлаковая, В среде защитных газов, вибродуговая, газопламенная, плазменная, лазерная, индукционная и др.

#### **Автоматическая наплавка под слоем флюса.**

Наплавка под слоем флюса представляет собой процесс, во время которого сварочная дуга между сварочным электродом и металлической деталью защищается с помощью слоя предварительно расплавленного флюса - толщина слоя при этом может колебаться от 20 до 40 миллиметров. Стоит отметить, что до расплавленного состояния флюс доводится при помощи той же сварочной дуги

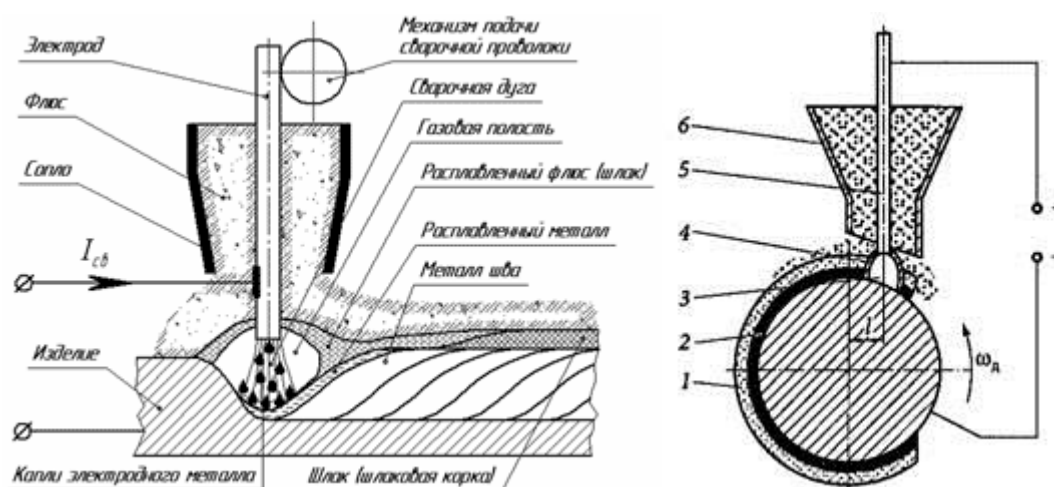


Рис. 5.1 – Схема наплавки под слоем флюса: 1 - шлаковая корка; 2 – наплавленный металл (металл шва); 3.- газовая полость; 4 -расплавленный флюс (эластичный мешок); 5 -электродная проволока; 6.-бункер флюса

#### **Флюсы:**

- плавленные – АН-348А, АН-60, ОСЦ-45, АН-20, АН-28;
- керамические – АНК-18, АНК-19, (легирующие составляющие: феррохром, ферротитан и др).
- флюсы-смеси.

**Плавные флюсы** выполняют функции:

- стабилизации горения дуги (ионизация междуэлектродного промежутка);
- защитные (шлакообразующие и газообразующие);
- раскисляющие.

Получают плавный флюс путем расплавления составляющих при температуре около 1200 °С с последующим сливом расплава в холодную воду. При резком остывании расплав растрескивается на кристаллы, просушивается и разделяется на фракции.

**Керамические флюсы** кроме выше перечисленных функций – *легируют наплавленный шов*, повышая износные и другие свойства. Эти флюсы получают путем смешения предварительно измельченных составляющих с 18...20 % жидкого стекла  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$

#### **Электродная проволока:**

- малоуглеродистые (Св-0,8, Св-08А, Св-15);
- марганцовистые (Св-08Г, Св-08ГА, Св-15Г);
- кремне-марганцовистые (Св-ГС);
- высоко углеродистые Нп-65Г и высоко легированные – Нп-30ХГСА, Нп-3Х13.

**Режимы наплавки:**

- Наименьший диаметр наплавляемой детали **45 мм**;
- полярность – **обратная**;
- сварочный ток:

$$I_{св} = 40\sqrt[3]{D},$$

- D** – диаметр детали, мм;
- сварочное напряжение:

$$U = 21 + 0,04 I_{св};$$

- скорость подачи электродной проволоки, м/ч:

$$V_{пр} = 4 \alpha_n I_{св} / \pi d^2 \rho,$$

- Где:  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки,  $\alpha_n = 7...12$  г/А ч;
- d** – диаметр электродной проволоки, мм;
- $\rho$  – плотность металла стальной проволоки, г/см<sup>2</sup>;  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>;
- скорость наплавки, м/ч:

$$V_n = \alpha_n I_{св} / h s \rho;$$

- где **h** – толщина наплавленного слоя, мм
- s** – шаг наплавки, мм/об,  $s = (2...3)d$ ,

- частота вращения детали, мм:

$$n_d = 1000 V_n / 60 \pi D;$$

- смещение электрода, мм:  $e = (0,05...0,07)D$ .

**Оборудование.** На предприятиях по ремонту машин широкое распространение для наплавки деталей получили:

- *автоматические аппараты* **А-384МК, А-409, А-508М, А-874Н, АБС, А-929, А-1030, ОКС, А-580**;
- *сварочные преобразователи* (**ПС-300, ПСУ-300, ПСГ-500, ПСУ-500**);
- *сварочные выпрямителями* (**ВСУ-300, ВСУ-500, ВСС-300, и др.**).

Наплавку под слоем флюса применяют при восстановлении деталей, имеющих большой износ и диаметром не менее 45 мм.

Таблица 5.1 Режимы наплавки под слоем флюса

Диаметры, мм		Режим наплавки				
Детали	Проволоки	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость, м/ч		Смещение электрода, мм
				Подачи проволоки	Наплавки	
40...50	1,6...2,0	110...130	25...28	70...100	14...18	4...5
60...70	1,6...2,0	170...180	26...28	70...120	20...24	5...6
80...90	2,0	170...200	26...29	110...150	20...24	6...7
100	2,0	180...220	26...29	120...150	20...24	7...8



Рис. 5.3. – Процесс наплавки под слоем флюса

### Наплавка порошковыми проволоками и лентами.

-трубчатыми электродами марок ЭТН-1, ЭТН-3, ЭТН-5;

-порошковой проволокой ПП-АН-124, ПП-Г13Н4 – О;

-порошковыми лентами ПЛ-628, ПЛ-634.

**Трубчатый электрод** – свернутая трубка из ленты толщиной ленты 0,3... 0,5 мм. Внутри ее смесь из сталинита, ферромарганца и др. Получаемая твердость слоя до HRC 55...58.

**Порошковая проволока** – трубка, наполненная шихтой (мелкая чугунная стружка, ферромарганец, ферросилиций, чугунный порошок и др.), HRC до 60 единиц.

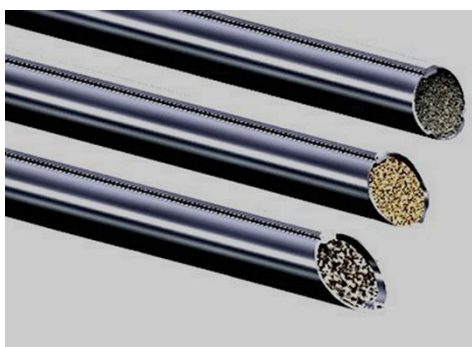


Рис. 5.4 – Устройство порошковой проволоки



Рис. 5.5 – Товарная порошковая проволока

**Порошковая лента** – вариант порошковой проволоки

Для открытой дуги – с буквой О (ПП-Г13Н4-О)

Коэффициент наплавки  $K_n = 12...20$  г/А ч

Ток обратной полярности.

ПП-АН 125 – для деталей, работающих в абразивной среде, HRC 50...58

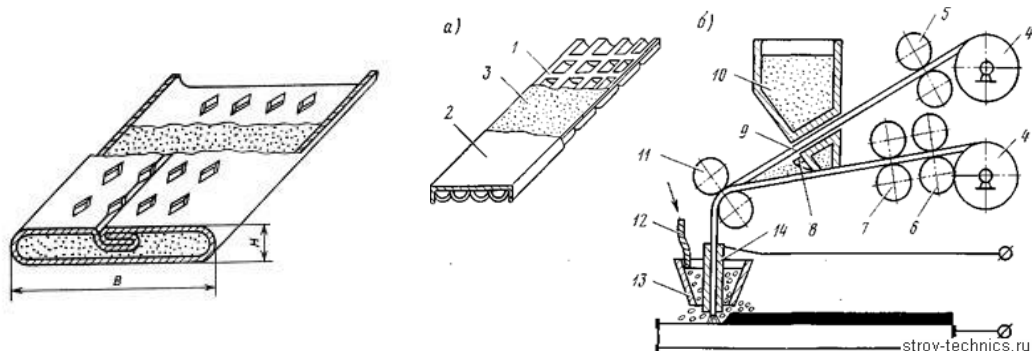


Рис. 5.6 –Порошковая лента и ее изготовление

## Электрошлаковая наплавка

Электрошлаковая наплавка (ЭШН) — разновидность [электрошлакового процесса](#), при которой оплавление основного и расплавление присадочных металлов происходит за счет тепла, выделяющегося в шлаковой ванне при протекании через неё электрического тока, рис. 7, 8, 9.

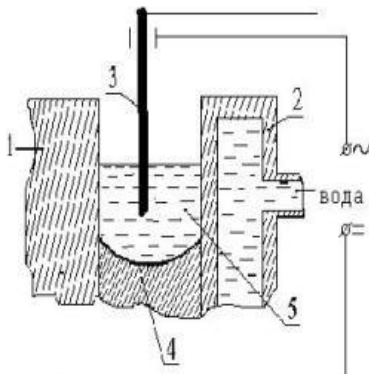


Рис. 5.7. – Схема электрошлаковой наплавки: 1.-деталь; 2.-медный кокиль, охлаждаемый водой; 3 электрод; 4.-наплавленный металл; 5.-расплав

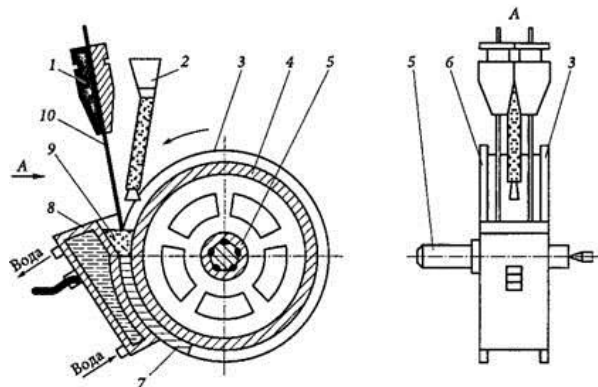


Рис. 5.8 Электрошлаковая наплавка круглой детали: 1 – мундштук; 2 – бункер с флюсом; 3, 6 – боковые держатели флюса; 4 – обод детали; 5 – привод детали; 7 – наплавленный металл; 8 – медный кокиль; 9 – ванна расплавленного флюса; 10 – электрод

### Режим наплавки:

Сварочное напряжение-25...30 В

Сила сварочного тока – до 1500 А

Флюс АН-348А и др.

Источники сварочного тока – выпрямители, сварочные преобразователи, включенные параллельно.

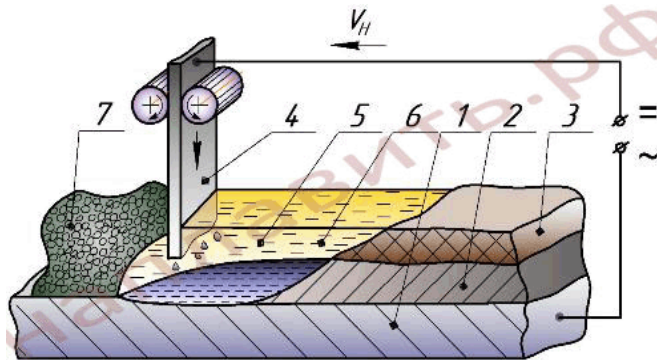


Рис. 5.9 -Электрошлаковая наплавка плоской детали лентой: 1 - изделие; 2 - наплавленный металл; 3 - шлаковая корка; 4 - электродная лента; 5 - шлаковая ванна; 6 - металлическая ванна; 7 - сварочный флюс.

### **Наплавка в среде защитных газов**

Особенностью этого вида сварки и наплавки является то, что в зону горения дуги подаются защитные газы, плотность которых значительно выше плотности воздуха (плотность  $\text{CO}_2$  равна 1,98, а аргона – 1,78  $\text{кг/м}^3$ ). Плотность воздуха при комнатной температуре 1,25...1,27  $\text{кг/м}^3$ .

#### Технологические преимущества:

- простота процесса сварки (наплавки);
- возможность сварки (наплавки) поверхностей, находящихся в различных пространственных положениях;
- возможность наблюдения за процессом;

- отсутствие необходимости очищать наплавленный шов от шлака, что важно при многослойной наплавке, и др.

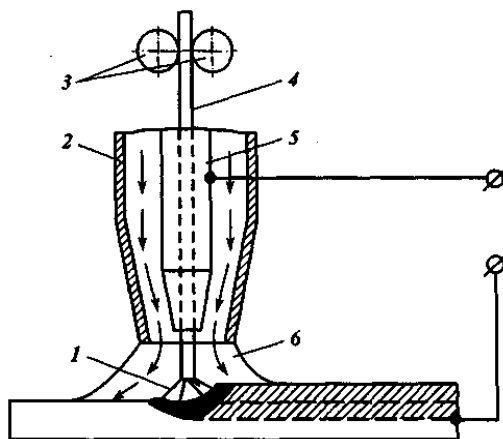


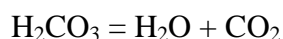
Рис. 5.11. – Схема процесса наплавки в среде защитного газа



Рис. 5.12. – Слой, наплавленный в среде углекислого газа

**Углекислый газ** ( $CO_2$ ) подается в зону сварки, тем самым оттесняет воздух и предохраняет металл от воздействия кислорода и азота. Сварку в среде углекислого газа применяют при сварке конструкций и наплавке поверхностей с относительно небольшими износами. Наибольшее применение процесс получил для заварки трещин и приварки заплат при ремонте облицовки, кабин тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.

Углекислый газ получают обычно из пищевой углекислоты  $H_2CO_3$  или специальной осушенной углекислоты. В 40 литровых баллонах содержится 20... 25 кг жидкой углекислоты под давлением 5,0... 6,0 МПа. В нормальных условиях из одного килограмма углекислоты при ее испарении получают **509 л** углекислого газа.



*При испарении температура углекислого газа и баллона резко падает, что может привести к замерзанию паров воды, находящихся в газе, и закупорке каналов вентиля и редуктора, перекрытию доступа газа к соплу горелки. В связи с этим углекислый газ подогревают с помощью электрических подогревателей.*

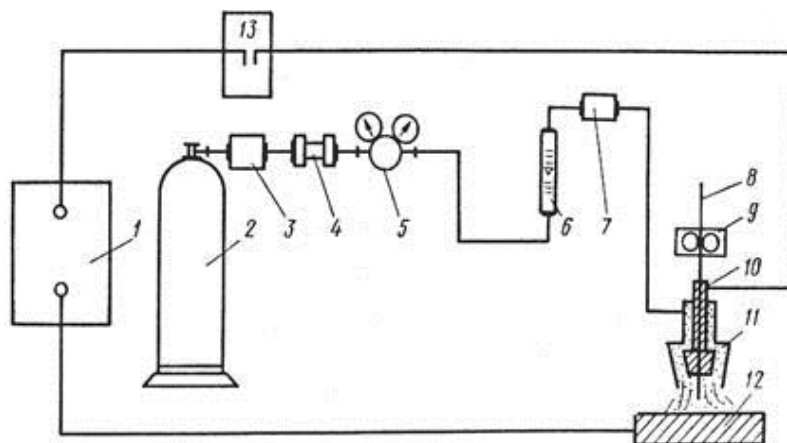


Рис. 5.13 – Схема подачи углекислого газа: 1 – Источник сварочного тока; 2 – баллон с углекислотой; 3 – подогреватель газа; 4 – влагоотделитель (осушитель газа); 5 – редуктор газовый; 6 – ротаметр-расходомер; 7 – отсекающий газ и подачи проволоки; 8 – наплавочная проволока; 9 – механизм подачи проволоки; 10 – мундштук; 11 – сопло; 12 – деталь

Для удаления влаги из углекислого газа применяют осушители. Реагенты (силикагель, медный купорос и др.), заполняющие осушитель, нужно периодически (не менее одного раза в неделю) прокалить при температуре 200... 250 °С в течение двух часов.

Углекислый газ  $\text{CO}_2$  нормально является газом нейтральным и защитным, но, попадая в зону горения дуги он распадается на оксид углерода  $\text{CO}$  и атомарный кислород  $\text{O}$ . Кислород является активным окислителем. Поэтому в составе сварочной проволоки должны обязательно присутствовать раскислители. Основными раскислителями для сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей являются кремний и марганец.

Сварка и наплавка проволокой, не содержащей раскислители, сопровождается повышенным разбрызгиванием металла, шов становится пористым, появляется опасность возникновения трещин.

Для сварки и наплавки в среде углекислого газа применяют проволоки марок: **Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС, Св-10ХГ2С, Св-18ХГСА, Нп-30ХГСА**. Кроме перечисленных, могут применяться порошковые проволоки **ПП-АН4, ПП-АН5, ПП-АН8** и другие.

#### Комплект оборудования:

- автоматическая головка с подающим механизмом;
- пульт управления;
- подогреватель;
- осушитель;
- отсекающий газ (механический или электромагнитный).

Пост автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки в углекислом газе (рис. 15), кроме узлов, входящих в комплект, дополнительно оборудуется понижающим редуктором, баллоном с углекислотой  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , резиновыми шлангами для подачи газа к горелкам, расходомером для определения расхода газа.

Сварка и наплавка в среде углекислого газа производятся **на постоянном токе обратной полярности**. Сварочный ток и диаметр электродной проволоки назначают в зависимости от химического состава и толщины свариваемого металла, числа слоев шва, применяемого сварочного оборудования. В зависимости от величины, сварочного тока, напряжения дуги, диаметра и химического состава электродной проволоки. Выбирают скорость подачи электродной проволоки с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивое горение дуги.

**Вылет электрода из мундштука должен быть в пределах 8... 14 мм.** Он зависит от удельного электрического сопротивления проволоки, ее диаметра, силы тока и существенно влияет на качество сварного шва. Расход углекислого газа, достаточный для защиты зоны сварки от воздуха, составляет 7... 10 л/мин. С возрастанием плотности тока расход газа должен быть увеличен.

Механизированную наплавку в среде углекислого газа целесообразно применять для восстановления цилиндрических *деталей диаметром 10... 40 мм*. Наплавку проводят при *напряжении 17... 20 В, силе тока 75... 90 А*. Электродную проволоку применяют *диаметром 0,8 ... 1,2 мм, смещение электрода с зенита должно быть в пределах 3... 8 мм, скорость подачи проволоки 175... 230 м/ч. Скорость наплавки 35... 45 м/ч, шаг наплавки 2,0...3,0 мм. При этом толщина наплавленного слоя достигает 0,8 ... 1,0 мм*.

Наплавка деталей, для которых требуется высокая твердость (до HRC 50), осуществляется легированными проволоками **Нп-3ОХГСА, Св-18ХГСА** и другими с последующей закалкой токами высокой частоты. Наряду с проволокой сплошного сечения для этих целей применяют **порошковые проволоки** с введением титана и углерода.

Для сварки и наплавки в углекислом газе используют **аппараты А-547-Р, А-547-У, А-929, ПДПГ-300, А-577-У**, сварочные преобразователи **ПСГ-300, ПСГ-500**, сварочные выпрямители **ВС-200, ВС-300, ВС-500, ВС-600** и др.

**Аргон** абсолютно нейтральный газ, но сравнительно дорогой, поэтому применяется при сварке или наплавке ответственных деталей, например, при сварке и наплавке алюминиевых и титановых деталей.

**Применяются и смеси:** 10...20 % аргона и остальное углекислый газ. Применение смесей повышает устойчивость горения дуги, уменьшает разбрызгивание металла, повышает производительность процесса и качества шва.

На ремонтных предприятиях применяют специальные установки **УДГ- 301, УДГ-501, УДАР-500**, предназначенные для сварки (наплавки) деталей из алюминиевых сплавов в среде аргона на переменном токе. Защитный газ в этих установках подается автоматически с помощью электромагнитного клапана. Источником питания служит сварочный трансформатор. Электрод – неплавящийся из вольфрама.

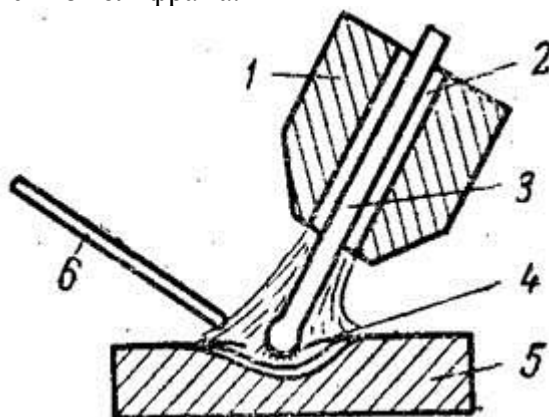


Рис. 5.15 – Наплавка в среде аргона: 1 – мундштук; 2 – канал подачи аргона; 3 – вольфрамовый электрод (неплавящийся); 4 – зона горения дуги; 5 – деталь; 6 – присадочный пруток.

### **Приварка ленты, проволоки и порошка**

**Сущность процесса:** точечная приварка ленты (проволоки, порошка) мощными импульсами тока (16...18 тыс. А) к поверхностям деталей. Используется конденсаторная установка.

- **В точке сварки**, полученной от действия импульса тока величиной 16...18 тыс. А, происходит точечное расплавление металла как ленты (проволоки, порошка) так и поверхности детали.

- **Точки контакта** располагаются по винтовой линии (7...8 точек/см).

- **Перекрытие точек** контакта достигается вращением детали со скоростью, пропорциональной частоте импульсов, и продольным перемещением сварочных роликов.

- Для уменьшения нагрева детали и улучшения закалки приваренного слоя в зону сварки подают обильно охлаждающую жидкость.

Способ **восстановления наружной резьбы** контактной приваркой проволоки основан на использовании сварочного тока **для нагрева присадочной проволоки, детали и формирования сварного шва под давлением.**

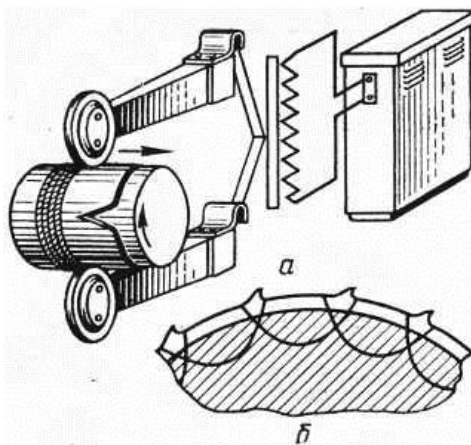


Рис. 6.1 Приварка металлической ленты к поверхности вала:  
а – источник импульсов; б – перекрытие импульсов

**Присадочную проволоку** укладывают во впадины резьбы и прижимают проволоку к детали электродами из медного сплава сварочной машины.

**Благодаря сжатию электродами** присадочная проволока полностью заполняет впадину между витками и сваривается с его боковыми гранями, образуя сплошные сварные соединения.

**Диаметр проволоки** подбирают так, чтобы при нагреве и осадке проволока полностью заполняла впадину между выступами и при этом оставался припуск на последующую механическую обработку.

Наилучшие результаты достигаются в том случае, **если диаметр присадочной проволоки или равен шагу резьбы, или больше его на 5 ... 10%.**

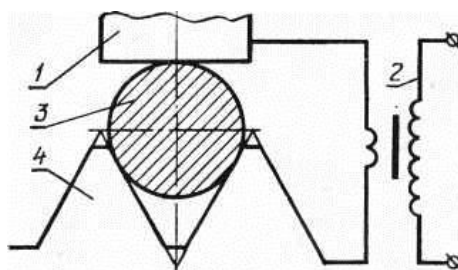


Рис. 6.2 Электроконтактная приварки проволоки к виткам резьбы:  
1 — электрод; 2 — сварочный трансформатор; 3 — присадочная проволока; 4 — витки резьбы.

Материал электродов (роликов) – **сплавы на основе меди** (бронзы, латуни).

Для повышения износостойкости – **приварка к изношенной поверхности порошковых твердых сплавов.**

**Приварку твердых сплавов производят способами:**

- порошковый твердый сплав самотеком подается из бункера непосредственно на деталь и тут же приваривается импульсами тока.

- порошковый твердый сплав **предварительно закрепляется с помощью клея на стальной ленте.** Затем ленту с нанесенным на нее порошком приваривают к поверхности детали импульсным током. В процессе приварки металл детали и ленты в точках контакта от нагрева размягчается и сплавляется. Твердые частицы под действием давления, приложенного к электродам, внедряются в поверхность ленты и детали. На поверхности детали образуется армированный упроченный слой, имеющий высокую износостойкость.

**Приварка порошковых твердых сплавов целесообразна** для восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей, таких, как оси качения, цапфы, оси сателлитов и др.

При электроконтактной сварке **нагрев происходит на малую глубину**, при сохранении неизменности химического состава металла. Кроме того, при контактной сварке не требуются флюс и газы для защиты от вредного влияния воздуха.

**Материалы.** Материал ленты следует подбирать с учетом необходимой твердости поверхности восстанавливаемых деталей.

Оптимальным считают тот материал, который обеспечивает твердость приваренного слоя в соответствии с требованиями чертежа детали.

**Оборудование.** Установка **ОКС-011-1-02 ВНПО «Ремдеталь»** предназначена для восстановления изношенных посадочных мест под подшипники деталей типа «вал». Установка работает в полуавтоматическом режиме и снабжена унифицированными узлами: вращателем детали, приводом подачи, суппортом со сварочной головкой, прерывателем, патроном, пультом управления

С помощью установки можно восстанавливать детали **диаметром от 20 мм**. За один проход может быть приварен **слой толщиной 0,3... 1,5 мм**. Частота вращения шпинделя установки **0,15... 15 мин<sup>-1</sup>**, **максимальный ток до 18 кА**. Производительность установки **60... 80 см<sup>2</sup>/мин**.

Таблица 6.1. Режимы восстановления деталей контактной приваркой ленты

Показатели	Значение
Напряжение	350...380 В
Ток импульсный	16...18 кА
Длительность импульса	0,06 с
Длительность паузы	0,24с
Зона термического воздействия	0,4...0,6 мм
Частота импульсов	6...7 точек/см
Усилие прижима	1,3...1,6 кН (130...160 кгс)
Диаметр дисков-электродов	150...180 мм
Материал дисков-электродов (дисков)	Бронза

**Преимущества:**

- малое термическое воздействие (не более 200 °С);
- высокая производительность (в 3...4 раза выше, чем при наплавке);
- можно наплавлять ленту толщиной до 1,5 мм;
- отсутствует выгорание легирующих составляющих..

**Нанесение покрытий металлизацией**

Металлизация – процесс нанесения капель расплавленного металла на специально подготовленную поверхность детали при помощи сжатого инертного газа или воздуха. Капельки расплавленного металла в потоке сжатого газа в виде капсул летят со скоростью до 300 м/с к поверхности детали. Достигая поверхности капсулы разбиваются и жидкий металл сцепляется с поверхностью.

**Подготовка поверхности:**

- очистка;
- получение неровности поверхности (рваная резьба, накатка, пескоструйка, дробеструйка и др.).

**Глубина нарезания** «рваной» резьбы должна быть **не более 0,6 мм**, толщина металлизационного покрытия должна быть **не менее 1,0 мм**.

Пескоструйная обработка и обдув металлическим песком или дробью являются наиболее эффективными способами подготовки. Для получения прочного сцепления с основным металлом **толщина покрытия детали диаметром от 25 до 100 мм должна быть не менее 1,0 мм**.

Поверхности деталей, не подлежащие металлизации, **защищают плотной бумагой, картоном или тонкой листовой сталью**. Отверстия, пазы, шпоночные канавки закрывают де-

ревянными или резиновыми пробками. Время между подготовкой поверхности к металлизации и металлизацией *не должно превышать 2 ч.*

Расплавленный металл распыляется в струе инертного газа или воздуха на *частицы размером 3...300 мкм* и *со скоростью 100...300 м/с* наносится на поверхность детали, рис 4.. Напылять частицы металла можно на поверхность детали любой конфигурации. Металлизация позволяет получить слой металла *толщиной до 10 мм.*

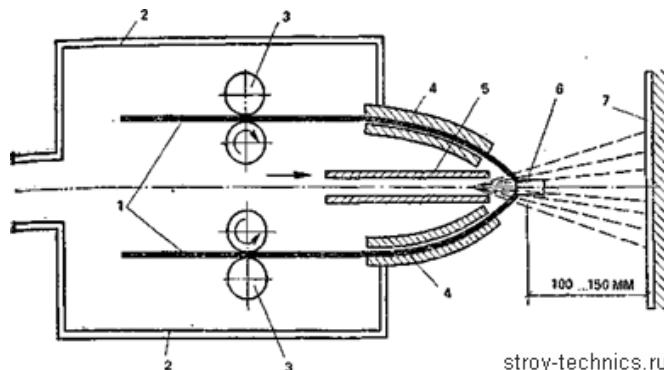


Рис. 6.4 Нанесение покрытия электродуговой металлизацией

Нанесенное покрытие представляет собой пористый, хрупкий слой металла сравнительно высокой твердости. Слой хорошо пропитывается смазкой и в условиях небольших нагрузок имеет высокую износостойкость. *Рекомендуется восстанавливать стальные валы, работающие в условиях безударной нагрузки (шейки коленчатых валов, поверхности деталей под неподвижные посадки шариковых и роликовых подшипников).*

В зависимости от способа расплавления присадочного металла (проволоки) металлизация подразделяется на:

- *электродуговую;*
- *высокочастотную;*
- *газовую;*
- *плазменную.*

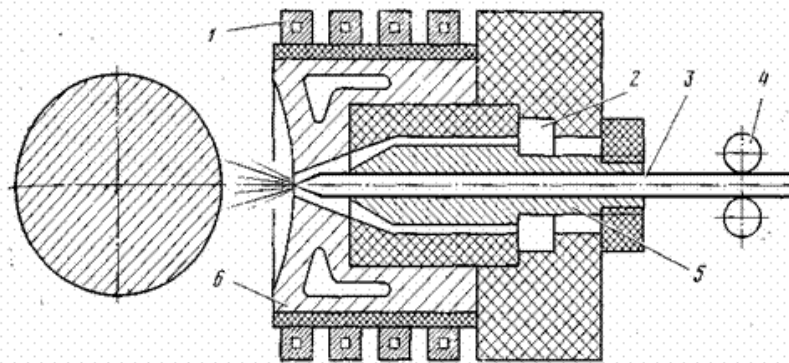
**Оборудование.**

- токарный станок;
- станочный металлизатор марки ЭМ-12;
- компрессорная установка (или баллон с инертным газом);
- сварочный трансформатор СТН-350 (или сварочный преобразователь типа ПСО-300, ПСУ-300);
- воздухорегулирующая и маслоотделяющая аппаратура с трубопроводами, катушки для проволоки.

Для металлизации *плоских деталей* вместо токарного станка применяется специальная камера, а вместо станочного — *ручной металлизатор – ЭМ-9* или *ЭМ-14.*



Рис. 6.5 Установка для активированной металлизации (Витебский МРЗ)



stroy-technics.ru

Рис. 6.6 Схема распылительной головки высокочастотного металлизатора:

1 – индуктор; 2 – камера сжатого инертного газа; 3 – электродная проволока; 4 – подающий механизм; 5 – направляющий мундштук; 6 – концентратор вихревых токов с водяным охлаждением

В зону расплава подается *инертный газ (аргон, гелий)* или *воздух под давлением 0,5...0,6 МПа*, который, выходя из сопла, распыляет расплавленный металл и наносит его на поверхность детали.

Более прогрессивный метод – активированная металлизация с подачей в зону расплава горючего газа – **метана  $\text{CH}_4$**  или **пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$** . Таким образом происходит насыщение поверхностного слоя углеродом.

Марку электродной проволоки при металлизации подбирают в зависимости от требуемых твердости и износостойкости напыленного слоя металла. Например. Для восстановления стальных деталей применяется проволока марок Св-08, Св-ГА, Св-08ГС, Св-18ХГСА и др диаметром от 1 до 2,5 мм.

Технологический процесс ремонта деталей металлизацией состоит из трех этапов:

- подготовки поверхностей деталей к металлизации;
- нанесения металлизационного покрытия;
- обработки деталей после металлизации.

**Подготовка поверхностей** деталей к металлизации является важным этапом, так как от нее зависит качество сцепления металлизационного покрытия с металлом детали.

Подготовка поверхности деталей к металлизации состоит из следующих операций:

- очистки и обезжиривания деталей от грязи, масел, окислов, мойки и сушки
- создания шероховатости;
- защиты поверхностей, не подлежащих металлизации.

**Создание шероховатости:** пескоструйной обработкой (сухим крупнозернистым кварцевым песком под давлением сжатого воздуха); обдувкой металлическим песком или дробью; нарезанием круглой или «рваной» резьбы, накаткой и т. п

**Режимы нанесения покрытия.**

- вращательное движение *с окружной скоростью от 15 до 20 м/мин;*
- продольное движение металлизационного аппарата *1...10 мм/об.;*
- **расстояние** от сопла до металлизруемой поверхности – *80...150 мм.*
- **напряжение** при электродуговой металлизации составляет *25...35 В;*
- **сила тока**—*80...120 А;*
- **давление воздуха** или инертного газа—*0,5...0,6 МПа.*

**Контроль качества.** В напыленном слое могут возникать следующие дефекты: отслоения, раковины. Качество напыленного слоя контролируют внешним осмотром, замерами твердости, просвечиванием рентгеновскими лучами и т. д.

Для плазменной металлизации применяются специальные установки марок УПУ-3, УПУ-ЗМ, УМП-4-64.

**Преимущества металлизации:**

- возможность получения больших слоев наращиваемого металла (до 10 мм), что дает возможность ремонтировать детали с большим износом;

- нагрев ремонтируемой детали во время металлизации не превышает 70 °С;
- благодаря пористости металлизированного слоя он способен поглощать масло и хорошо удерживать его, что обеспечивает хорошую износостойкость детали при масляном голодании;

- возможность получения покрытия из любого металла и нанесения его на детали из любого материала (стали, чугуна, алюминия, бронзы и др.), любых размеров и конфигураций;

**Недостатки:**

- прочность сцепления покрытия с основным металлом получается невысокая и зависит главным образом от качества подготовки поверхности;

- при металлизации мелких деталей возникают большие потери металла.

**Плазма** – четвертое состояние вещества – при нагреве его до состояния ионизации. Температура плазмы *до миллиона градусов*, скорость плазмы – *до 15 тыс. м/с*.

- Плазмообразующие газы: аргон, гелий, водород; воздух и др.

- **Плазмотроны** могут быть:

- с закрытой дугой;

- с открытой дугой;

- с комбинированной дугой.

- **Электрод:** Вольфрам или Вольфрам + (1...2) % окиси лантана или тория.

- **Наплавочные материалы:** прутки, проволока, порошки ПГ-ХН80СР3, Сормайт-1.

- **Установки:** УМП-4; УПУ-3; УМП-5.

- **Режимы наплавки:** Величина тока 120...150 А; Напряжение рабочее – 40...45 В; Расход газа плазмообразующего – 1,5...2,5 л/мин; Газ защитного – 16...20 л/мин; Расстояние от детали до горелки – 10...18 мм, Скорость наплавки 0,15...0,18 м/мин.

Плазмообразующий газ пропускают через узкий канал, в котором между двумя электродами создается дуговой разряд. Газ сжимает дугу, что приводит к повышению его температуры до 30 000° С.

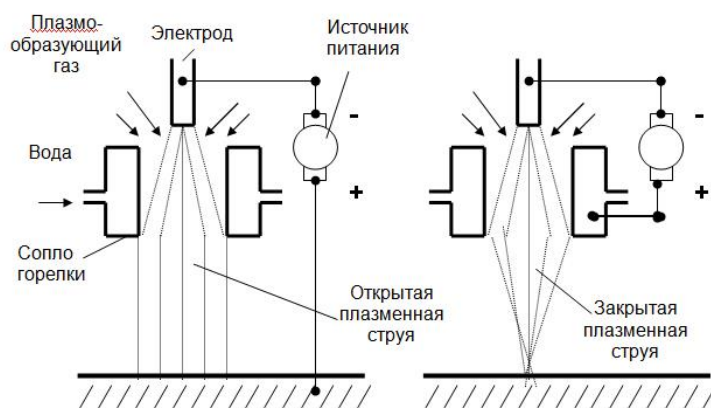


Рис. 6.7 Схема плазменной сварки открытой и закрытой плазменной струей

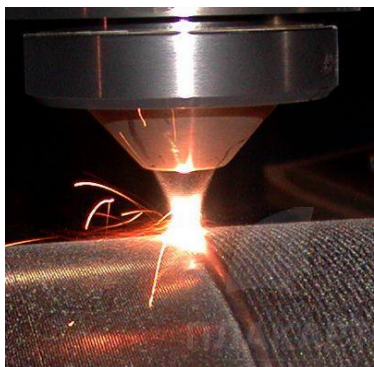


Рис. 6.8 Нанесение покрытия с использованием плазмы



Рис. 6.9 Плазмотрон

**Плазменная наплавка** – напыление порошковых покрытий – *прогрессивный метод защиты деталей и конструкций от изнашивания и коррозии и восстановления размеров.*

**Наибольшее распространение** имеет способ, при котором используется сжатая прямая дуга, горящая между электродом и изделием.

За рубежом наиболее активно используется **метод порошковой плазменной наплавки**, получивший название **РТА - процесс** (plasma transferred arc). При этом методе действуют одновременно основная дуга (горящая между электродом и изделием) и косвенная или пилотная дуга (горящая внутри плазмотрона между электродом и плазмообразующим соплом). В связи с тем, что процесс нанесения покрытий только косвенной плазменной дугой называется **плазменным напылением**, а технология получила название **плазменная наплавка**.

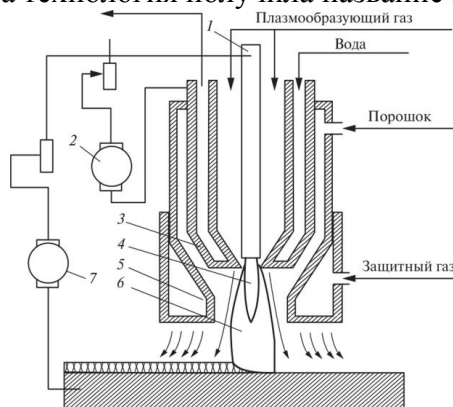


Рис. 6.10 Установка для плазменной наплавки с вдуванием порошка в сварочную дугу:

- 1 — вольфрамовый электрод дроссель; 2 — источник питания дуги косвенного действия; 3 — внутреннее сопло; 4 — плазменная струя косвенного действия; 5 — наружное сопло; 6 — плазменная струя прямого действия; 7 — источник питания дуги прямого действия.

Основные сравнительные характеристики **плазменных процессов** приведены в таблице.

Таблица 6.2 Свойства покрытий, нанесенных различными методами

Характеристика процессов	Плазменное напыление	Плазменная наплавка	ПНН (РТА-процесс)
Толщина покрытия, мм	$\leq 1,0$	слоями $\leq 4,0$	0,5-4,0
Пористость покрытия, %	$\leq 10$	отсутствует	отсутствует
Прочность сцепления покрытия, МПа	$\leq 100$	полное сплавление	полное сплавление
Растворение покрытия в основном металле, %	отсутствует	$\leq 5$	$\leq 5$
Температура детали в процессе нанесения покрытия, °С	$\leq 150$	$\leq 700$	$\leq 700$
Положение поверхности при нанесении покрытия	во всех положениях	В нижнем положении	во всех положениях

Процесс **плазменной наплавки-напыления** (ПНН) обеспечивает использование дуги для расплавления присадочного порошка и частиц порошка осажденных на детали. При этом увеличение времени нахождения частиц порошка при высокой температуре способствует максимальному сцеплению и уплотнению частиц с минимальным перегревом поверхности детали.

Процесс **ПНН** наиболее часто используется для **наплавки** клапанов двигателей, различных экструдеров и шнеков, посадочных мест деталей, при нанесении абразивостойких покрытий.

### Лазерная резка металлов

При **лазерной резке** нагревание и разрушение участка материала осуществляется с помощью лазерного луча.

### Сущность процесса

За счет направленного узкого не расходящегося лазерного луча энергия концентрируется на относительно небольшом участке. По своей *направленности лазерный луч в тысячи раз превышает луч прожектора*.

Лазерный луч по сравнению с обычным светом является *монохроматическим, т. е. обладает фиксированной длиной волны и частоты*. Это облегчает его фокусировку оптическими линзами.

*Лазерный луч имеет высокую степень когерентности* – согласованного протекания во времени нескольких волновых процессов. Когерентные колебания вызывают резонанс, усиливающий мощность излучения.

Благодаря перечисленным свойствам лазерный луч может быть сфокусирован на очень маленькую поверхность материала (точку) и создать на ней плотность энергии, достаточную для нагревания и разрушения материала (порядка  $10^5$  кВт/см<sup>2</sup>).

### Технология лазерной резки металла

В области воздействия лазерного луча металл нагревается до температуры плавления, а затем до температуры кипения.

С дальнейшим поглощением излучения происходит расплавление металла, и фазовая граница плавления перемещается вглубь материала. Энергетическое воздействие лазерного луча приводит к дальнейшему увеличению температуры, достигающей второй температуры разрушения – кипения, при которой металл начинает активно испаряться.



Рис. 6.11 Раскрой металлического листа лучом лазера

На практике резку выполняют плавлением. При этом в целях существенного сокращения затрат энергии, повышения толщины обрабатываемого металла и скорости разрезания применяется вспомогательный газ, вдуваемый в зону реза для удаления продуктов разрушения металла. Обычно в качестве вспомогательного газа используется кислород, воздух, инертный газ или азот. Такая резка называется **газолазерная**.

### 3.3 Применение электролитического наращивания при восстановлении деталей

В основе процесса электролитического наращивания лежит **электролиз**.

**Электролиз** — электрохимический процесс, протекающий между анодом(+) и катодом (деталью) (-) в электролите (водном растворе солей или щелочей) и сопровождающийся выделением на катоде металла.

При прохождении постоянного тока через электролит **на аноде** происходит растворение металла (переход его в электролит) и выделение кислорода, а **на катоде** (деталь) — отложение металла и выделение водорода.

Процесс подчиняется закону Фарадея:

$$Q_t = \varepsilon I t,$$

где  $Q_t$  – теоретическое количество вещества, которое может отложиться на катоде (поверхности детали) при прохождении через электролит тока  $I$  за время  $t$ .

$\epsilon$  – электрохимический эквивалент, г/А ч

$I$  – значение тока, проходящего через электролит, А;

$t$  – время прохождения тока, ч

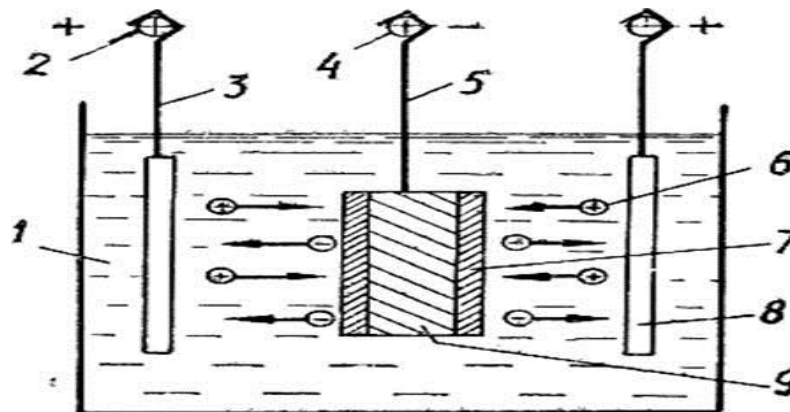


Рис. 8.1. Схема электрохимического осаждения металла:

1—ванна; 2 — анодная штанга; 3 —подвеска для завешивания анода;  
4 — катодная штанга; 5 — подвеска для завешивания детали (катада);  
6 — ионы металла (катионы); 7 — покрытие; 8 — Анод; 9 — деталь (катод).

### Преимущества электролитического наращивания:

- процессы гальванического осаждения металла не вызывают структурных изменений в деталях,
- позволяют устранять небольшие износы,
- можно получать равномерные по толщине покрытия с широким диапазоном твердости (HRC от 10 до 120), что позволяет восстанавливать большую номенклатуру деталей;
- одновременно можно восстанавливать значительное количество деталей;
- применяемые электролиты можно использовать многократно,
- технологический процесс легко поддается механизации и автоматизации.

### Недостатки электролитического наращивания:

- сравнительно низкая производительность процесса при восстановлении одной детали,
- большой цикл подготовительных операций,
- значительное выделение вредных веществ (хлор, кислотные испарения и т. п.).

Наибольшее распространение получили **железнение (осталивание), хромирование, никелирование, меднение.**

*Электролитические покрытия применяют для восстановления размеров изношенных деталей, придания их поверхностям высокой твердости и износостойкости и для защиты деталей от коррозии.*

$$\text{Толщина слоя покрытия, мм: } h = \frac{\epsilon D_k t \eta}{1000 \rho}$$

Время получения этой толщины покрытия, ч:

$$t = \frac{1000 h \rho}{\epsilon D_k \eta}$$

где  $h$  – толщина покрытия, мм;

$\epsilon$  – электрохимический эквивалент, г/А ч;

$D_k$  – плотность тока на поверхности катада, А/дм<sup>2</sup>;

$t$  – время прохождения тока, ч;

$\eta$  – выход по току (к.п.д.), %. (Для осталивания –  $\eta = 90...95$  %, а для хромирования – 13...18 %);

$\rho$  – плотность наносимого металла, г/см<sup>3</sup>.

## Основные виды электролитического наращивания.

### Железнение:

- высокая производительность наращивания (скорость осаждения металла **0,2...0,5 мм/ч**), высокий к.п.д. – **85...90 %**.
- толстые осадки (**до 2 мм**),
- высокие физико-механические свойства слоя,
- недорогие и недефицитные материалы,
- себестоимость восстановления – **30...50 %** от стоимости новой детали при одинаковой износостойкости.

### Хромирование

#### *Положительно:*

- высокая твердость, жаростойкость, износостойкость покрытий, низкий коэффициент трения;
- увеличивает износостойкость и коррозионную стойкость деталей, улучшает внешний вид.

#### *Недостатки:*

- анод нерастворимый (свинцовый), что приводит к снижению концентрации электролита;
- осадки хрома обладают повышенной хрупкостью и плохой прирабатываются;
- низкий к. п.д. (13...18 %);
- процесс чувствителен к изменениям температуры электролита и плотности тока.

Режим процессов электролитического нанесения покрытий определяется следующими основными показателями:

- составом электролита (г/л)
- кислотностью электролита;
- температурой электролита, °С;
- плотностью тока на катоде (детали), А/дм<sup>2</sup>
- выходом по току (к.п.д. процесса), %.

Таблица 8.1. Примеры режимов электролитического наращивания

Вид электролитического наращивания.		
Состав электролита	Железнение	Хромирование
	Хлористое железо Fe Cl <sub>2</sub> 400...600 г/л, Аскорбиновая кислота 0,5...2 г/л.	Хромовый ангидрид Cr O <sub>3</sub> - 120...150 г/л, Серная кислота – 1,2...1,5 г/л.
Кислотность, рН	0,8...1,3	-
Температура, °С	20...40	50...65
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	20...40	30...100
Выход по току, %	85...90	13...18

## 2. Содержание технологического процесса

- подготовка детали (деталей) к нанесению покрытия;
- нанесение покрытия;

### К подготовительным операциям относятся:

- **механическая обработка** (шлифование, полирование и др) до выведения следов износа;
- **предварительное обезжиривание** растворителями;
- **изоляция (закрытие) мест, не подлежащих покрытию**, (перхлорвиниловым пленкой, кислотоупорной краской и др.);
- **монтаж деталей на подвесках** для завешивания в ванну;
- **обезжиривание** (химическое, электрохимическое);
- **декапирование (травление)** – применяют для удаления окисных пленок с поверхности детали изменением направления тока (полярности).

**Химическое обезжиривание** проводят путем протирания поверхности детали кашицей из венской извести (смесь окиси кальция СаО и окиси магния MgO).

При **электрохимическом обезжиривании** деталь помещают в ванну с щелочным раствором, через который пропускают ток. Деталь является **катодом**, а пластины из малоуглеродистой стали — **анодом**. Благодаря выделению на поверхности детали пузырьков водорода процесс протекает более интенсивно, чем при химическом обезжиривании. Рекомендуется периодически менять полярность.

**Декапирование** часто проводят в тех же ваннах, где происходит основной процесс покрытия. Для этого на 0,5... 1 мин к детали подключают (+) источника тока, а к анодам (-).

После декапирования деталь выдерживают в ванне без тока в течение 0,5... 1 мин, при этом поверхность детали подвергается химическому травлению электролитом.

В качестве источников питания постоянного тока используют низковольтные генераторы АНД-500/250, АНД-1000/500, АНД-1500/750 (в числителе сила тока при напряжении 6 В, в знаменателе — при напряжении 12 В), селеновые выпрямители типа ВСМР, кремниевые выпрямители типа ВАКГ и др.

Существует достаточно большое разнообразие технологических приемов получения покрытий, позволяющих расширить области применения обычных способов, повысить их производительность и качество.

Электролитическое осаждение металлов **на реверсивном и асимметричном токе**.

Процесс осаждения металла **на реверсивном токе** протекает по графику (рис.2).

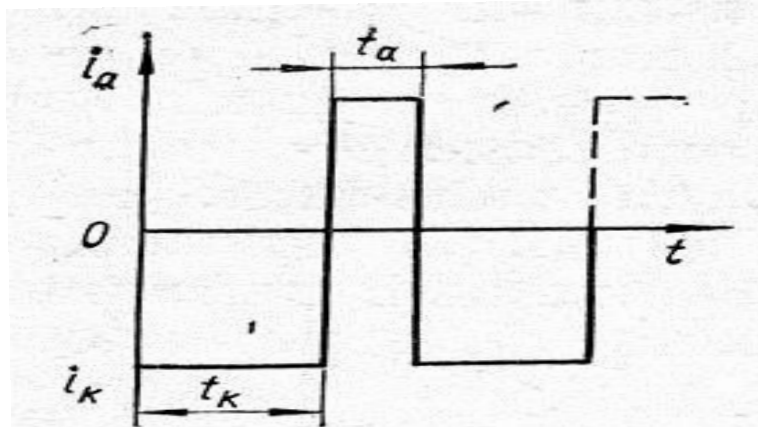


Рис. 8.2. График реверсивного тока при осаждении металла.

В начальный период деталь является катодом, и, следовательно, происходит осаждение металла — **катодный период**, который длится  $t_k$  при силе тока  $i_k$ ; затем изменяется полярность. Деталь становится анодом — (**анодный период**), который длится  $t_a$  при силе тока  $i_a$ . В этот период происходит частичное растворение зародившихся зерен и блокируется их рост, структура измельчается, поверхность покрытия становится гладкой. Это позволяет применять высокие плотности тока: при хромировании 120... 150 А/дм<sup>2</sup>; при железнении — 80... 100 А/дм<sup>2</sup>, что в 2...3 раза повышает производительность наращивания.

**Применение асимметричного тока** позволяет повысить производительность процесса осаждения металла.

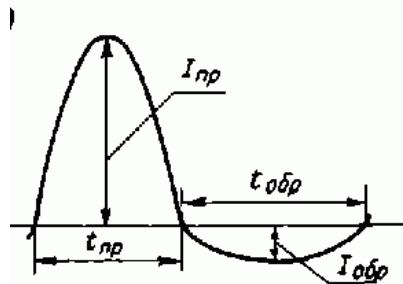


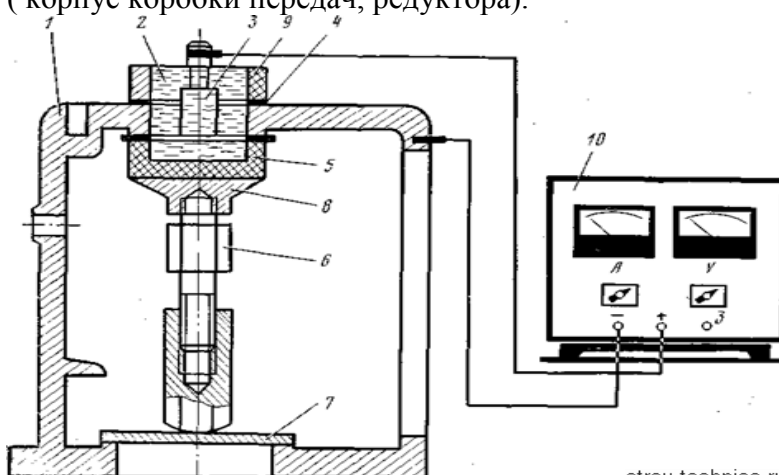
Рис. 8.3 График асимметричного тока

Качественные покрытия получают при очень высокой плотности тока—160...200 А/дм<sup>2</sup>.

**Безваннные способы** применяют для восстановления крупногабаритных деталей: коленчатых валов, отверстий корпусных деталей, цилиндров двигателей и др.

К безваннному осаждению металла относят: *местные ванны, струйный, проточный, натиранием.*

**Местными ваннами** восстанавливают изношенные посадочные места под подшипники в корпусных деталях ( корпус коробки передач, редуктора).



stroy-technics.ru

Рис. 8.4 Наращивание поверхности созданием местной ванны: 1-корпусная деталь; 2-электролит; 3-анод растворимый; 4-прокладка уплотняющая; 5-нижняя часть ванны; 6-винт; 7-пластина упорная; 8-упор верхний; 9-верхняя часть ванны; 10- источник постоянного тока

**При струйном способе** электролит подается к детали, установленной в электролитической ячейке специальной конструкции, которая играет роль **местной ванны** (рис.4).

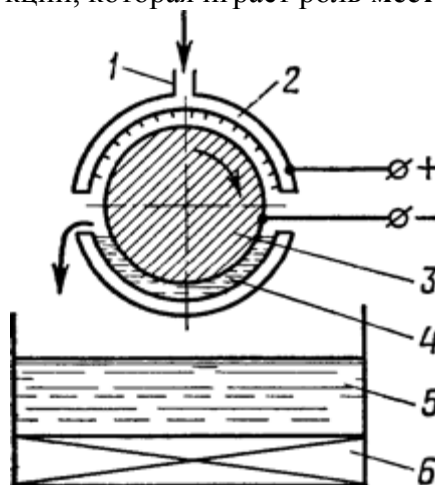


Рис. 8.5. Струйный способ наращивания металла при восстановлении изношенной детали:

1 – подвод электролита; 2 – насадок;  
3 – деталь; 4 – местная ванна; 5 – бак с электролитом; 6 – подогреватель

**В проточном электролите** восстанавливают внутренние поверхности цилиндров двигателей (рис. 23) и гидроцилиндров, которые образуют местную ванну для циркулирования электролита. Он нагнетается в полость детали насосом. Расстояние между зеркалом цилиндра (катодом) и стержнем (анодом) должно быть не менее 5 мм. При струйном и проточном способах восстановления деталей устанавливают плотность тока  $180...220 \text{ А/дм}^2$ .

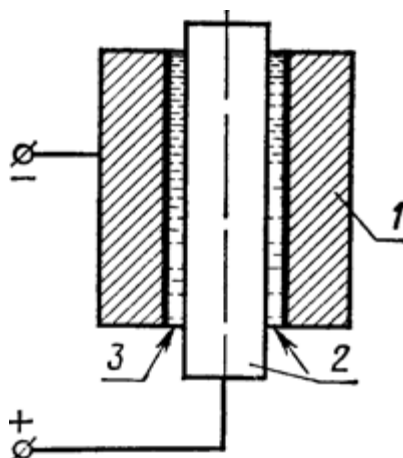


Рис. 8.6 Схема проточного процесса хромирования:  
1 – деталь (штука); 2 – анод 3 – электролит

**При электролитическом натирании** восстанавливаемую деталь закрепляют в патроне станка и подключают к катоду источника постоянного тока 9. Электролит из сосуда 1 с помощью капельницы с краном подается к войлочному тампону 4, закрепленному в тампонодержателе (анод).

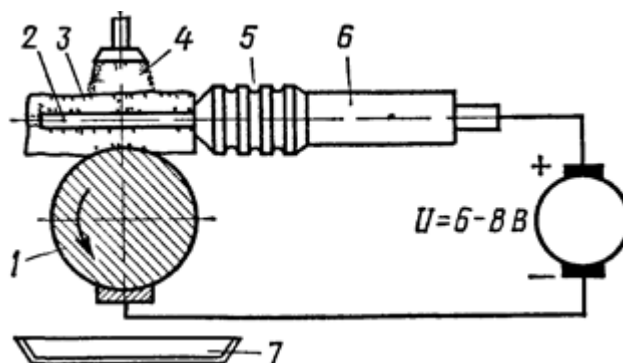


Рис.8.7. Электролитическое осаждение металла натиранием: 1 – деталь; 2 – угольный электрод; 3 – войлочный тампон; 4 – электролит; 5 – корпус анода; 6 – рукоять; 7 – ванна

В межэлектродном пространстве между деталью и стержнем (это собственно местная ванна) протекает электрохимическая реакция, в результате которой на детали наращивается металл.

Этим способом можно восстанавливать и внутренние поверхности (например, отверстия корпусных деталей), при этом применяют подвижный (вращающийся) анод.

Относительное перемещение анода (катада) препятствует росту зерен, структура осадка получается мелкозернистая и ненапряженная, а поверхность очень гладкая, что в отдельных случаях позволяет исключить механическую обработку покрытия.

Рабочая плотность тока при электронатирании —  $150...180 \text{ А/дм}^2$ . Производительность этого способа в 3...4 раза выше, чем ваннных.

### 3.4 Применение полимерных материалов при восстановлении деталей и соединений

**Пластические массы** – материалы, изготовленные на основе высокомолекулярных органических веществ и способные под влиянием повышенных температур и давления принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации изделия.

Главная составная часть пластической массы— полимер (Polymeres гр. многообразный, состоящий из множества частей). Кроме него в состав входят наполнители, пластификаторы, отвердители, катализаторы (ускорители), красители и другие добавки.

Пластические массы подразделяются на термопласты и термореактивы.

- **Термопласты** – (полиамиды, полиэтилен, полистирол и др.) при многократном нагревании и охлаждении сохраняют способность размягчаться, плавиться и вновь затвердевать.

**При этом не происходят химические реакции.**

- **Термореактивы** (пресс-порошки, текстолит, эпоксидные композиции и др.) нагреваясь, необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние, связанное с образованием пространственной (сшитой) структуры. **Происходит необратимая химическая реакция с выделением тепла.**

#### Положительные свойства пластических масс:

- хорошие антифрикционные свойства;
- достаточная прочность;
- масло, бензо- и водостойкость;
- сохранение формы детали;
- способность выдерживать определенную нагрузку и температуру;
- простота восстановления и изготовления деталей, т. е. высокая технологичность.

Позволяют сократить на 40-50% расход черных и цветных металлов, сварочных и наплавочных материалов, припоя и пр.

#### Недостатки:

- изменение их свойств в зависимости от срока службы (старение);
- сравнительно низкая твердость, усталостная прочность и теплостойкость.

#### Применяются:

- порошковые и гранулированные полимерные материалы;
- клеевые композиции,
- клеи;
- герметики и прокладки;
- холодная сварка.

Восстановление деталей нанесением покрытий из полимерных материалов возможно **в псевдожизненном состоянии**. Различают: вихревой, вибрационный, вибровихревой, электростатический, струйный и другие способы создания такого состояния полимерного материала, рис. 1.

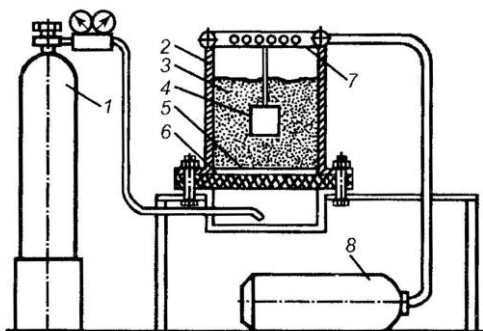


Рис. Схема установки для вихревого напыления полимерного покрытия:  
1 — баллон; 2 — камера; 3 — порошок; 4 — напыляемая деталь; 5 — тканый фильтр;  
6 — пористая перегородка; 7 — вытяжное устройство; 8 — отсасывающее устройство

**Псевдосжижение** — это процесс, при котором порошковая масса переводится в псевдосостояние, подобное состоянию жидкой массы.

**Режимы нанесения тонкослойных покрытий:**

- температура предварительного нагрева детали *равна температуре плавления полимера плюс 10...15 градусов*;

- выдержка в псевдосжиженном слое 1...2 с;

- Охлаждение в масле или воде (термообработка).

**Применение клеевых композиций и клеев**

Важнейшим преимуществом композиций на основе эпоксидной смолы (состава из частей) — их повышенная жесткость и прочность, стабильность размеров, высокая ударная вязкость, регулируемые фрикционные и другие свойства.

**В состав композиции в зависимости от назначения входят:**

-эпоксидная смола (ЭД-6; ЭД-20 и др.) — 100 в.ч.;

- пластификаторы (дибутилфталат) — 15...20 в.ч.;

- наполнители (порошки металлов, суперцемент, другие материалы, температурные коэффициенты расширения которых, близкие к материалу детали — до 150 в.ч.;

- отвердители (полиэтиленполиамин, малеиновый ангидрид и др.) — 9...11 в.ч.

- ускорители отверждения, пигменты и другие компоненты.

**Пластификаторы** — вещества, которые обеспечивают необходимую эластичность и пластичность при переработке и эксплуатации полимерных материалов. В качестве пластификатора чаще всего используют дибутилфталат.

**Наполнители** вводят для повышения физико-механических свойств слоя, снижения внутренних напряжений, возникающих вследствие разницы коэффициентов линейного расширения металла и полимера.

**Наполнители подразделяются на:**

- связующие (стеклоткань, ткани);

- порошкообразные (железный порошок, алюминиевая пудра, цемент, тальк, графит и др.).

**Приготовление композиции:**

- Эпоксидную смолу в таре *разогревают на водяной бане до температуры 55...60 °С*, отливают необходимое количество смолы в емкость;

- *добавляют пластификатор и тщательно перемешивают состав* (компаунд);

- добавляют наполнитель, предварительно высушенный в течение 2...3 ч при температуре 100...120 °С, и тщательно перемешивают;

- *отвердитель добавляют непосредственно перед употреблением* композиции тонкой струйкой и тщательно перемешивают.

Приготовленную композицию при комнатной температуре необходимо *использовать в течение 20...25 мин.*

Эпоксидные композиции используют для заделки трещин в корпусных деталях, при восстановлении посадочных мест под подшипники, резьбовых отверстий.

**Подготовка места дефекта:**

- Поверхность детали зачищают до металлического блеска на расстоянии 40... 50 мм по обе стороны от трещины и обезжиривают ацетоном;

- края трещины засверливают сверлом диаметром 3...4 мм;

- трещину по всей длине разделяют под углом 60...70°, на глубину 2...3 мм (при толщине стенки более 5 мм).

**Заделка трещины:**

Приготовленную композицию наносят на подготовленную поверхность и уплотняют шпателем. Для заделки мелких трещин (*до 20 мм*) используют композицию без наполнителя. При восстановлении чугунных деталей с пробоинами и трещинами длиной *более 20 мм* применяют армированные заплаты (стеклоткань, марля, бязь и др.).

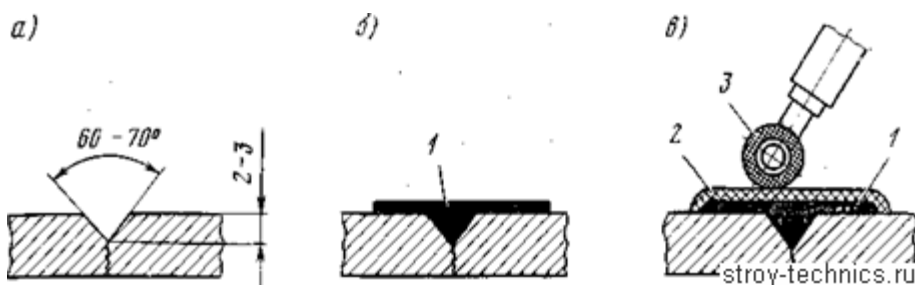


Рис. Схема заделки трещин составом на основе эпоксидной смолы: а — разделка поверхности; б — заполнение композицией на основе эпоксидной смолы; в — прокатывание: накладки роликом; 1 — слой композиции; 2 — накладка; 3 — ролик

Полное отверждение композиции при температуре 18...20 °С происходит в течение 72 ч. Повышение температуры детали до 70 °С сокращает время полного отверждения до 2 ч.

Эпоксидные композиции применяют и при ремонте неподвижных сопряжений деталей типа *корпус — подшипник*, *корпус — втулка*, если зазор в сопряжении не превышает 0,1 мм. Перед нанесением композиции сопрягаемые поверхности зачищают и обезжиривают. После просушивания наносят композицию (без наполнителя) на подготовленные поверхности слоем толщиной не более 0,5 мм. Через 10...15 мин втулку (подшипник) запрессовывают в отверстие и проводят отверждение по одному из вышеприведенных режимов.

**Для восстановления цилиндрических соединений типа кольцо подшипника — корпус, цилиндрический стакан — корпус** применяют полимерные композиции, эластомеры и анаэробные герметики.

Два способа восстановления таких соединений:

**По первому способу** отверждение полимерного материала производится после сборки соединения. Он применяется обычно при зазоре в соединении до 0,2 мм. На поверхность детали наносят полимерный материал (эпоксидный состав или металлополимер), который выдерживают определенное время на открытом воздухе для предварительного отверждения, собирают соединение, удаляют излишки нанесенного материала, а оставшийся между соединяемыми деталями материал подвергается отверждению. В результате создается без зазорное соединение деталей.

По второму способу нанесенный полимерный материал обрабатывают, обычно растачиванием, после его отверждения для получения номинального или ремонтного размера восстанавливаемой поверхности.

Более эффективным и простым в реализации по сравнению с растачиванием является способ восстановления посадочных поверхностей в корпусных деталях калиброванием.

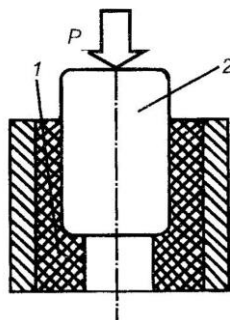


Рис. 7.3 Восстановление размеров детали калиброванием: 1 — полимерное покрытие; 2 — калибр

Калибрование проводится после частичного его отверждения и позволяет исключить операцию растачивания восстанавливаемого отверстия.

#### **Основные операции:**

- очистка и обезжиривание восстанавливаемого отверстия;
- нанесение на подготовленную поверхность полимерного материала толщиной 1...1,5 мм и частичное его отверждение;

- калибрование восстанавливаемого отверстия;
- окончательное отверждение нанесенного материала и контроль качества покрытия.

Предварительно смазанную маслом или солидолом оправку 2 под действием усилия Р проталкивают через восстанавливаемое отверстие.

**Для склеивания деталей, работающих в условиях повышенных температур, применяют клеи ВС-10Т, ВС-350 и типа БФ.**

Эти клеи используют для приклеивания *накладок к тормозным колодкам* и дискам сцепления. Кроме того, их можно использовать для склеивания металлов, стеклотекстолитов и других материалов.

**ВС-10Т:** Интервал рабочих температур – 60...+ 300 °С. Клей стоек в различных агрессивных средах: масло, бензин, спирт, спиртобензиновая смесь, ацетон, плесневые грибы, соляной туман, морская вода и т.д.

**Режим отверждения:**

- давление прижатия склеиваемых поверхностей — 0,2...0,4 МПа;
- температура — 175...185 °С,
- продолжительность выдержки — 1,5...2,0 ч.

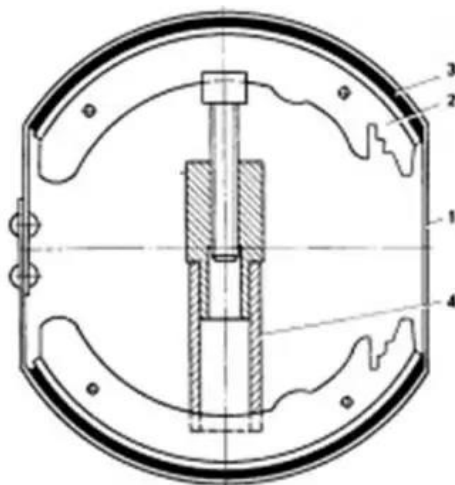


Рис. 7.4 Устройство для приклеивания тормозной накладки:

- 1—лента, 2. – колодка тормозная, 3. –тормозная накладка;
- 4. – винтовое прижимное устройство; 5 – лента

**Клеи БФ** (Бутираль (поливинилбутираль) фенольный (фенолформальдегидный) — терморезистивный однокомпонентный полимеризующийся [клей](#). После горячей полимеризации создаёт *малоэластичный шов* с термостойкостью до 180 °С.

Клеи **БФ-2, БФ-4** применяют для склеивания металлов, древесины и др.

**Клей БФ-6** дает более эластичные соединения, поэтому его применяют для склеивания *фетра, войлока, тканей* и других материалов, ремонта тканевых изделий.

**Режим склеивания:** давление — 0,5...1,0 МПа, температура полимеризации — 140...160 °С, продолжительность — 1,0...1,5 ч.

**Клеями 88Н, СВ и СН** приклеивают резину, пластмассы, искусственную кожу и ткань как друг к другу, так и к металлу. На очищенные, шероховатые и обезжиренные поверхности наносят слой клея, дают подсохнуть 10 мин, наносят второй слой и сушат несколько минут. Соединяемые поверхности прикатывают роликом. При температуре +110 °С клей сохнет 10 мин, при комнатной – за 48 ч. Соединение устойчиво по отношению к воде и морозу, но не терпит нефтепродуктов и растворителей.

**Применение эластомеров**

При ремонте неподвижных подшипниковых соединений (корпус-подшипник, вал-подшипник и др.) часто применяют также эластомеры ГЭН-150В и герметики. **Эластомеры** — [полимеры](#), обладающие высокоэластичными свойствами в диапазоне температур и нагрузок эксплуатации и представляет собой смесь каучука СКН-40 со смолой ВДУ, растворен-

ных в смеси ацетона и бензола или толуола. Вулканизуется путем термообработки без введения агентов вулканизации.

Эластомер наносят послойно с определенным интервалом времени между слоями до получения заданной толщины покрытия. Толщина одного слоя находится в пределах 0,01—0,015 мм, а допускаемая его общая толщина зависит от марки наносимого материала и применяемой технологии. При необходимости проводят термообработку покрытия, режим которой зависит от его состава. Неподвижные соединения с покрытием из эластомера или герметика собирают запрессовкой с натягом 0,01—0,03 мм.

Восстанавливают натяги при посадке подшипников, муфт, шестерен, корпусов в местах установки подшипников, головок шатунов дизелей (верхней головки под стальную втулку и нижней под шатунные подшипники).

#### **Операции по применению:**

- приготовление клеевого состава;
- зачистка и обезжиривание изношенных поверхностей;
- нанесение клеевого состава на подготовленные поверхности,
- термическая обработка и сборка узлов.

#### ***Клеевой состав готовят следующего состава:***

- одна часть (по массе) эластомера ГЭН-150В и 6 частей ацетона;
- или 2 части эластомера, 5 частей ацетона и 5 частей этилацетата.

Клеевой состав эластомера тщательно перемешать и нанести кисточкой на поверхность детали в вытяжном шкафу. Деталь с покрытием выдержать около 20 мин при комнатной температуре, а затем поместить для термообработки в сушильный шкаф. Термообработка проводится при температуре 120 °С в течение 30 мин.

#### **«Холодная сварка».**

«Холодная сварка», это специальный ремонтный комплект, при помощи которого можно заделать трещину или пробоину, восстановить прочность швов, прикрепить друг к другу металлические части.

*Представляет собой клеевую композицию на основе эпоксидной смолы с добавлением наполнителя в виде мелкодисперсных порошков металлов и отвердителя.*

Обычно поставляется в виде двух компонентных стержней или шприца с «двумя стволами». При перемешивании компонентов в течение 2...3 минут протекает химическая реакция с выделением тепла, после чего смесь становится пригодной к работе. Поскольку через 5 минут начинается полимеризация и смесь начинает твердеть. Использовать ее нужно сразу после приготовления. Для каждого вида ремонта – свой состав.

#### **Применение герметиков и прокладок при ремонте машин.**

**Анаэробные герметики** - это многокомпонентные жидкие смеси, которые длительное время не меняют жидкого состояния при доступе кислорода воздуха и быстро затвердевают (полимеризуются) в бескислородном пространстве. Они состоят из *полимера, инициализатора полимеризации, катализатора, модификатора, стабилизирующей системы, красителя*

#### **Анаэробные герметики отличаются:**

- высокой прочностью, быстрым затвердеванием, легкостью нанесения на поверхность;
- имеют высокие показатели термостойкости (до 230 °С);
- имеют одновременный эффект герметизации, склеивания и антикоррозионной защиты;
- являются идеальной защитой от самоотвинчивания крепежа при вибрации.

**Основа герметиков** – полимерно-ненасыщенные соединения акрилового ряда, которые имеют высокую скорость преобразования полимера при отсутствии кислорода. Инициализатор и катализатор ускоряют процесс образования полимера.

#### **Торговые марки и применение:**

"Анатерм-1" - для уплотнения микротрещин размером до 0,07 мм.

"Анатерм-6" - для неразъемных соединений (прочность высокая).

"Анатерм-17" - менее прочный материал, для разъемных соединений.

"Унигерм 6" - для резьбовых и цилиндрических соединений.

"Унигерм 8" - в случае максимального зазора 0,45 мм.

"Унигерм 7" и "Унигерм 11" - для цилиндрических поверхностей с зазором 0,15 и 0,25 мм.

Для фиксации подшипников качения широко используют герметики: «Анатерм АН-6», АН-6В, АН-103, «Унигерм УГ-7», УГ-8, УГ-9 и др.

#### **Герметизация неподвижных разъемных соединений полимерами**

Полимерные прокладки разделяют:

- *твердеющие;*

- *не затвердевающие.*

**Твердеющие:** – кремниевые, органические и герметики типа **"Эластосил 137-83" и КЛТ-75Т.**

**Не затвердевающие:** – жидкие уплотнительные прокладки типа **ГИПК, В-20А.**

Герметик **"Эластосил 137-83"** состоит из низкомолекулярного каучука, катализаторов и наполнителей и представляет собой однородную массу. Рабочий интервал температур – от минус 60 до +50 °С. Предназначен для герметизации соединений, работающих в водном, водно-паровом, щелочно-кислотном, воздушном и масляной средах.

**Композит КЛТ-75Т** применяют в неподвижных соединениях, работающих в водном, воздушном пространстве, масляной и топливной средах. Это жидкая прокладка толщиной до 1,0 миллиметра.

Уплотнительную жидкую прокладку **ГИПК-242** используют для соединений, работающих в водной, водно-паровой и воздушной средах: толщина – около 0,15 мм. Поверхность зачищают до блеска, обезжиривают ацетоном. Прокладку **ГИПК** нагревают до температуры 80 °С в водяной бане и наносят тонким слоем вместе с жесткой прокладкой.

Уплотнительная замазка **У-20А** состоит из высоко молекулярного полиизобутилена, наполненного асбестом. Применяется для герметизации неподвижных соединений деталей и узлов, работающих в водной и воздушной средах (резиновые уплотнения, в патрубках водопровода).

#### **Вулканизация при ремонте резиновых и резино-технических изделий.**

**Вулканизация** — технологический процесс взаимодействия [каучуков](#) с вулканизирующим агентом, при котором происходит сшивание молекул каучука в единую пространственную сетку. При этом повышаются прочностные характеристики каучука, его твердость и эластичность, снижаются пластические свойства и растворимость в органических растворителях. Вулканизирующими агентами могут являться: [сера](#), [пероксиды](#), оксиды металлов и др. Для повышения скорости вулканизации используют различные ускорители.

#### **В процессе вулканизации каучук становится [резиной](#).**

Вулканизации подвергают смеси каучука с различными компонентами, обеспечивающими необходимые эксплуатационные свойства резины. Это наполнители (технический углерод, мел, каолин, полидисперсная кремнекислота и т. д.), пластификаторы (нефтяные и талловые масла, дибутилфталат и т. д.), противостарители (бисфенолы, диамины и т. д.), ускорители вулканизации, активаторы вулканизации (оксид цинка, оксид магния и т. д.), замедлители подвулканизации (фталевый ангидрид, N-нитрозодифениламин и т. д.)

При нагревании происходит вулканизация сырой резины, она становится прочной и эластичной. Температура поверхности нагревателя (согласно инструкции) составляет **140—160 °С**. Нормальная температура слоя вулканизации – **143...148 °С**. Время вулканизации рассчитывается:  $t_{\text{в}} = 7 \text{ Н}$ , где Н – толщина слоя, мм.

Самовулканизирующиеся материалы: **Эпоксидная смола + ультраускоритель.**

Полосы листовой резины с подпрессованным адгезионным слоем толщиной 0,3...0,5 мм, содержащим **эпоксидную смолу и серу**. При взаимодействии химических веществ, находящихся в клее, в адгезионном слое происходит при комнатной температуре быстрая реакция вулканизации (3...5 мин).

### 3.5 Проектирование технологического процесса восстановления деталей

Задачей проектирования технологического процесса восстановления деталей является определение последовательности целенаправленных действий по изменению определенного состояния детали с целью восстановления ее эксплуатационных свойств.

Исходными данными для разработки технологических процессов восстановления деталей являются:

- ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями стандартов на ремонтную документацию: перечень дефектов детали;
- основные сведения об условиях работы детали в ремонтируемом узле и видах изнашивания;
- справочные материалы о технологических методах, при помощи которых возможно устранение дефектов;
- технологическая документация на восстановление данной детали (при модернизации существующего технологического процесса на данном предприятии);
- сведения об опыте восстановления деталей данного наименования на передовых предприятиях (при разработке нового технологического процесса);
- технологический процесс изготовления и рабочий чертеж новой детали (для технологической преемственности между изготовлением и ремонтом детали);
- программа выпуска деталей;
- различные справочные материалы (каталоги технологического оборудования, приспособлений, инструмента, справочники по режимам обработки, технологическому нормированию операций и т. п.).

При разработке технологического процесса ремонта детали представляется ремонтный чертеж и карта технических требований на дефектацию детали.

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей помещают технологические требования и указания.

Рекомендуемая последовательность при проектировании технологических процессов восстановления деталей.

- 1 Анализ условий работы детали в сопряжении, видов и процессов ее изнашивания.
- 2 Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления, выбор технологических баз для обработки.
- 3 Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.
- 4 Выбор технологического оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств контроля и измерений.
- 5 Обоснование общих и операционных припусков на обработку.
- 6 Установление режимов и норм времени выполнения операций.
- 7 Техничко-экономическое обоснование рационального варианта технологического процесса восстановления детали.
- 8 Разработка технологической документации на восстановление детали.

#### **Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления**

Изучаются ремонтный чертеж и карта технических требований на дефектацию детали. Дается характеристика дефектов, устанавливаются условия эксплуатации детали (среда, нагрузка и т. д.). Производится оценка степени влияния каждого дефекта на эффективность и безопасность использования детали с учетом назначения и конфигурации, показателей ее качества, режимов и условий эксплуатации.

Приводятся возможные способы устранения каждого из дефектов и способы последующей обработки восстановленных поверхностей.

#### **Выбор технологических баз**

При выборе технологических баз необходимо следовать принципам единства и совмещения баз. Базовые поверхности для обработки необходимо выбирать с таким учетом, чтобы при установке и зажиме обрабатываемая деталь не смещалась с положения, приданного ей, и не деформировалась под действием усилий от резания и зажимов. Необходимо помнить, что наибольшей точности при механической обработке можно достигнуть в том случае, если вся обработка детали ведется от одной базы с одной установки. Если на детали сохранилась базовая поверхность, по которой она обрабатывалась при изготовлении, следует при ремонте также базировать по этой поверхности. Поврежденные базовые поверхности необходимо исправить.

Теоретические схемы базирования и примеры базирования при различных видах обработки резанием приведены в приложении к ГОСТ 21495–76.

При выборе технологической базы необходимо выдержать следующие требования:

- в качестве технологической базы принимают те поверхности детали, которые определяют ее положение в собранном изделии, т. е. сборочные и измерительные базовые поверхности (правило единства баз);
- базовые поверхности должны быть наиболее точно расположены относительно обрабатываемых поверхностей;
- в качестве базовых следует выбирать такие поверхности, при установке на которые можно было бы обработать все поверхности детали, подлежащие обработке (правило постоянства баз);
- поверхности, выбранные в качестве технологических баз, должны обеспечивать минимальные деформации детали от усилий резания и закрепления.

При восстановлении детали в качестве технологических баз выбирают те ее поверхности, по которым устанавливали деталь при ее изготовлении. Если первоначальные базы повреждены или отсутствуют, то обработку следует начинать с восстановления базовых поверхностей. В качестве базовых могут быть приняты также те поверхности, которые при изготовлении детали были обработаны при одной установке с восстанавливаемыми поверхностями.

### **Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции**

Разработка плана операций, входящих в технологический процесс ремонта детали, зависит от вида производства. При единичном и мелкосерийном производстве план операций строится по принципу групповой технологии, при серийном – разрабатываются маршрутные технологические процессы, при массовом – организуется обработка на непрерывных поточных линиях.

Применительно к авторемонтным предприятиям, для которых характерным является серийное производство, разработка плана операций технологического процесса ремонта детали должна быть нацелена на устранение комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом. При этом технологический маршрут составляют не простым сложением технологических процессов устранения каждого дефекта в отдельности, а с учетом следующих требований:

- одноименные операции по всем дефектам маршрута должны быть объединены;
- каждая последующая операция должна обеспечить сохранность качества рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях;
- вначале должны идти подготовительные операции, затем сварочные, кузнечные, прессовые и в заключение шлифовальные и доводочные.

Технологический процесс восстановления деталей составляют, как правило, по операциям. После назначения баз для обработки, выбора способов устранения дефектов и разработки схемы и порядка выполнения операций составляется маршрутная карта. Для этого по каждой операции предварительно намечается оборудование, приспособления, вспомогательные, режущие и измерительные инструменты.

При восстановлении детали проходят последовательно ряд операций в следующем порядке:

- в первую очередь выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);

- механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

- наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и т. п.);

- окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и пр.).

При выборе оборудования для действующего производства ориентируются на имеющееся в цехе оборудование с учетом фактической загрузки отдельных его групп. При проектировании технологических процессов для вновь создаваемых предприятий возможности технолога ограничены только экономическими соображениями. Выбор оборудования во многом определяется типом производства. При выборе модели станка пользуются паспортами станков, а при их отсутствии – каталогами металлорежущего и другого оборудования.

Оборудование выбирают по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т. е. в наибольшей степени выявляющему его функциональные значения и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером обрабатываемого на нем изделия.

При выборе типа и конструкции режущего инструмента следует учитывать характер производства, метод обработки, тип станка, размер, конфигурацию и материал обрабатываемой детали, требуемое качество поверхности, точность обработки. Характер производства влияет на выбор режущего инструмента с экономической точки зрения.

Особое значение имеет выбор материала режущей части инструмента.

С учетом экономической целесообразности необходимо применять новые марки материалов, отличающиеся повышенной износостойкостью, обеспечивающие высокое качество обрабатываемых поверхностей. Они применяются для чистовой обработки вместо малопродуктивного и дорогостоящего шлифования. К таким материалам относятся сверхтвердые материалы.

Измерительный инструмент применяют для межоперационного и окончательного контроля детали. В зависимости от типа производства он может быть стандартным или специальным.

В ремонтном производстве применяют предельные калибры (пробки, скобы, кольца, шаблоны) и универсальные инструменты (микрометры, штангенциркули, индикаторы, нутромеры). Могут быть также спроектированы простейшие контрольные приборы и приспособления.

Одним из основных факторов, влияющих на определение припуска, является толщина его дефектного слоя. Глубина дефектного слоя зависит от способа и режимов восстановления деталей.

Минимальный припуск при восстановлении деталей сваркой, наплавкой и металлизацией:

- ручная наплавка 2...3;

- наплавка под слоем флюса 1;

- электроконтактная наплавка 0,8...1;

- металлизация 0,4.

#### **Установление режимов выполнения операций**

В этой части необходимо определить основные режимы механической обработки детали, как предварительной, так и окончательной, а также установить режимы нанесения слоя материала.

В режимы сварки и наплавки входят в основном сила тока напряжение, плотность тока, скорость наплавки, скорость подачи присадочного материала.

Режимы обработки устанавливают в зависимости от особенностей процесса нанесения материала, особенностей применяемого оборудования, свойств материала, требуемого качества покрытия и т. п.

Для предотвращения стекания расплавленных флюса и металла с восстанавливаемой поверхности наплавку ведут со смещением электрода с зенита в сторону, обратную направлению вращения детали. Для деталей диаметром 50...150 мм  $A = 3...8$  мм.

Режимы обработки определяются для каждой отдельной операции с разбивкой ее на переходы. При ремонте детали используются различные методы восстановления, которые характеризуются определенными параметрами режимов обработки.

При обработке деталей на металлорежущих станках необходимо выбрать по нормативам или рассчитать следующие величины: стойкость инструмента, глубину резания, подачу, скорость резания, частоту вращения детали (инструмента), мощность резания.

При автоматической наплавке следует определить силу сварочного тока и напряжение источника, скорость наплавки, шаг наплавки, высоту наплавляемого слоя за один проход, состав присадочного материала и электродной проволоки, флюса и др.

**Экономическая целесообразность восстановления** деталей обусловлена возможностью повторного использования 65...75% деталей, что позволяет экономить денежные средства, металлы и материалы, сократить расходы запасных частей и высвободить производственные мощности в машиностроении.

Себестоимость восстановления деталей не превышает 75% от стоимости новых, а расход материалов на их восстановление в 15...20 раз ниже, чем на изготовление.

Ремонтное производство располагает достаточным количеством способов, чтобы восстанавливать практически все изношенные и поврежденные детали, кроме резиновых, пластмассовых и деревянных.

**Выбор способа восстановления** конкретной детали требует учета:

- возможностей, сущности и технологических особенностей существующих способов восстановления,
- геометрической формы, размеров и материалов деталей,
- механических характеристик восстанавливаемых поверхностей,
- характера и величины дефектов,
- условий работы детали в сопряжении (вид изнашивания, характер нагрузок, температурный режим и др.),
- механических характеристик получаемых покрытий (прочность сцепления, твердость, износостойкость, усталостная прочность, обрабатываемость),
- производительности и технико-экономических показателей процессов.

Многообразие способов восстановления деталей позволяет одинаковые дефекты устранять различными способами, но качество и стоимость восстановления будут различны.

Для восстановления детали выбирают способ, который обеспечивал бы максимальный ресурс и минимальные затраты труда и материалов. Такой способ называют **рациональным** или **оптимальным**.

При выборе рационального способа учитывают технологические и экономические факторы. Методика такого выбора, основана на последовательном применении трех критериев: *технологического, долговечности и технико-экономического*.

**Технологический критерий** (критерий применимости) позволяет определить применимость различных способов для восстановления конкретной детали. Он не оценивается количественно и относится к категории качественных.

При помощи этого критерия можно выбрать все способы, которые можно применить для восстановления данной детали, но нельзя сказать, какой из них лучший.

Поэтому на следующем этапе рассматривают, какой из предварительно отобранных способов обеспечивает наибольшую долговечность восстановленной детали.

**Критерий долговечности** позволяет оценить способ восстановления детали с точки зрения ее последующей работоспособности.

Он характеризуется коэффициентом долговечности  $K_d$  и представляет собой отношение технических ресурсов восстановленной  $T_v$  и новой  $T_n$  деталей, т. е.

$$K_d = T_v / T_n.$$

При помощи критерия долговечности можно определенно назвать способ восстановления, который обеспечивает наибольший ресурс детали, но нельзя сказать, что этот способ рациональный, так как неизвестна стоимость.

Окончательное решение о выборе рационального способа восстановления детали выносят на основании технико-экономического критерия, объединяющего долговечность детали и затраты на ее восстановление.

**Технико-экономический критерий** количественно оценивается соотношением стоимости новой и восстановленной детали с учетом коэффициента долговечности

$$C_v \leq K_d C_n,$$

где  $C_v$  и  $C_n$  – соответственно стоимость восстановленной и новой деталей.

Данное выражение показывает, что иногда бывает выгодно использовать более дорогой способ, но обеспечивающий высокую долговечность.

Например, стоимость восстановления деталей хромированием в большинстве случаев больше стоимости новых, но долговечность детали с хромовым покрытием в 2 раза и более выше новой.

## 4 ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ МАШИН

### 4.1 Технология ремонта автотракторных двигателей

Наиболее сложной и дорогостоящей деталью двигателя является блок цилиндров. Встречаются следующие основные дефекты блока:

- повреждение гнезда коренного подшипника;
- повреждение резьбы шпилек и отверстий, обрыв шпилек;
- трещина на перемычке между посадочными местами под гильзы цилиндров;
- износ, овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников;
- несоосность опор под вкладыши коренных подшипников при отсутствии других дефектов;
- износ внутренней поверхности втулки распределительного вала;
- овальность посадочных мест под гильзы цилиндров;
- износ, забоины на торцевой поверхности гнезда блока цилиндров под бурт гильзы;
- трещины, пробоины на стенках водяной рубашки.

Трещины и пробоины определяют визуально и с помощью стенда для гидравлического испытания.

Для устранения трещин и пробоин в корпусных деталях наиболее распространены сварка и пайка.

Сварку чугуновых блоков производят с общим и местным подогревом в электрических или газовых печах до температуры 600...700°C, а местный – до 400...450°C с помощью газовых горелок. В качестве присадочного материала применяют чугуновые электроды марок А и Б. При необходимости можно использовать нихромовую проволоку.

При заварке небольших трещин, когда не требуется механическая обработка, применяется холодная сварка в среде аргона марки А проволокой МНЖКТ-5-1-02-2, однако наилучшие результаты получаются при использовании проволок ПАНЧ-11 и ПАНЧ-12.

Широкое распространение при восстановлении утраченных частей чугуновых деталей, а также при заделке трещин и пробоин получила газовая пайка латуной. Для пайки чугуна разработаны латунные припои ЛОК 59-1-03 и ЛОМНА 49-1-10-02. Кроме латунных пригодны цинковый Ц1 и медноцинковые припои ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54. Пайка ведется при температуре 700...750°C с применением флюса ФПСН-1 и ФПСН-2, буры или смеси буры и борной кислоты.

Трещины и пробоины в ненапряженных местах можно заделывать полимерными материалами. Чаще всего для этих целей используется эпоксидная смола ЭД-16 и стеклоткань.

Обломы лап или кронштейнов чаще всего происходят в литых корпусных деталях из алюминиевого сплава. Обломанный кронштейн удаляется на горизонтально-фрезерном станке. На подготовленное таким образом место устанавливается дополнительная ремонтная деталь с последующей механической обработкой. Крепление дополнительной ремонтной детали с блоком осуществляется сваркой в среде аргона.

Ремонт блока цилиндров начинают с устранения трещин, обломов, пробоин, так как применяемая для этой цели сварка вызывает коробление детали. Возможные коробления устраняют последующей механической обработкой.

#### Трещины блока могут быть заделаны:

- электросваркой электродами из проволоки СВ-08 способом отжигающих валиков с предварительной постановкой штифтов;
- электродами из монель-металла (медно-никелевые стержни с покрытием);
- проволокой ПАНЧ 11, ПАНЧ 12;
- клеевыми составами на основе эпоксидных смол с наложением заплаты из стеклоткани или тонколистовой стали с винтами;
- постановкой фигурных вставок.

Фигурные вставки в виде профилированной ленты из малоуглеродистой стали бывают двух видов: уплотняющие и стягивающие.

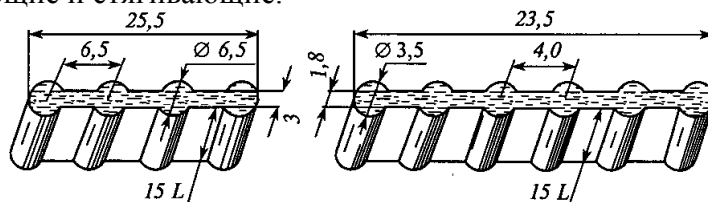


Рис. Фигурные вставки

#### **Установка уплотняющей фигурной вставки:**

- сверлить отверстия 4,8 или 6,8 мм на глубину 3,5 или 6,5 мм (соответственно) за пределами конца трещины на расстоянии 4...5 (5... 6) мм;
- последовательно вдоль трещины сверлить такие же отверстия, пользуясь специальным кондуктором, переставляя и фиксируя его каждый раз по просверленному ранее отверстию;

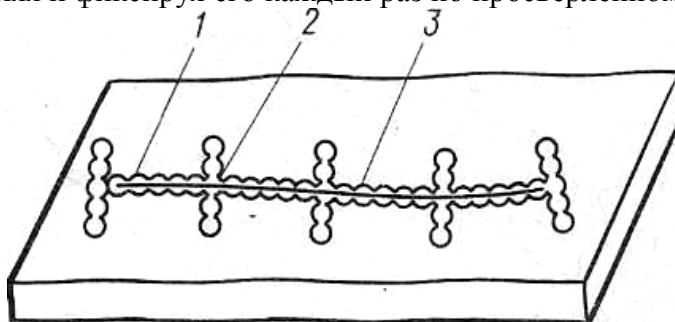


Рис. Заделка трещины фигурными вставками: 1, 3 – уплотняющие вставки; 2 - стягивающие вставки

- сверлить отверстия поперек трещины — по два с каждой стороны, через каждые пять отверстий, как показано на рис. 10.2;

- в полученные отверстия установить и расклепать фигурные вставки, как вдоль трещины, так и поперек, предварительно смазав их клеевой композицией на основе эпоксидной смолы.

**Уплотняющие вставки** применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей

#### Установка стягивающей фигурной вставки:

**Стягивающие (поперечные) вставки** позволяют стягивать боковые кромки трещины толстостенных деталей (например, в перемычках между клапанными гнездами в головках цилиндров).

- в детали по кондуктору сверлить перпендикулярно трещине четыре или шесть отверстий (по два - три отверстия с каждой стороны) диаметром, соответствующим диаметру вставки, с шагом большим, чем у вставки, на 0,1...0,3 мм и глубиной 15 мм;

- перемычку между отверстиями удалить специальным, пробойником в виде пластины толщиной 1,8 или 3,0 мм в зависимости от размеров вставки;

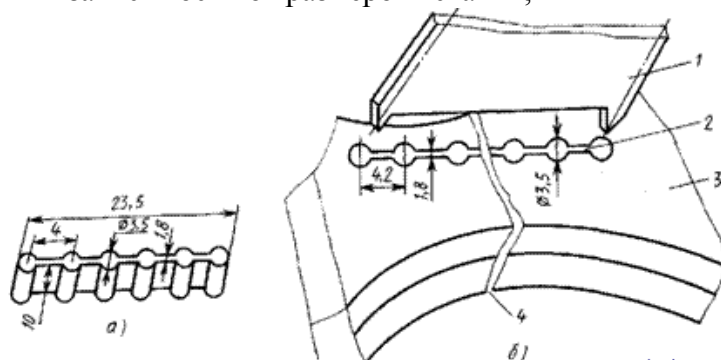


Рис. Установка стягивающей фигурной вставки

- в изготовленный паз запрессовывать фигурную вставку и расклепать ее.

- зачистить поверхность опиливанием или обработкой переносным вращающимся абразивным кругом.

**Неплоскостность поверхности прилегания** головки цилиндров устраняют шлифованием или фрезерованием с последующим углублением на такой же размер выточки под буртики гильз цилиндров.

**Соосность постелей под вкладыши коренных подшипников** восстанавливают путем их расточки под ремонтные размеры с постановкой вкладышей увеличенного наружного размера.

Практикуется также восстановление постелей блока напылением смесью железных и медных порошков с последующей расточкой и хонингованием.

На Могилевском ремонтном заводе была отработана методика восстановления постановкой толстостенных полуколец.



Рис. Восстановление постелей блоков установкой полуколец с последующей расточкой под номинал



Рис. Расточка постелей блока на горизонтально-расточном станке

Изношенные поверхности посадочных мест под уплотнения гильз восстанавливают постановкой *на клей чугунных колец с последующей расточкой под номинальный размер*



Рис. Восстановление посадочных мест под уплотнение гильз установкой дополнительной детали (кольца)

**Изношенные отверстия** под направляющие втулки толкателей и втулки распределительного вала развертывают под ремонтные размеры.

**Резьбовые отверстия** с изношенной, сорванной или забитой резьбой восстанавливают нарезанием новой резьбы ремонтного размера, постановкой спиральных вставок или ввертышей.



Рис. 10.8 Спиральные вставки для восстановления резьбовых отверстий



Рис. 10.9 Резьбовые ввертыши для восстановления резьбовых отверстий

Восстановленные блоки испытывают на герметичность на стендах под давлением 0,4...0,5 МПа в течение 3 мин. Не должно быть запотевания швов.

**Цилиндры и гильзы** изнашиваются неравномерно. Наибольший износ наблюдается в зоне верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней мертвой точке. В нижней части цилиндра зеркало гильзы подвергается **абразивному, коррозионному и механическому** изнашиванию. Коррозионное изнашивание верхней части гильзы цилиндра вызывается работой двигателя при низкой температуре.

Механическое изнашивание зеркала цилиндра вызывается движением поршня с кольцами (истирание).

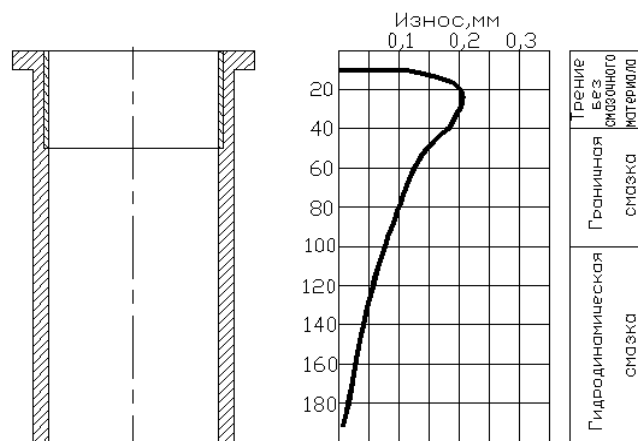


Рис. Эпюра износа цилиндра по длине

При кавитационном и коррозионном разрушении наружной поверхности гильз их бракуют.



Рис. Кавитационный износ нижней части гильзы цилиндра

Изношенные гильзы и цилиндры растачивают под ремонтный размер на вертикально-расточных станках 278А, 268, 277Б, 2В-697. Можно использовать также переносные расточные станки 2407 ГАРО. Затем рабочую поверхность хонингуют.

Затем хонингуют на хонинговальных станках 3833. Хонингование проводят абразивными или алмазными брусками. Зернистость бруска выбирают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности, а твердость связки — в соответствии с твердостью обрабатываемого материала. Хонингование ведут с обильной подачей охлаждающей жидкости (керосина или смеси керосина с 15...20% машинного масла). **Рекомендуется использовать алмазные бруски АСМ и для окончательного хонингования бруски АСП-40. После хонингования овальность и конусность не должны превышать 0,03 мм.**

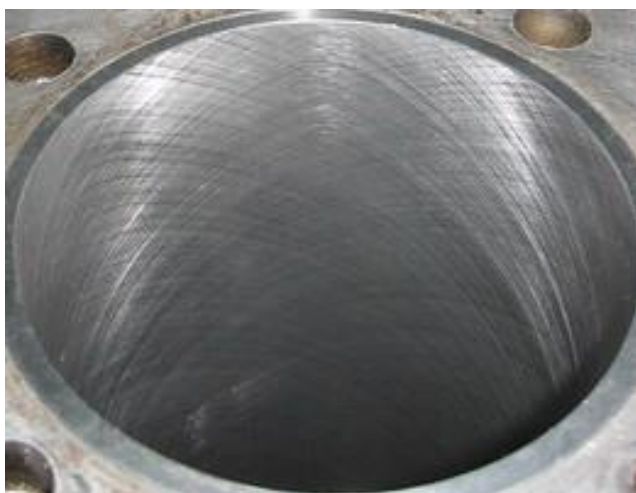


Рис. 10.14 Поверхность гильзы после хонингования

Изношенные цилиндры последнего ремонтного размера восстанавливают постановкой «сухой гильзы», изготовленной из титано-меднистого или марганцовистого чугуна.

В расточенный блок запрессовывают тонкостенную гильзу, вновь ее растачивают и хонингуют на номинальный размер. **Гильзы перед запрессовкой охлаждают в жидком азоте.**



Рис. 10.15 Восстановление блока запрессовкой «сухой» гильзы

**Установка гильз в блок.** Гильзы, устанавливаемые в блок, должны быть одной размерной группы или одного ремонтного размера.

Гильза, установленная в блок без уплотнительных колец, должна свободно проворачиваться. Для запрессовки гильзы в блок с установленными уплотнительными кольцами, смазанными белилами, используют приспособление с гидравлическим (пневматическим) прессом или молоток и деревянный брусок, через который наносятся легкие удары по гильзе. Срезание уплотнительного кольца при запрессовке не допускается.

После запрессовки торец бурта верхний гильзы должен выступать над плоскостью блока на 0,06...0,20 мм. Допустимая минимальная величина выступания бурта гильзы для всех двигателей равна **0,04 мм**.

Если устанавливают уже работавшие гильзы, то рекомендуется повернуть их вокруг оси на 90° относительно прежнего положения. Это приведет к уменьшению овальности гильз при последующей работе двигателя.

### **Ремонт коленчатых валов и деталей кривошипно-шатунного механизма**

**Ремонт поршневых пальцев** проводят холодной раздачей или нагревом ТВЧ с резким охлаждением и последующим шлифованием *на бесцентрово-шлифовальном станке*

**Шатуны**, поступающие в ремонт, имеют дефекты:

- изгиб и скручивание стержня;
- трещины;
- изнашивание: внутренней поверхности втулки верхней головки шатуна и отверстия под нее, отверстия нижней головки, поверхностей по плоскости разъема шатуна с крышкой, отверстий и опорных поверхностей под гайки и головки шатунных болтов.

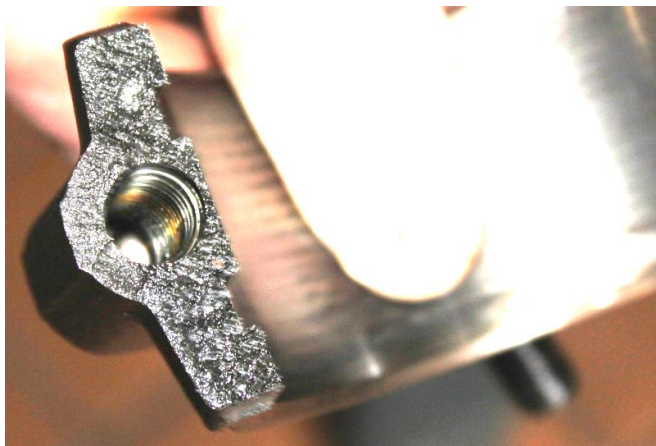
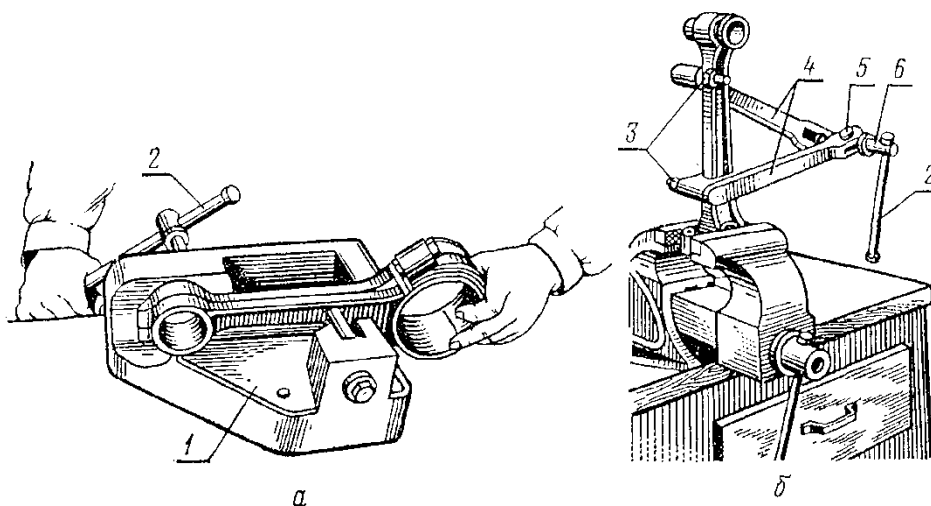


Рис. Шатун с ломанной нижней головкой (двигатель Детройт-Дизель)

Отсутствие установочных баз и изнашивание рабочих поверхностей затрудняет ремонт шатунов. На ремонтных заводах их успешно ремонтируют по следующей технологии:

– выпрессовывают втулку верхней головки шатуна; – шлифуют боковую поверхность нижней головки шатуна для восстановления установочной базы; правят шатун; шлифуют или фрезеруют плоскость разъема крышки; собирают шатун с крышкой и запрессовывают втулку в верхнюю головку; растачивают отверстия нижней и верхней головок шатуна; контролируют шатун.

**Изгиб стержня шатуна** устраняют способом правки на винтовых и гидравлических прессах, а скручивание — с помощью рычага или струбцины, захваты которой закрепляют с противоположных сторон поперечного сечения стержня.



После правки шатуны рекомендуется подвергать термообработке. Для этого его нагревают до температуры 400...450 °С, выдерживают в течение 0,5...1 ч и охлаждают на воздухе.

**Шатуны с трещинами** любого размера и расположения – **выбраковывают**.

**Изношенные втулки верхней головки шатуна** заменяют на новые.

**Изношенную внутреннюю поверхность верхней головки шатуна** растачивают под ремонтный размер, и запрессовывают втулку увеличенного размера. Отверстие нижней головки шатуна восстанавливают железнением. Сначала предварительно растачивают головку, а после железнения окончательно растачивают на приспособлении алмазно-расточного станка.

**Поверхности отверстий нижней головки шатуна** восстанавливают наплавкой в углекислом. Затем отверстия растачивают на расточных или токарных станках.

**Поврежденные плоскости разъема шатуна с крышкой** восстанавливают железнением с последующей механической обработкой.

**Изношенные опорные поверхности под гайки и головки шатунных болтов** фрезеруют. После окончания ремонта шатун контролируют на специальном приспособлении.

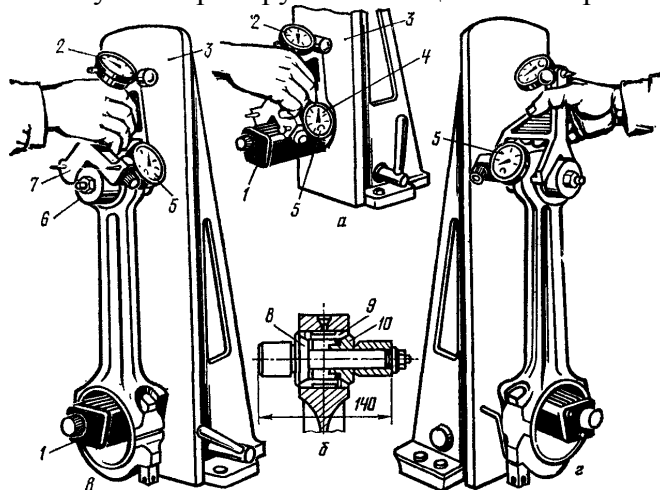


Рис. Проверка шатуна на изгиб и скрученность

При ремонте кривошипно-шатунного механизма особое внимание должно быть обращено на тщательный подбор деталей друг к другу и к цилиндрам двигателя.

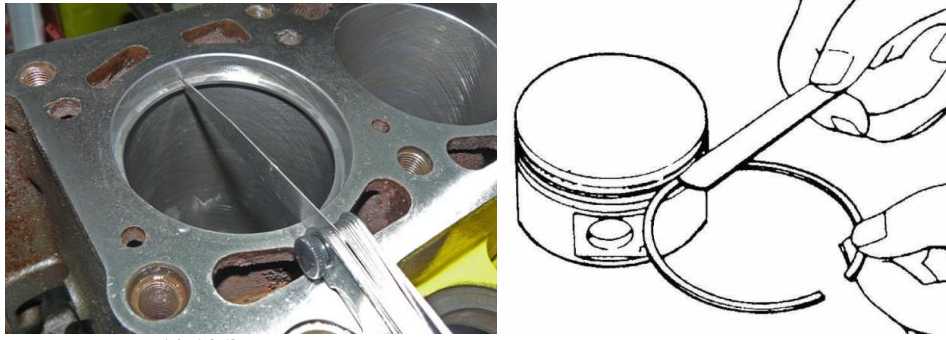


Рис. 10.19 Замеры теплового зазора в замке колец и зазора между стенкой канавки и кольцом

Масляные и компрессионные кольца подбирают по размеру гильз и высоте канавок на поршне, при необходимости производят подгонку подпиливанием стыков колец до получения необходимого зазора в замке (**0,3... 0,4 мм для бензиновых и 0,7... 1 мм для дизельных двигателей**).

Кольца проверяют также по высоте канавок поршней и при необходимости шлифуют на абразивном круге или абразивной бумагой. Упругость кольца проверяют на специальном приборе.

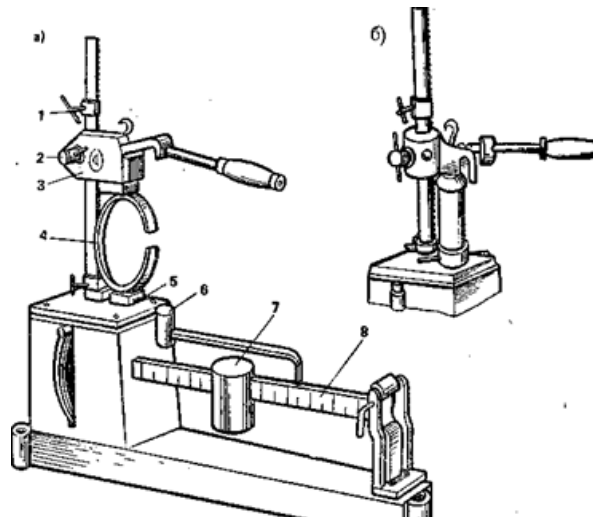


Рис. 10.20 Прибор для определения упругости поршневых колец (а) и пружин (б):  
1 — подвижный упор; 2 — стопорный винт; 3 — каретка; 4 — поршневые кольца;  
5 — столик; 6 — дополнительный груз; 7 — основной груз; 8 — коромысло

Кольцо вставляют между площадкой весов и нажимным устройством так, чтобы стык кольца был в горизонтальном положении. Нагружают кольцо нажимным устройством до нормального зазора в стыке, проверяемого шумом. Сила сжатия кольца при этом должна соответствовать установленным нормам упругости.

**Ремонт коленчатого вала** начинают с контрольных операций, выполняемых с помощью магнитного дефектоскопа для выявления трещин на шейках. **При обнаружении трещин вала выбраковывают.**

Затем определяют прогиб вала, которое допускается не более 0,05 мм. При большем биении прогиб вала устраняют шлифованием или правкой в холодном состоянии наклепом в зоне галтелей.

**Изношенные шатунные и коренные шейки** при износе получают овальность, конусность, а поверхности трения насыщаются продуктами износа.

Восстанавливают механической обработкой под ремонтный размер. Все коренные или шатунные шейки одного вала обычно обрабатывают под один ремонтный размер на шлифовальных станках типа 3420, 3423. Перед шлифовкой шеек вала устраняют все другие дефекты. При шлифовании шеек необходимо соблюдать радиус галтелей.

После шлифования под ремонтный размер шейки полируют на станке для полирования. Шейки можно также полировать с помощью приспособления к шлифовальному станку, на универсальном приспособлении к токарному станку или обжимками вручную.

**Восстановление валов способом напыления металла** плазмой позволяет применять тугоплавкие металлы и их сплавы, формировать на изношенных деталях поверхностный слой высокой твердости и получать высокую прочность сцепления нанесенного слоя с деталью. Транспортирующие инертные газы снижают окисляемость частиц металла, что в совокупности создает предпосылки для получения высокой износостойкости покрытия (Полоцкий и Витебский ремонтные заводы).

Коленчатый вал подвергают динамической балансировке в сборе с маховиком (иногда и со сцеплением на специальном станке). Коленчатый вал уравнивают сверления отверстий в торце маховика.

#### **Устраняемые дефекты маховика:**

- износ зубчатого венца;
- износ отверстий под болты крепления;
- износ плоскости прилегания ведомого диска сцепления.

Изношенные венцы спрессовывают и заменяют новыми, а задиры на плоскости прилегания ведомого диска сцепления устраняют шлифовкой.

Восстановленный маховик вместе с коленчатым валом должен быть обязательно подвергнут динамической балансировке.

**Установка коленчатого вала двигателя.** Перед установкой вал проверяют на укомплектованность его с коренными подшипниками.



Рис. Укладка тонкостенных вкладышей в постели блока



Рис. Укладка коленчатого вала в постель блока

Устанавливают полукольца-ограничители осевого перемещения вала.



Рис. Установка полуколец продольного перемещения коленчатого вала

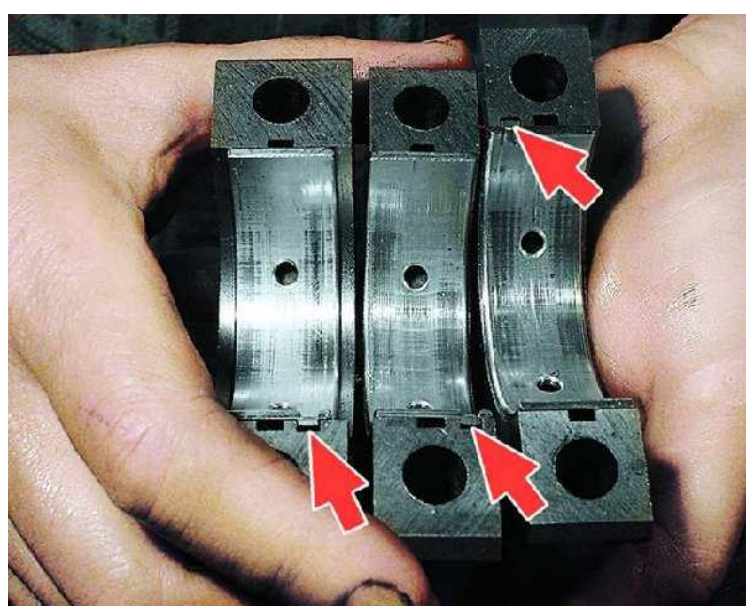


Рис. Укладка вкладышей в крышки коренных подшипников

Передвигая вал вдоль оси ломиком, проверяют щупом осевой разбег коленчатого вала. Продольное перемещение коленчатого вала для тракторных двигателей различных марок колеблется в пределах  $0,1...0,4$  мм, а автомобильных двигателей и ЯМЗ-238НБ —  $0,08...0,25$  мм.

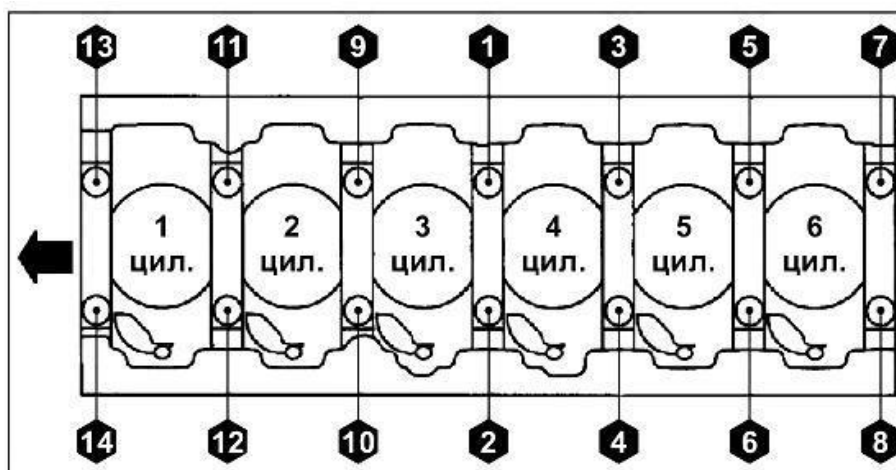


Рис. Порядок затяжки винтов (гаек) крепления коленчатого вала

Вначале затягивают в 2...3 приема винты (гайки) среднего подшипника и проворачивают коленчатый вал рукой за фланец крепления маховика. Если вал легко проворачивается, то затягивают равномерно остальные крышки подшипников.

Если вал туго проворачивается, то – или вал погнут или нет соосности постелей коренных подшипников, то сборку приостанавливают до выяснения причины.

Правильно уложенный вал должен проворачиваться от усилия руки, приложенного к фланцу крепления маховика или к шатунным шейкам вала.

Поршневую группу (поршень – поршневые кольца - поршневой палец - шатун) собирают на отдельном рабочем месте в соответствии с техническими условиями.

**Поршневые пальцы (плавающие) к поршням подбирают по размерным группам отверстий в бобышках поршней** таким образом, чтобы при нагревании поршня в масле (диз. топливе, воздухе) до 70 °С пальцы входили в отверстие свободно. Этим достигается небольшой зазор в соединениях во время работы двигателя, так как коэффициент линейного расширения алюминия (поршень) и стали (палец) неодинаков. К шатуну поршневой палец подбирают так, чтобы при нормальной комнатной температуре он плавно входил в отверстие под небольшим усилием.

После подбора отдельных деталей друг к другу производят подборку шатунно-поршневой группы, проверяют правильность взаимного положения образующейся цилиндрической поверхности юбки поршня и отверстия нижней головки шатуна, затем весь комплект на один двигатель подгоняют по массе. Разница в массах собранных комплектов (сверх допустимых пределов) устраняется снятием металла со специальных приливов, имеющих на поршне.

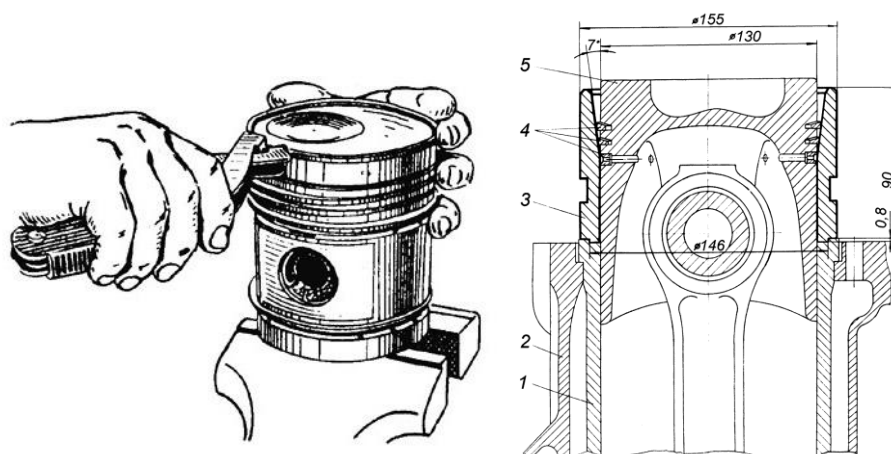


Рис. Установка поршневых колец и поршневой группы в цилиндр двигателя

Выверенные комплекты устанавливают в цилиндры двигателя. При этом для облегчения операции сжатия колец и предупреждения их повреждений пользуются приспособлением, показанным на рис.

**Поршни с гильзами** бензинового двигателя комплектуют по зазору между поршнем (по юбке) и гильзой. Эту операцию выполняют по усилию протягивания ленты-щупа определенной толщины, заложенной между гильзой и поршнем по всей его длине.

**Групповая взаимозаменяемость при сборке цилиндропоршневой группы двигателей Д-243, Д-245**

Номинальный зазор в сопряжении юбка поршня-гильза в двигателе Д-243, 245 – 0,10...0,14 мм. В двигателе Д-260 – 0,09...0,13 мм

Таблица 10.3 Размерные группы цилиндро-поршневой группы двигателей Д-243

Размерная группа	Гильза, мм	Поршень, мм	Зазор, мм
<b>М</b> (малая)	110,0...110,02	109,84...109,86	0,14...0,18
<b>С</b> (средняя)	110,02...110,04	109,86...109,88	0,14...0,18
<b>Б</b> (большая)	110,04...110,06	109,88...109,90	0,14...0,18

Зазор в сопряжении поршневой палец – бобышка поршня у Д-243, 245: **-0,004...0,014 мм** (**черная** или **желтая** полоски в отверстии пальца).

Зазоры в замках поршневых колец Д-240, 245: **0,40...0,78 мм**; ЯМЗ: **0,45...0,65 мм**

Суммарный разнос группы деталей (**поршень+шатун+ палец+ кольца**) разных цилиндров двигателя Д-243, Д-245 – **не более 30 грамм**

Завод-изготовитель установил четыре ремонтных размеров шеек коленчатого вала с шагом **0,5 мм** этих двигателей. Двигатель Детройт-Дизель не имеет ремонтных размеров коленчатого вала.

На поршни устанавливаются 3...4 поршневых кольца: 2...3 компрессионных разной формы рабочей поверхности с маркировкой «верх» или «top» маслосъемное – обычно коробчатого типа с пружинным расширителем. Замок расширителя не должен совпадать с замком кольца. Замки колец расставляются равномерно по окружности.

**Установка шатунно-поршневого комплекта.** Комплект и гильзы перед постановкой обильно смазывают моторным маслом и расставляют замки поршневых колец. Замки смежных колец располагают под углом 180° относительно друг друга на поршнях двигателей типа ЯМЗ-238НБ, а между вторым и третьим поршневым кольцом под углом 90°. На поршнях двигателей ЗМЗ-53, ЗиЛ-130 замки располагают под углом 120° относительно друг друга. Замки не рекомендуется ставить против оси пальца.

Стрелка на днище поршня двигателя ЗиЛ-130 при сборке должна быть направлена в сторону переднего конца двигателя. При этом прорез в юбке поршня будет обращена в сторону, противоположную расположению клапанов. *У двигателя ЗМЗ-53* надпись на поршне «назад» должна быть обращена к маховику двигателя и т.д

#### Порядок сборки двигателя Д-243.

1. Подсобранный блок-картер с втулками распределительного вала, гильзами цилиндров устанавливается картером вверх на кантователь.

2. В постели коренных подшипников устанавливают вкладыши и упорные полукольца, ограничивающие осевое перемещение вала, внутреннюю поверхность вкладышей смазывают моторным маслом.

3. Проводят укладку коленчатого вала.

4. Затяжку винтов (гаек) крепления коренных подшипников проводят, начиная со среднего подшипника, каждый раз проверяя усилие проворота вала.

5. Устанавливают толкатели, распределительный вал и поворачивают блок-картер на 180 градусов.

6. В установленные гильзы цилиндров вводят подсобранные комплекты поршневых групп и зажимают крышки шатунных подшипников.

7. Устанавливают прокладку и головку блока. Заворачивают винты (гайки) крепления головки строго в определенной последовательности и с определенным моментом.

8. Вновь двигатель поворачивают на 180 градусов и устанавливают масляный насос, распределительные шестерни, крышку распред шестерен, заднюю плиту, уплотнения, маховик и поддон картера.

9. Устанавливают внешние сборочные единицы и трубопроводы.

Нормальный осевой разбег нижней головки шатуна у тракторных и комбайновых двигателей 0,2...0,8 мм, а у автомобильных — 0,1... 0,3 мм; допустимый без ремонта — 1 мм.

После установки шатунно-поршневого комплекта в ВМТ днища поршней должны выступать или утопать относительно плоскости блока на величину, указанную в технических условиях.

После установки задней балки и корпуса уплотнения устанавливают маховик. После закрепления на коленчатом валу маховик проверяют на радиальное и тоцовое биение, которое не должно превышать для тракторных и комбайновых двигателей 0,3 мм и для автомобильных — 0,2 мм.

### Особенности сборки двигателей Дойтц

Порядок работы цилиндров: 1-5-3-6-2-4. Нумерация цилиндров от маховика.

Осевой люфт коленчатого вала 0,1...0,28 мм.

Четыре ремонтных размера шеек коленчатого вала через 0,5 мм.

Знак на днище поршня направить к маховику.

Три поршневых кольца: - верхнее трапециодальное (коническое), далее компрессионное с обозначениями «ГОР» сверху и маслоъемное.

Выступание гильзы над блоком 0,03...0,06 мм.

Прокладка головки блока имеет три типоразмера по толщине и маркируется пробитыми отверстиями вдоль короткой стороны, табл. 1.5. Прокладки подбираются в зависимости от величины выступа поршня над плоскостью блока: 0,28...0,53 – прокладка с одним отверстием, 0,54...0,63 – с двумя отверстиями, 0,64...0,75 – с тремя отверстиями.

одно отверстие – толщина прокладки 1,2 мм;

два отверстия – 1,3 мм;

три отверстия – 1,4 мм.

Таблица 1.5 Выступание поршня и обозначение прокладки ГБЦ

Двигатель	Выступание поршня	Обозначение прокладки головки цилиндра
ДВС 1012	0,43 - < 0,64 мм	1 отверстие
	0,64 - < 0,74 мм	2 отверстия
	0,74 - 0,85 мм	3 отверстия
ДВС 1013	0,28 - < 0,54 мм	1 отверстие
	0,54 - < 0,64 мм	2 отверстия
	0,64 - 0,75 мм	3 отверстия

Устанавливают винты крепления и затягивают их по схеме, определенной заводом-изготовителем, в три приема: **первый прием** – затягивают винты моментом 50 Н•м (5 кгс•м); **второй прием** – моментом 130 Н•м (13 кгс•м); **третий прием** – доворот винтов на 90°;

**Установка механизма газораспределения.** Шестерни этого механизма должны быть установлены по меткам. Допускается без ремонта зазор между зубьями шестерен 1,5 мм.

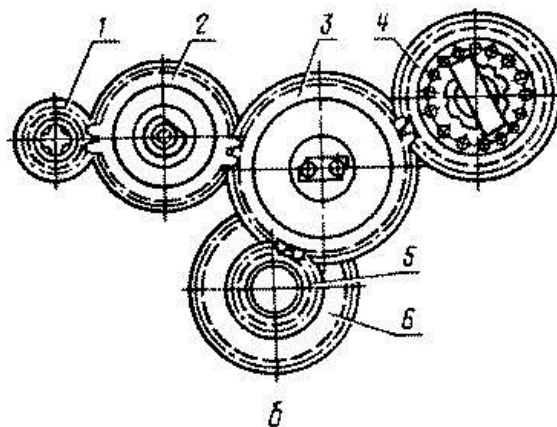


Рис. 10.34 Метки на распределительных шестернях двигателей Д-243, Д-245

Продольное перемещение распределительного вала не должно превышать 0,4 мм. При большем перемещении его регулируют прокладками или ограничительным устройством.

После установки маслонасоса блок закрывают поддоном картера.

**Установка головки цилиндров.** На блок укладывают прокладку, смазанную с обеих сторон графитовой пастой, обращая внимание на то, чтобы у двигателей совпадали отверстия в блоке и прокладке для подвода смазки к механизму коромысел.

На шпильки блока надевают головку в сборе с клапаным механизмом и закрепляют гайками. Последовательность затяжки гаек крепления головок цилиндров для некоторых двигателей показана на рисунках.

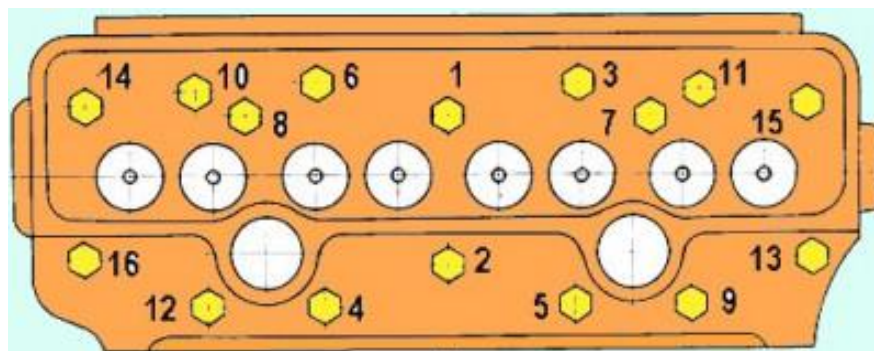


Рис. Головка двигателя Д-245

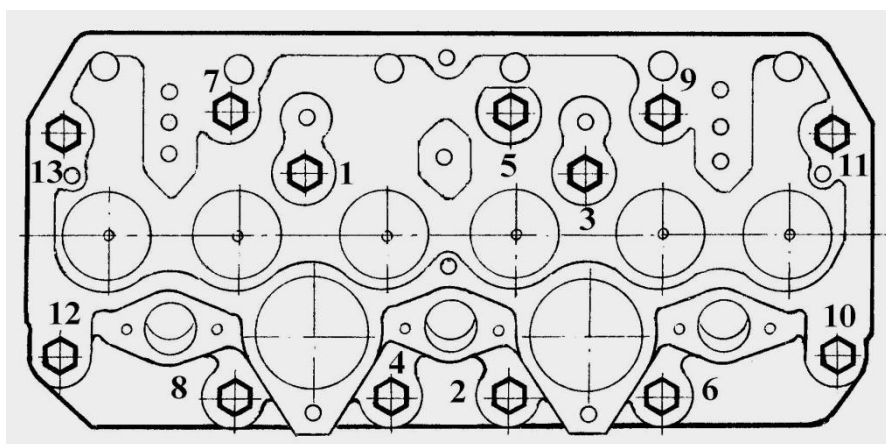


Рис. Головка блока двигателя Д-260

После установки головки цилиндров устанавливают штанги толкателей и механизм коромысел в сборе так, чтобы ось симметрии бойка коромысла совпала с осью стержня клапана. Отклонение допускается до 1 мм. Боек коромысла должен прилегать к торцу стержня клапана или к стакану по всей поверхности.

Регулируют зазор между бойком коромысла и торцом стержня клапана или стаканом. У подогретых до 60 °С двигателей эти зазоры должны быть равны: 0,25... 0,3 мм у впускного и 0,35...0,55 мм у выпускного; для автомобильных двигателей — 0,3 мм. Для горячих двигателей величины зазоров должны быть меньше на 0,05 мм против вышеуказанных. В двигателях Детройт-Дизель тепловой зазор при сборке должен быть равным 0,635 мм для тех и других клапанов.

Таблица 10.4 Тепловые зазоры между торцом клапана и бойком коромысла и порядок их регулировки (двигатель имеет температуру до +60 °С)

Двигатель	Клапаны		
	Впускные, мм	Выпускные, мм	Порядок регулировки
Д-240 (1-3-4-2)	0,25...0,30	0,25...0,30	ВМТ в 1-ом цилиндре. Зазоры: 4, 6, 7, 8 ВМТ в 4-ом цилиндре. Зазоры: 1, 2, 3, 5
Д-245 (1-3-4-2)	0,25	0,45	
Д-260 (1-5-3-6-2-4)	0,25	0,55	ВМТ в 1-ом цилиндре. Зазоры: 3, 5, 7, 10, 11, 12 ВМТ в 6-ом цилиндре. Зазоры: 1, 2, 4, 6, 8, 9
Детройт-Дизель ДТА-530Е (1-5-3-6-2-4)	0,635	0,635	ВМТ в 1-ом цилиндре. Зазоры: 1, 2, 3, 6, 7, 9 ВМТ в 6-ом цилиндре. Зазоры: 4, 5, 8, 10, 11, 12
Дойтц (1-5-3-6-2-4)	0,3	0,5	ВМТ в 1-ом цилиндре от маховика. Зазоры: 1, 2, 3, 6, 7, 9 ВМТ в 6-ом цилиндре от маховика. Зазоры: 4, 5, 8, 10, 11, 12

Устанавливают крышки клапанов, всасывающий и выхлопной коллекторы. Сборку двигателя заканчивают постановкой турбокомпрессора, топливной аппаратуры, стартера, генератора, пускового двигателя с редуктором, водяного насоса, вентилятора и др.

### **Ремонт головок блоков.**

Неисправности ГБЦ и методы их устранения:

- дефекты привалочной плоскости;
- наличие трещин на ГБЦ или отдельных ее элементах;
- износ направляющих втулок клапанов.
- износ седел клапанов.
- разрушение резьбы, располагающейся в отверстиях ГБЦ.

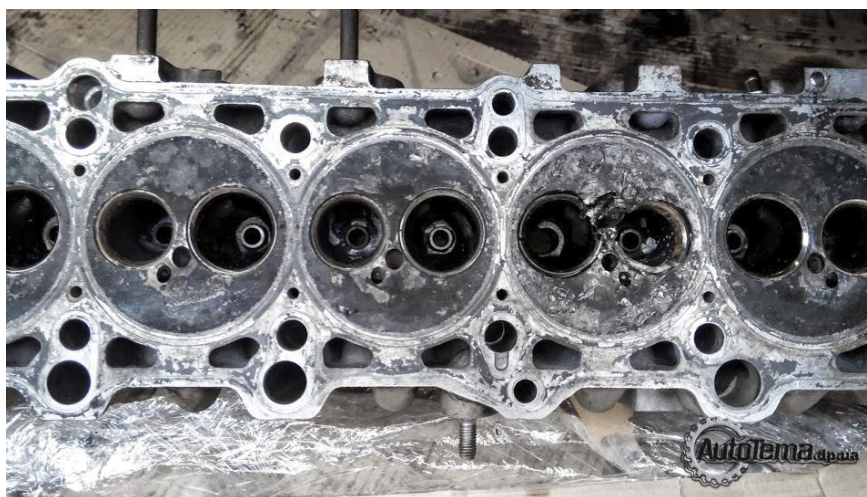


Рис. Головка блока, подлежащая восстановлению

Деформация головки блока чаще всего наступает из-за местного или общего перегрева. Но в результате накопленных механических и термических напряжений может деформироваться и нормально работавшая головка. Поэтому *при каждом снятии с мотора головку блока следует обязательно проверять на плоскостность. Сильную деформацию позволяет выявить проверка лекальной линейкой и щупов.*

*Восстановление плоскости алюминиевых или чугунных головок выполняется на фрезерном станке инструментом с одним резцом и на высоких оборотах.*

**Замена втулок.** Перепрессовывать втулки нужно крайне аккуратно. Перед запрессовкой необходимо убедиться, что посадочные отверстия обеспечивают необходимый натяг и не имеют задиров и повреждений. Втулки запрессовывают «на горячую», предварительно подогрев головку до температуры около 200 °С. Облегчает работу охлаждение втулок сухим льдом или охлаждающим спреем. После запрессовки отверстия втулок обрабатывают разверткой, чтобы обеспечить требуемый зазор со стержнем клапана.

**Обработка седла клапана** — один из наиболее важных этапов ремонта. Правильная геометрия седла, как известно, обеспечивает надежное уплотнение камеры сгорания, хороший отвод тепла от тарелки клапана, что исключает перегрев клапана и увеличивает срок службы маслосъемных колпачков. Точная обработка рабочей фаски седла и ограничивающих фасок обеспечивает максимальный ресурс сопряжения «седло-клапан». Обеспечить эти требования традиционной притиркой невозможно.

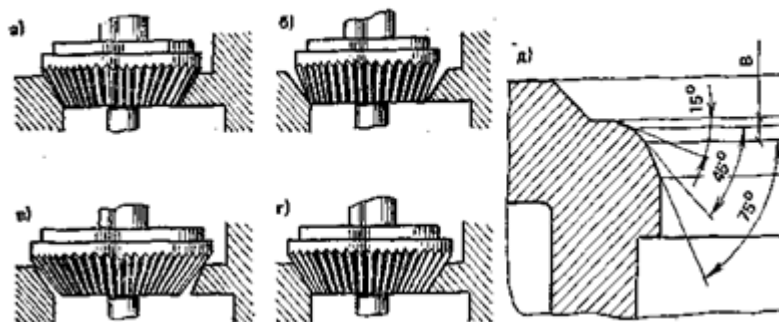


Рис. Углы фрезерования

Отечественные зенкеры просты и недороги, их при необходимости можно многократно затачивать, но они не дают достаточной точности и чистоты, и потому не позволяют исключить притирку.

В условиях небольших мастерских седла обычно правят ручным инструментом, например, твердосплавными зенкерами отечественного производства или американскими фрезами *Neway*.



Рис. 10.25 Фрезы *Neway*

Материал ножей на фрезах NEWAY (США) - сверхтвердый карбид вольфрама, твердостью 85...90 HRC, *сохраняющий режущие свойства на несколько тысяч твердых седел*. Режущие кромки на ножах Neway (США) расположены по типу «гребенка» и имеют специальный профиль. В результате нагрузка на обрабатываемый материал распределяется равномерно, так как в процессе обработки участвуют три и более кромки. Инструмент значительно дороже. Стоимость одной фрезы в среднем 80...100 долларов

Обработка седла на станке обеспечивает высокую чистоту и позволяет обойтись без притирки. Значит, избавляет от лишней операции и исключает «втирание» абразивных зерен в материал седла и тарелки клапана, значительно снижающее ресурс деталей.

**Замена седла** — одна из сложных операций ремонта головок. Старое седло удаляется специальной резцовой головкой, которая выставляется на размер с помощью приспособления. Новые седла поставляются в запчасти готовыми или в виде заготовок. Для алюминиевых головок блока при замене седла обеспечивается натяг 0,10...0,12 мм. Новое седло запрессовывается с подогревом головки и охлаждением седла. Затем профильным резцом обрабатываются фаски седла.

**Ремонт постелей распределительного вала в головке блока** — ответственная операция при ремонте двигателя. Подшипники распредвала оказываются изношенными и нередко имеют задиры — ведь масло до распредвала, расположенного в верхней части двигателя, доходит в последнюю очередь. Восстанавливают с помощью специализированного горизонтально-хонинговального станка, «занизив» крышки подшипников на 0,1...0,3 мм по плоскости разреза, после чего обрабатывают постели хонингованием в номинальный размер.

**Заварка трещин** остается отдельной и весьма «деликатной» областью ремонта головок блока. Высокие термические деформации, наличие легирующих элементов и вспенивание

металла сварного шва могут привести к образованию скрытых дефектов. Поэтому после сварки головка блока обязательно должна быть испытана на герметичность под давлением.

#### **Технология притирки клапана к седлу**

- очистить клапан от нагара;
- нанести на фаску клапана сплошной тонкий слой притирочной пасты;
- ставить клапан в направляющую втулку со стороны камеры сгорания, смазав стержень клапана слоем графитной смазки;
- надеть на стержень клапана пружину небольшой жесткости;
- установить на стержень клапана приспособление для притирки клапанов (или с некоторым натягом резиновую трубку для соединения клапана с реверсивной дрелью).
- включив дрель на минимальную частоту вращения (в реверсивном режиме) или вращая приспособление (в случае ручной притирки) попеременно в обе стороны на пол-оборота притрите клапан, периодически то прижимая его к седлу, то ослабляя усилие прижатия;
- притирайте клапан до появления на его фаске матово-серого непрерывного однотонного пояса шириной не менее 1,5 мм;
- после притирки тщательно протереть клапан и седло чистой ветошью и промыть до удаления остатков притирочной пасты;
- проверить герметичность посадки клапана, для чего установить его в головку со штатными пружинами и сухарями. Затем положить головку набок и залить керосин в тот канал, который закрыт клапаном. Если в течение 3 мин керосин не просочится в камеру сгорания, клапан герметичен.

#### **Ремонт агрегатов смазочной системы и системы охлаждения**

Надежность двигателя во многом зависит от исправности узлов смазочной системы и качества применяемых масел. Неисправности масляных систем ведут к аварийному выходу из строя всего двигателя.

##### **Неисправностями смазочных систем:**

- повышенное или пониженное давление масла,
- подтекание масла через неплотности в соединениях,
- засорение фильтров тонкой и грубой очистки,
- нарушение герметичности сальников коленчатого вала,
- нарушение работы системы вентиляции картера.

##### **Эти неисправности могут быть результатом:**

- износа или повреждения масляного насоса;
- повреждения прокладок в соединениях трубопроводов;
- засорения масляного фильтра;
- неисправности датчика давления масла;
- заедания клапанов;
- низкого или высокого уровня масла в поддоне картера.

##### **Причины неисправностей:**

- нарушение правил эксплуатации (*использование некачественного масла, нарушение периодичности замены масла и фильтра*);
- неквалифицированное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту;
- предельный срок эксплуатации элементов системы.

##### **Внешними признаками неисправностей являются:**

- низкое давление масла;
- повышенный расход масла.

О понижении давления масла сигнализирует лампочка на панели приборов машины. При понижении давления масла ниже нормы дальнейшая эксплуатация машин запрещена.

Повышенный расход масла определяется с помощью щупа по уровню масла в двигателе. На ряде машин осуществляется электронный контроль уровня масла в двигателе (соответствующая контрольная лампа на панели приборов).

**Повышенное давление масла в системе** может быть вызвано высокой вязкостью масла. При повышенной вязкости масла *увеличиваются*:

- механические потери,
- скорость износа деталей,
- расход топлива.

Смазочная система должна быть заправлена маслом, рекомендуемым заводом-изготовителем. В виде исключения для двигателей с повышенной степенью износа подшипников коленчатого вала допускается применение заменителей по химмотологической карте, прилагаемой к руководству по эксплуатации.

**Пониженное давление масла в двигателе** является следствием увеличения зазоров в подшипниках коленчатого вала. При разжижении масла топливом снижается его вязкость и понижается давление в системе. Топливо попадает в масло при неработающей свече или форсунке, а также вследствие повышенных зазоров в цилиндропоршневой группе.

В бензиновом двигателе топливо может попадать в картер *из-за прорыва диафрагмы топливного насоса*. Обычно это сопровождается перебоями подачи топлива в карбюратор, поэтому по совокупности этих признаков неисправность нетрудно выявить.

Давление в системе зависит также от *сопротивления масляных фильтров*. При отклонении давления масла от нормы необходимо промыть фильтрующий элемент фильтра грубой очистки, сетку маслоприемника, жиклеры ротора центрифуги. Следует проверить исправность клапанов системы: редукционного клапана нагнетательной секции масляного насоса, клапана радиаторной секции и сливного клапана системы.

*Утечка масла через неплотности соединения трубопроводов, сальники, прокладки устраняется подтягиванием соединений на резьбе, заменой сальников или прокладок и других изношенных деталей.*

Если в системе при наличии масла и исправном указателе вообще отсутствует давление масла, двигатель необходимо немедленно остановить. Наиболее вероятной причиной резкого падения давления может быть повреждение масляной магистрали или привода масляного насоса. После выяснения причины неисправности производится соответствующий ремонт.

**Ремонт масляного насоса.** Техническое состояние масляного насоса характеризуется его производительностью при номинальной частоте вращений ведущего валика и рабочем давлении, а также давлением открытия предохранительного клапана.

**Перед ремонтом масляного насоса:**

- его промывают и осматривают снаружи;
- при осмотре определяют износ валиков, втулок и др.;
- затем насос испытывают на стенде КИ-5278 на производительность и давление открытия предохранительного клапана.

Вязкость масла при этом должна соответствовать вязкости картерного масла у прогретого двигателя. По результатам испытаний судят о необходимости ремонта насоса.

В случае необходимости разбирают насос, моют его детали и выявляют дефекты и износ

**У корпуса масляного насоса изнашиваются:**

- поверхности в местах сопряжения с торцами шестерен (торцовый зазор);
- стенки гнезд в местах сопряжения с вершинами зубьев шестерен (радиальный зазор);
- места посадки втулки ведущего валика и пальца ведомой шестерни;
- гнездо предохранительного клапана, повреждается резьба, образуются трещины.

В шестеренчатых насосах с внутренним зацеплением шестерен проверяют зазор между наружным диаметром ведомой шестерни и расточкой в корпусе насоса. Предельно допустимый зазор составляет (в зависимости от модели двигателя) **0,22...0,25 мм**, номинальный- **0,105... 0,175 мм**.

*Зазор между зубьями шестерен*, не должен превышать **0,20 мм**.

Торцовый зазор измеряется с помощью линейки и щупа проверяют зазор между торцами шестерен и плоскостью корпуса насоса, **номинальный зазор – 0,05...0,16 мм, предельно допустимый 0,15...0,20 мм в зависимости от двигателя.**

Для насосов с внутренним зацеплением шестерен проверяют зазор между наружным диаметром ведущей шестерни и корпусом насоса. **Номинальный – 0,140...0,216 мм, предельно допустимый - 0,25 мм** (в зависимости от двигателя).

У обычных шестеренчатых насосов измеряют диаметр шестерен и определяют зазор между осью и ведомой шестерней, который должен, находиться в пределах 0,017...0,057 мм (**предельно допустимый – 0,1 мм**), а также зазор между валиком насоса и отверстием в корпусе, который должен находиться в пределах **0,016...0,055 мм (предельно допустимый – 0,1 мм).**

Крышка насоса в зоне прилегания шестерен не должна иметь уступов. Допускается ее **неплоскостность до 0,05 мм.** В случае необходимости крышку фрезеруют или шлифуют; при этом максимальная толщина снимаемого слоя **не должна превышать 0,2 мм.**

При ремонте насосов с шестеренчатым приводом от распределительного вала необходимо произвести дополнительные измерения: определить **износ зубьев** ведомой шестерни привода насоса путем измерения толщины ее зубьев зубомером.

**При уменьшении толщины более чем на 0,15 мм** по сравнению с номинальным размером шестерню необходимо заменить.

Вал привода масляного насоса не должен иметь повреждений опорных шеек, а шестерня вала - визуально заметного износа и выкрашивания зубьев. Не допускается ослабление запрессовки и овальность втулки шестерни привода масляного насоса и распределителя зажигания. Внутренняя поверхность втулки не должна иметь задиров.

Износ деталей предохранительного клапана приводит к нарушению его герметичности и снижению давления открытия.

У ведущей и ведомой шестерен насоса изнашиваются торцы и зубья по высоте и толщине. При износе шестерен по торцам и зубьев по высоте уменьшается производительность масляного насоса. На производительность масляного насоса износ зубьев по толщине не оказывает существенного влияния. Износ наружной поверхности втулок насоса приводит к ослаблению их посадки в корпусе, крышке и ведомой шестерне, а износ внутренней поверхности — к увеличению зазора между втулками, ведущим валиком и пальцем ведомой шестерни.

Несвоевременное устранение этой неисправности может быть причиной аварийного износа гнезд корпуса и выхода насоса из строя. Ведущий валик масляного насоса изнашивается в местах сопряжения со втулками. При несвоевременном устранении этого износа резко увеличивается зазор и быстро изнашиваются корпус и шестерни. У валика изнашиваются также шлицы или шпоночные канавки.

На поверхностях предохранительных клапанов во время эксплуатации появляются риски, задиры, местные износы, вследствие чего нарушается герметичность клапана. Отложение на клапане смолистых веществ приводит к его залеганию.

На клапанах шарикового типа появляются кольцевые выбоины риски. Витки пружины клапанов при длительной работе стираются, что приводит к потере ими упругости, а иногда и к поломке.

**Устранение износов.** Износ поверхности корпуса, сопрягаемой с крышкой, устраняют шлифовкой или фрезерованием.

**Неплоскостность торцовой поверхности** измеряют при помощи щупа.

**Утопание нагнетательных шестерен** относительно торцовой поверхности корпуса измеряют при помощи линейки и щупа.

Колодцы под шестерни восстанавливают меднением, мелированием, наплавкой меди или латуни, эпоксидными смолами, также расточкой гнезд с последующей запрессовкой вкладышей. Расточка гнезд с последующей постановкой вкладышей наиболее простой способ восстановления корпуса.

Изношенные отверстия под втулку валика и палец шестерни развертывают и в них запрессовывают втулку увеличенного размера.

Посадочное место шариковых клапанов восстанавливают zenкованием до выведения следов износа с последующей осадкой шарика по гнезду.

Изношенные клапаны плунжерного типа восстанавливают притиркой.

Трещины, обнаруженные в корпусе, заваривают сваркой или запаивают твердыми припоями.

Крышку масляного насоса с изношенной торцовой поверхностью шлифуют или припиливают и затем шабруют. Отверстие под втулку развертывают и в него запрессовывают втулку увеличенного размера.

Втулки с изношенной наружной поверхностью восстанавливают осадкой в корпусе или крышке. При износе внутренней поверхности втулки обычно выбраковывают.

Изношенные пальцы и валики восстанавливают наплавкой с последующими проточкой и шлифованием шеек, а также фрезерованием шлицев.

**У маслоприемника** насоса может быть оборвана и повреждена сетка, а также нарушена плотность соединения его с корпусом масляного насоса.

Порванные места сетки запаивают. При этом общая площадь запайки не должна превышать 10%.

У привода масляного насоса изнашиваются втулки кронштейнов, валики и соединительные муфты. Изношенные детали восстанавливают обычными способами.

**Обкатка и испытание.** Отремонтированный масляный насос обкатывают, испытывают и регулируют на специальных стендах типа КИ-5278..

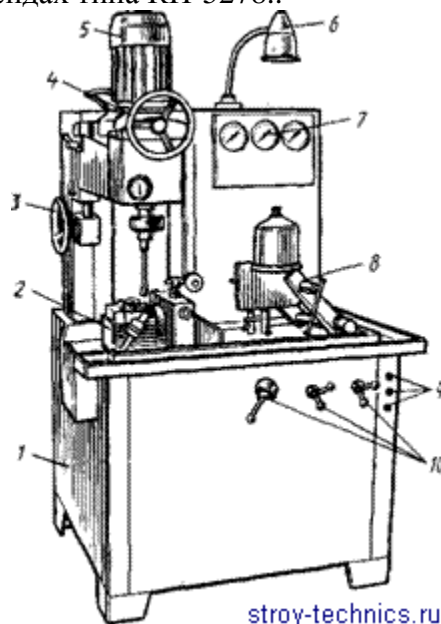


Рис. Стенд КИ-5278 для испытания масляных насосов и фильтров:

- 1 — станина, 2 — плита крепления насосов, 3 — маховичок механизма подъема вариатора
- 4 — маховичок регулирования частоты вращения привода, 5 — электродвигатель, 6 — лампа освещения приборов, 7 — манометры измерения давления до фильтра, после него и под клапанами,
- 8 — плита крепления фильтров, 9 — кнопки управления приводом стенда, 10 — рукоятки управления стендом

В процессе обкатки насоса **не должно быть** постороннего шума, перегрева деталей, просачивания масла в местах соединений и через предохранительный клапан. После обкатки регулируют предохранительный клапан.

По окончании ремонта масляного насоса проверяют его на производительность при нормальной частоте вращения и определенном противодавлении в соответствии с техническими условиями.

Масляные насосы большинства автомобильных двигателей испытывают только на развиваемое давление.

### Ремонт элементов очистки масла.

Качество очистки масла от продуктов износа и других примесей зависит от состояния очищающих элементов:

#### Основные неисправности.

У центрифуг могут быть следующие неисправности:

- износы шеек ротора и втулок;
- износ и забивание отверстий форсунок (сопл) и защитных сеток;
- износ клапанов, резьб, появление трещин на корпусе фильтра;
- деформация колпаков, повреждение прокладок, приводящая к нарушению регулировок к подтеканию масла.

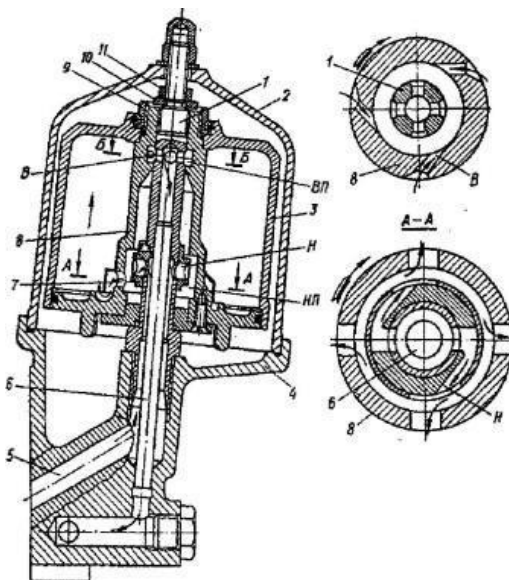
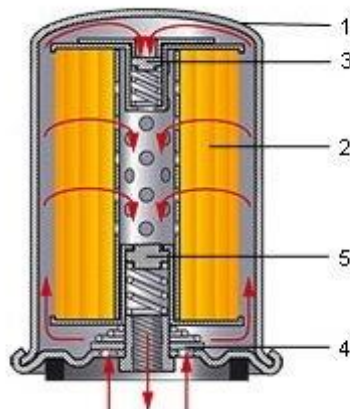


Рис. Центробежный маслоочиститель

#### Восстановление деталей.

При износе *оси ротора центрифуги и втулок* ось шлифуют до выведения следов износа. В корпус ротора запрессовывают втулки ремонтных размеров.

После запрессовки втулок их обрабатывают одновременно специальной комбинированной разверткой. В случае образования трещин и при обломах корпус и крышку ротора центрифуги выбраковывают.



*Трещины в корпусе* фильтра заваривают биметаллическим электродом. Повреждения гнезд клапанов и пружин устраняют так же, как и повреждения предохранительного клапана масляного насоса.

Контроль. После сборки центрифуги на стенде *регулируют перепускной и сливной клапаны*, определяют герметичность ротора и частоту его вращения.

После окончательной сборки центрифуги проверяют ее работоспособность совместно с масляным насосом нормальной производительности при номинальной частоте вращения валика насоса и номинальным противодавлением.

#### **Ремонт масляных радиаторов.**

В масляном радиаторе:- забиваются внутренние полости трубок отложениями, в результате повышается температура масла, уменьшаются его вязкость, что приводит к повышенному износу деталей, а также старению масла.



Рис. Масляный радиатор двигателя

Перед ремонтом масляный радиатор вываривают в **5...10-%** растворе каустической соды NaOH в течение 2...3 ч, а затем промывают горячей водой. Отложения в трубках масляного радиатора можно также удалить раствором моющего средства. Течь трубок или маслосборников радиатора устраняют пайкой поврежденных мест латунным припоем. После ремонта радиатор проверяют на герметичность.

#### **Ремонт сборочных единиц системы охлаждения**

##### ***Характерные неисправности:***

- загрязнение и образование накипи на стенках водяной рубашки, а также баков и трубок радиатора;
- течь баков и трубок радиатора;
- трещины на стенках водяной рубашки
- повреждение термостата;
- износ отдельных деталей вентилятора и водяного насоса.

Эти неисправности приводят к нарушению теплового режима двигателя и его перегреву.

Перед ремонтом узлы внутренние полости системы охлаждения промывают специальными растворами, удаляющими накипь.

После разборки машины радиатор и головку цилиндров дополнительно вываривают, чтобы удалить оставшуюся накипь.

##### **Ремонт радиатора**

Основные дефекты радиатора:

- изгиб и разрывы трубок;
- отпаивание трубок от опорных пластин;
- повреждение охлаждающих пластин;
- трещины на верхнем и нижнем баках.

Большинство повреждений обнаруживают наружным осмотром и испытанием радиатора под давлением воздуха в ванне с водой.

В неразборных сердцевинах радиатора поврежденные трубки отпаивают от опорных пластин специальным паяльником или паяльной лампой. От охлаждающих пластин трубки отпаивают при помощи нагретого шомпола или нихромовой проволоки. В первом случае шомпол нагревают до температуры **800...900° С** и вставляют в трубку. Затем отпаянную трубку вместе с шомполом вынимают из радиатора.

Для отпайки трубок при помощи нихромовой проволоки ее подключают к вторичной обмотке сварочного трансформатора. Участок проволоки, расположенный в трубке, нагревается меньше, чем находящийся на воздухе. Поэтому для лучшего использования выделяющегося тепла проволоку необходимо перемещать относительно сердцевины.

Восстановленную трубку проверяют на герметичность. Если трубок повреждено больше, сердцевину радиатора выбраковывают или перебирают.

Трещины в верхних и нижних чугунных бачках радиаторов заваривают биметаллическим электродом или заделывают клеями на основе эпоксидных смол. После ремонта радиатор испытывают на герметичность.

**Ремонт вентилятора и водяного насоса** сводится к восстановлению посадочных мест, замене уплотнений, заварке или заделке трещин, правке крестовин и лопастей, подтяжке их креплений и статической балансировке. В процессе ремонта вентилятора необходимо охранять форму и заданный угол наклона лопастей.

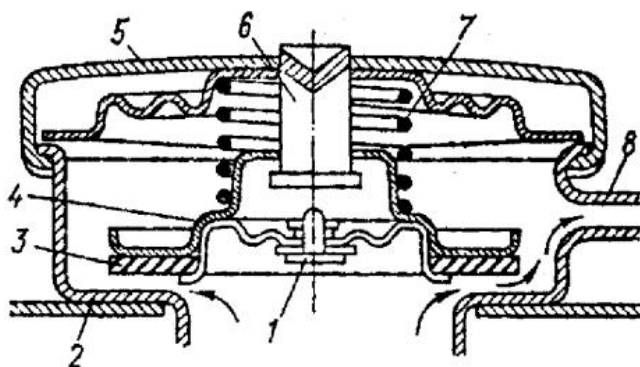


Рис. Крышка радиатора: 1 — воздушный клапан; 2 — горловина радиатора; 3 — прокладка; 4 — паровой клапан; 5 — крышка; 6 — шток; 7 пружина; 8 — паропроводная трубка

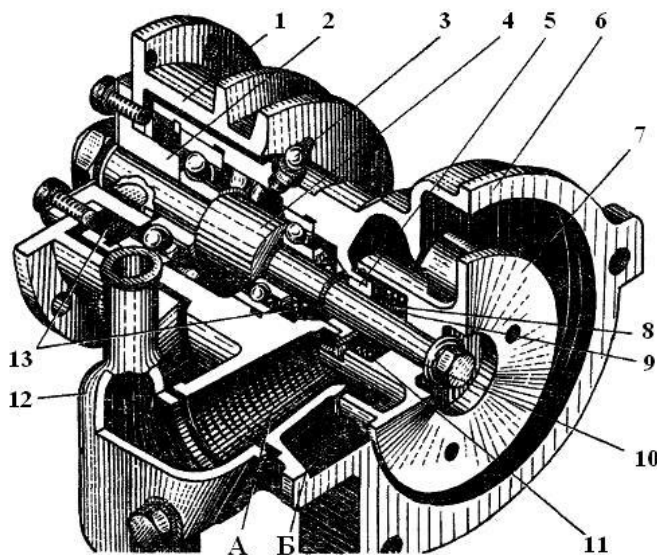


Рис.1 - Водяной насос системы охлаждения тракторов: 1 – шкив; 2 – ступица шкива; 3 – масленка; 4 – валик; 5 – втулка корпуса; 6 – корпус; 7 – крыльчатка; 8 – обойма сальника; 9 – манжета сальника; 10 – уплотняющая шайба; 11 – упорная пружина сальника; 12 – патрубок; 13 – самоподжимные каркасные сальники; А – полость всасывания; Б – полость нагнетания

**Ремонт термостата.** Основные дефекты термостата: коробление клапана, отрыв штока, появление трещин гофрированного элемента, изгиб пластины подвески. Указанные неисправности обнаруживают при погружении термостата в нагретую воду.

В исправном термостате начало и полное открытие клапана должно происходить при определенной температуре. Дефекты устраняют регулировкой длины хода штока, рихтовкой деталей и пайкой.



Рис. Термостат системы охлаждения

## 4.2 Технология ремонта топливной аппаратуры автотракторных двигателей

*Неисправности, методы обнаружения и устранения в классических системах питания*

### Топливные баки

Материал: Ст-0,8. Дефекты: сквозная коррозия, пробоины.

Восстановление: газовой сваркой, пайкой среднеплавкими припоями (ПМЦ) с предварительной выпаркой в течение 3-х часов до полного удаления паров топлива.

Герметичность проверяется сжатым воздухом под давлением 25 кПа (0,025 Мпа или 0,25 кг/см<sup>2</sup>).

### Топливопроводы

*Низкого давления* – латунные или стальные с антикоррозионным покрытием. Восстанавливают пайкой припоями ПОС или ПМЦ.

*Высокого давления* – стальные толстостенные. Перед ремонтом промывают горячим раствором NaOH и продувают сжатым воздухом. Восстанавливают созданием на прессе с помощью специального устройства новой конусной головки.

### Дизельная топливная аппаратура

*Прецизионные детали и сопряжения:* плунжер-втулка, игла распылителя-корпус, нагнетательный клапан- корпус.

*Оценка годности:* по гидравлической плотности или по времени падения давления при определенном нагружении.

*Способы восстановления:*

- селективной сборкой с последующей притиркой;
- хромированием плунжера или иглы распылителя и мех. обработкой втулок;
- повторной цементацией или повторным азотированием.

Испытание на годность:

*Плунжерные пары* на приборе КП 1640 (КИ-769 , КИ-3369) на гидравлическую плотность. Жидкость – 9,9...10,9 сСт при 20 °С. Если время до падения рычага прибора более 3 с, то пара пригодна.

*Распылители форсунок* проверяются на приборах КИ-3333, КИ-1706, КИ-2203М, КИ-1579. По времени падения давления в определенном диапазоне давлений. Например, время падения давления с 20 до 18 Мпа должно быть выше 5 с для штифтовых форсунок, а для бесштифтовых не менее 15 с– при падении давления с 35 до 30 Мпа.

*При этом на носике распылителя не должно быть подтекания в течение 20 с.*

*Нагнетательные клапаны* проверяются на приборе КИ-1086 по времени падения давления с 0,8 до 0,7 Мпа. Оно должно превышать 30 с. при закрытом клапане.

При приподнятом клапане на 0,1...0,2 мм – падение давления с 0,2 до 0,1 Мпа не должно быть менее 2 с.

### **Оценка технического состояния плунжерных пар, нагнетательных клапанов и форсунок**

Величину зазора в сопряжении **плунжер — втулка** замерить весьма сложно, так как, с одной стороны, в новой паре его величина составляет всего 1...3 мкм. С другой – величина зазора не может являться критерием оценки технического состояния работавших плунжерных пар, потому что эта величина переменная. Она изменяется не только от появления локальных участков износа, но и от монтажных деформаций, давления топлива. Все это обуславливает значительную неравномерность зазора по длине плунжерной пары и делает практически невозможным его измерение.

На ремонтных предприятиях используют косвенные методы оценки технического состояния плунжерных пар: по утечкам топлива и цикловой подаче. Наибольшее распространение получил метод статической опрессовки, при котором **гидравлическую плотность плунжерной пары определяют с помощью прибора КИ-759** (рис. 1). Основанием прибора служит плита 1 со стойкой, на которой укреплен корпус 5. В прорези корпуса входят выступы установочной головки 4, в которую устанавливается проверяемая плунжерная пара. Снизу в корпусе помещается подпятник 8, верхний торец которого имеет высокую чистоту поверхности и уплотняет торец гильзы. Подпятник поднимается и опускается нажимным винтом с воротком 6.

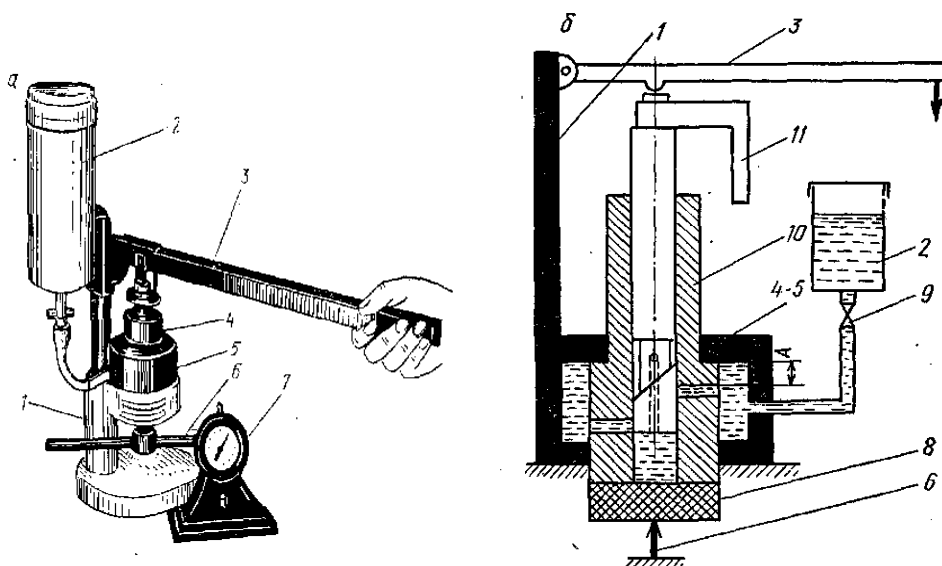


Рис. 11 Прибор КИ-759 для гидравлического испытания плунжерных пар:

а) – общий вид; б) – гидравлическая схема испытания; 1 – основание; 2 – бачок; 3 – нагружающий рычаг; 4 – головка для установки втулки плунжера; 5 – корпус; 6 – винт прижима подпятника; 7 – секундомер; 8 – подпятник; 9 – кран топливного бачка; 10 – испытываемая плунжерная пара; 11 – поводок плунжера или специальной головки, устанавливаемой на плунжер.

На стойке шарнирно закреплен рычаг 3, на котором есть упор для создания статической нагрузки на плунжер во время гидравлической опрессовки пары. Масса и размеры рычага подобраны так, что при опускании он действует на плунжер с усилием 125 Н и топливо под плунжером сжимается постоянным давлением 1,0...2,2 МПа в зависимости от диаметра плунжера. Прибор имеет топливный бак 2, трубопровод и кран 9. Стекающее топливо собирается в поддон. *Для фиксирования плунжеров без встроенных поводков в определенном положении, например, насосов УТН, используется специальный насадок с поводком.*

Перед испытанием бак прибора заправляют фильтрованной смесью вязкостью 9,9...10,9 сСт при температуре 20°C, состоящей из дизельного топлива и моторного масла. Детали

плунжерной пары тщательно осматривают, обращая внимание на состояние поверхности верхнего торца гильзы. На ней не должно быть задиров, рисок, коррозии.

Гидравлическую плотность пары определяют при взаимном угловом положении плунжера и гильзы, в котором они чаще всего находятся при работе двигателя. Для испытания гильзу устанавливают в головку 4 и в определенном положении и фиксируют винтом. При завертывании фиксирующего винта его хвостовик входит в овальный паз гильзы плунжера. Затем головку ставят в корпус так, чтобы выступающий конус подвода топлива совпал с конусом отверстия головки 4.

Затем воротком 6 завертывают до отказа нажимной винт, при этом подпятник 8 плотно прижимается к торцу гильзы.

После этого открывают кран топливного бачка и гильза наполняется топливом. Плунжер вставляют в гильзу так, чтобы поводок плунжера зашел в прорезь головки. Рычаг прибора переводят на плунжер, опуская до касания с хвостовиком плунжера. Как только рычаг 3 коснется хвостовика плунжера, включают секундомер и выключают его в момент, когда рычаг резко упадет. Время медленного опускания плунжера под действием массы рычага и будет характеризовать плотность плунжерной пары.

Медленное опускание рычага на плунжер начнется с момента, когда торец его перекроет впускное отверстие гильзы (положение, указанное на рис. 1 б). С этого времени топливо, находящееся в гильзе, окажется в замкнутом пространстве, а медленное опускание плунжера под действием массы рычага будет происходить в результате просачивания топлива через зазор между плунжером и гильзой. Испытания закончатся в момент, когда кромка скошенного паза откроет противоположное (отсечное) отверстие и нагружающий рычаг резко упадет вниз.

Испытывают плунжерную пару не менее трех раз, сравнивая результаты, и выводят среднюю величину. При значительных отклонениях полученных результатов (8 и более %) необходимо выявить причины.

Наиболее часто встречающиеся причины неправильных показаний следующие:

- деформация гильзы от чрезмерной затяжки нажимающего винта;
- попадание механических примесей в зазор пары;
- заусенцы и забоины на рабочих поверхностях прецизионных пар;
- нарушение чистоты подпятника или торцевой поверхности гильзы;

Для каждого насоса подбирают плунжерные пары одинаковой группы плотности (табл. 1).

Плунжерные пары плотностью 5...15 с можно устанавливать только на кратковременный период. Пары плотностью менее 5 с – предельно изношены и при ремонте их устанавливать на топливные насосы нет смысла..

**Техническое состояние нагнетательных клапанов оценивают на приборе КИ-1086 (рис. 2). Оценка заключается в определении гидравлической плотности сопряжений:**

- разгрузочный поясok — посадочное отверстие клапана;
- суммарной гидравлической плотности по запорному конусу и разгрузочному пояску.

Прежде чем приступить к испытанию, заполняют прибор чистым и предварительно профильтрованным и отстоянным в течение 2 суток зимним дизельным топливом вязкостью  $3,5 \pm 0,1$  сСт при  $20^\circ\text{C}$  Емкость гидроаккумулятора прибора  $500\text{ см}^3$ .

Вместо нагнетательного клапана устанавливают заглушку, прилагаемую к прибору, и проверяют прибор на герметичность. Для этого поднимают давление в аккумуляторе до 0,92 МПа и следят за снижением давления, начиная с 0,9 МПа. За 3 мин оно должно снизиться не более, чем на 0,05 МПа.

Для установки контролируемого нагнетательного клапана в прибор КИ-1086 (рис. 2) необходимо:

- отвернуть на пол-оборота вороток 7 и рукояткой 18 опустить втулку 11 в нижнее положение;
- вывернуть винт 10, чтобы верхний конец его опустился ниже верхней плоскости опорного шарикоподшипника 12;

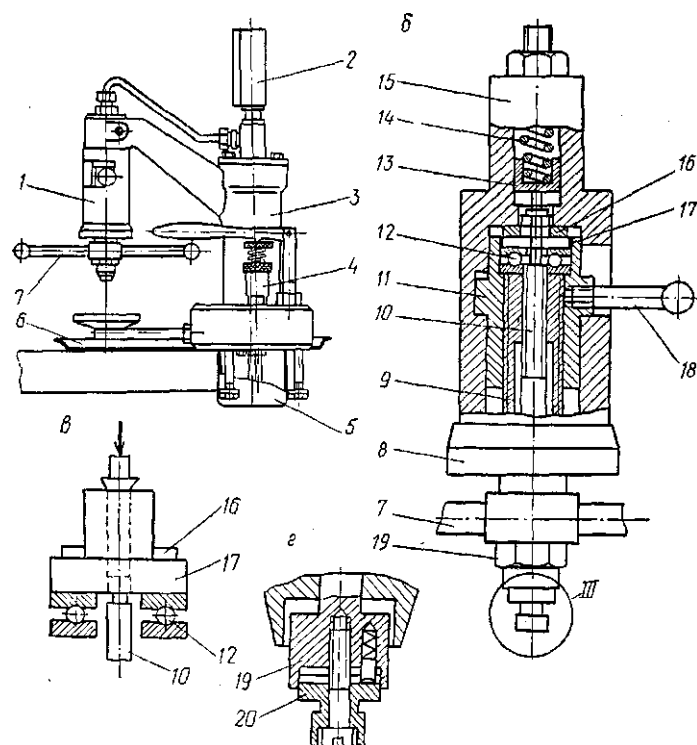


Рис. 12. Прибор КИ-1086 для гидравлического испытания нагнетательных клапанов: а — общий вид; б — механизм крепления нагнетательного клапана; в — узел испытываемого клапана; г — механизм подъема иглы клапана: 1 — узел механизма крепления; 2 — манометр; 3 — корпус гидроаккумулятора; 4 — насос, нагнетающий топливо в гидроаккумулятор; 5 — поддон для сбора топлива; 7 — вороток уплотнительного винта; 8 — корпус механизма крепления; 9 — уплотнительный винт; 10 — винт подъема проверяемого клапана; 11 — втулка уплотнительного винта; 12 — опорный шарикоподшипник; 13 — втулка пружины клапана; 14 — пружина; 15 — опорная цапфа корпуса механизма крепления клапана; 16 — уплотнительная прокладка; 17 — испытуемый нагнетательный клапан; 18 — рукоятка подъема и опускания втулки уплотнительного винта; 19 — головка микрометричвинта подъема проверяемого клапана; 20 — трещотка винта подъема.

- положить на опорный подшипник установочное кольцо, соответствующее проверяемому клапану (оно должно плотно входить в гнездо);
- поместить в установочное кольцо промытый в дизельном топливе нагнетательный клапан 17 с уплотнительной капроновой прокладкой 16;
- поднять рукояткой 18 втулку 11 до упора вверх и повернуть рукоятку 18 до отказа вправо;
- вращением воротка 7 уплотнить посадку клапана (номинальный момент затяжки 20 Н·м).

Проверку проводят в следующей последовательности:

- подкачивающим насосом создают давление топлива 0,82 МПа;
- при давлении 0,8 МПа, включают секундомер и определяют время, за которое давление в системе упадет до 0,7 МПа.

Нагнетательный клапан считается годным, если это время будет не менее 30 с. Если время падения давления менее 30 с, притирают запорный конус с применением шлифовальной пасты и после тщательной промывки деталей клапана в чистом дизельном топливе – проверку повторяют.

Герметичность разгрузочного пояска контролируют после приподнятия клапана винтом 10 на 0,2 мм. Поднимают клапан вращением головки 19 винта 10. Сначала трещоткой 20 доводят винт до соприкосновения его с клапаном, затем головку винта 19 поворачивают на два деления шкалы (одно деление соответствует 0,1 мм осевого перемещения болта).

После этого накачивают топливо до тех пор, пока давление по манометру не поднимется до 0,22 МПа. При давлении 0,2 МПа включают секундомер и замеряют время снижения дав-

ления в системе до 0,1 МПа. Нагнетательный клапан считается годным, если давление снизится не менее чем за 2 с. Если герметичность 2...10 с, клапан относят к I группе плотности, свыше 10 с — ко II группе.

После испытания отвертывают винт рукояткой 7 на один оборот, опускают втулку и вынимают испытуемый клапан.

**Сборка и регулировка форсунок.** При сборке форсунок необходимо подбирать распылители в соответствии с маркой двигателя.

Многодырчатые распылители устанавливают в строго определенном положении, которое фиксируют штифтами. При затяжке гаек распылителей не рекомендуется применять никаких усилителей на ключ. Гайки штифтовых распылителей затягивают с усилием 100... 120 Н·м, бесштифтовых — 70...80, гайки пружины — 100...120, штуцера — 80...100, колпака форсунки — 80... 100 Н·м.

Давление начала впрыска регулируют сжатием пружины форсунки, медленным накачиванием топлива (45...60 качков/мин) и наблюдением за показаниями манометра в момент впрыска. Давление начала впрыска изменяют вворачиванием или выворачиванием регулировочного винта форсунки при отпущенной контргайке (ФД-22, 6А1-20С1, 236-1112010-Б2, 14-69-117СП и др.) или изменением суммарной толщины регулировочных шайб, устанавливаемых между опорной шайбой и корпусом форсунки (33.1120-10 КамАЗ, 455 ЯЗДА и др.). Один оборот винта изменяет давление начала впрыска на 6,5...8 МПа, изменение суммарной толщины шайб на 0,05 мм — на 0,3...0,35 МПа.

**Испытание и регулирование форсунок дизельных двигателей проводятся на приборах КП-1609, КИ-562, КИ-3333 и др.** (рис 3). Принцип действия и последовательность выполнения операций на этих приборах одинаковы.

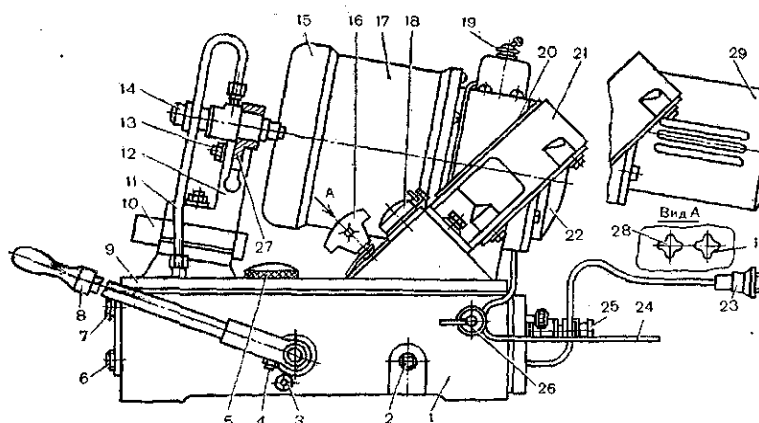


Рис. Прибор КИ-3333 для испытания и регулировки форсунок:

- 1 — корпус прибора; 2 — винт выпуска воздуха из насоса высокого давления; 3 — винт крепления эксцентрика привода плунжера насоса; 4 — зажим крепления рукоятки; 5 — крышка горловины топливного бака; 6 — спускная пробка; 7 — указатель уровня топлива; 8 — рукоятка насоса; 9 — крышка корпуса; 10 — установочная плита крепления кронштейна; 11 — топливопровод высокого давления; 12 — кронштейн; 13 — зажим; 14 — испытуемая форсунка; 15 — подсветка; 16 — кран для включения и отключения манометра; 17 — камера впрыска; 18 — секундомер; 19 — выключатель электроснабжения; 20 — манометр; 21 — корпус манометра; 22 — крышка воздушной турбины; 23 — вилка для подключения прибора к электрической сети; 24 — шланг для подвода воздуха; 25 — штепсельные разъемы; 26 — кран подачи воздуха; 27 — съемные вставки; 28 — кран для отключения насоса и подачи топлива к испытуемой форсунке; 29 — вариант исполнения прибора с электродвигателем

Прибор КИ-3333 имеет турбину для засасывания топливной пыли и гидравлический аккумулятор, который гасит толчки жидкости при прокачке топлива плунжерной парой, повышая точность замера давления начала впрыска. На корпусе прибора установлен секундомер.

Основанием прибора служит корпус 1, он же служит топливным баком. Подачу топлива под давлением обеспечивает плунжерная пара, приводимая в движение рукояткой насоса 8.

В топливной системе прибора имеются кран 16 для включения и отключения манометра 20 и кран 28 для отключения насоса и подачи топлива к испытуемой форсунке 14.

Для установки форсунок имеется кронштейн 12 со съёмными вставками 27, а также набор трубок высокого давления различной длины. Впрыскиваемая струя форсунки направляется в камеру впрыска 17, где вмонтирована лампочка для подсвета. Турбина установки работает от воздушной турбины или электродвигателя (выпускаются два варианта прибора). Для привода турбины необходимо давление сжатого воздуха в сети 0,3... 0,6 МПа.

Прибор включается в сеть с напряжением 220 В.

Для замера давления начала впрыска форсунки открывают кран для отключения манометра 16 и ручкой нагнетают топливо в аккумулятор и форсунку, при этом кран 28 необходимо открыть. В случае проверки герметичности форсунки после обеспечения необходимого давления в системе кран 28 закрывают.

Бачок прибора заправляют стандартным дизельным топливом, отфильтрованным или отстоянным в течение не менее 96 ч. Не реже одного раза в месяц промывают бачок, фильтр и каналы прибора чистым дизельным топливом, контролируют плотность сопряжения в резьбовых соединениях, клапане манометра, сальниковом уплотнении. Это связано с тем, что малейшее попадание грязи в сопряжении нагнетательного клапана или в распылитель форсунки искажает результаты испытаний и снижает герметичность прибора. С течением времени манометр теряет регулировку и его показания становятся неверными, что ведет к неправильной регулировке форсунок. Поэтому не реже одного раза в год манометр надо сдавать на поверку в специальную лабораторию.

Для регулировки давления впрыска форсунки и контроля ее герметичности чрезвычайно важно, чтобы сам прибор имел высокую герметичность. Если она будет недостаточной, то показатели форсунки исказятся.

Герметичность прибора проверяют на смеси дизельного топлива и моторного масла вязкостью 9,9... 10,9 сСт при 20 С. Смесь заливают в прибор, глушат отверстие штуцера пластиной из мягкого металла (меди, латуни, алюминия), затем топливо нагнетают ручным насосом прибора, поднимая давление до 31... 32 МПа. Наблюдают за стрелкой манометра. Когда давление упадет до 30 МПа, включают секундомер. За три минуты снижение давления не должно превышать 0,5 МПа. Большее падение давления свидетельствует о недостаточной герметичности прибора. Причины этого чаще всего следующие: недостаточная плотность резьбовых соединений, износ нагнетательного клапана насоса, плохая герметичность запорного крана манометра, неплотное прикрытие пластиной отверстия штуцера. Некоторые из указанных дефектов выявляются по течи топлива.

Прежде чем регулировать форсунки, контролируют ее герметичность, тонкость дробления топлива, для штифтовых форсунок – угол конуса распыливания.

Герметичность форсунки оценивают по скорости падения давления из-за неплотности запорной части распылителя или в сопряжении **игла распылителя – отверстие корпуса распылителя**.

После установки форсунки на прибор открывают вентиль манометра и, ослабив контргайку регулировочного винта форсунки, медленно накачивают топливо, а регулировочным винтом устанавливают давление, превышающее давление начала впрыска на 3 МПа для этой марки форсунок. не допуская впрыска. Затем по секундомеру наблюдают за стрелкой манометра. Для двигателей с давлением начала впрыска до 17 МПа время падения давления с 20 до 18 МПа должно быть не менее 6 с. Герметичность форсунок с многодырчатými распылителями измеряют по времени падения давления с 35 до 30 МПа. У новых форсунок оно должно быть не менее 15 с.

Если при проверке форсунки на герметичность время падения давления будет сверх положенного, то это указывает на слишком малый зазор в сопряжении игла распылителя – корпус распылителя и возможное зависание иглы распылителя. Чтобы устранить этот дефект необходимо указанный зазор несколько увеличить путем кратковременной притирки иглы по

отверстия корпус распылителя пастой 1...2 мкм. Операция весьма ответственна и ее должен выполнять слесарь, владеющий доводочными работами.

Более быстрое снижение давления показывает, что сопряженных деталях форсунки имеются утечки. Одна из причин их — недостаточная герметичность запорной части распылителя, на которую указывает подтекание или увлажнение у соплового отверстия, распылителя. Недостаточная герметичность может возникнуть из-за не плотности сопряжения верхнего торца корпуса распылителя и нижнего торца корпуса форсунки. Этот дефект выявляется по обильной течи топлива по наружной поверхности корпуса распылителя. Наконец, низкая герметичность может быть следствием увеличенного зазора между иглой распылителя и корпусом распылителя, что фиксируют по интенсивному вытеканию топлива из отверстия в колпаке форсунки.

Первые два дефекта устраняются притиркой, как указано выше, третий дефект исправить трудно, поэтому распылитель в сборе заменяют.

Тонкость дробления топлива, или качество распыливания, определяют визуально. При хорошей работе форсунки топливо распыляется до туманообразного состояния без отдельных вылетающих капель, струек и легкоразличимых сгущений. Распыленное топливо равномерно распределяется по поперечному сечению струи. Начало и конец впрыска четкие, сопровождающиеся характерным прерывистым скрипящим (дребезжащим) звуком.

Распылитель не должен подтекать ни до, ни после впрыска; допустимо лишь незначительное увлажнение торца распылителя. При медленной подаче топлива в форсунку (два-три качка ручкой прибора в 1 мин) наблюдается дробящийся, прерывистый впрыск.

Если регулировщик недостаточно опытный, необходимо иметь эталонную форсунку для сравнения и оценки качества распыла.

*Угол конуса распыла итифтовой форсунки определяют* по отпечатку впрыска на листе бумаги, который располагают на расстоянии 210 мм от торца распылителя форсунки.

Для этих же целей можно использовать мелкую металлическую сетку, которую перед впрыском форсунки опускают в моторное масло. Поверхность сетки при этом покрывается тонкой масляной пленкой, легко смываемой топливной струей при впрыске форсункой. Диаметр отпечатка должен быть в пределах от 52 до 76 мм, что соответствует нормальному углу распыла 20...25°, и диаметр отпечатка 80 мм при угле конуса распыла 30°.

Ось конуса струи должна совпадать с осью распылителя. Не совпадение осей не должно превышать 5'. Этот показатель проверяют на глаз или по отпечатку на бумаге одновременно с определением величины угла конуса распыла.

### **Неисправности, обнаружение и устранение неисправностей в системах Common Rail.**

*Основные неисправности:*

- отказ топливного насоса высокого давления,
- изменение пропускной способности одной из форсунок;
- отказ датчиков системы управления подачей;
- выход из строя бортового компьютера;
- выход из строя соленоида или блока пьезоэлементов форсунок.

Способы обнаружения: С помощью специального диагностического комплекта или стационарного стенда.

## **4.3 Технология ремонта автотракторного электрооборудования и систем зажигания бензиновых двигателей**

Практически все стартерные батареи автомобилей и других машин – свинцово-кислотные. В основу их работы заложен известный еще с 1858 г., и по сей день остающийся практически неизменным, принцип двойной сульфатации.

Автомобильная батарея представляет из себя корпус-контейнер, разделенный на шесть изолированных между собой ячеек – банок.

В каждой банке законченный источник питания – **аккумулятор**. В банке находится набор положительных и отрицательных пластин, отделенных друг от друга сепараторами. Аккумуляторы являются источником постоянного напряжения около 2,1 В. Последовательное соединение шести аккумуляторов дает батарею с напряжением порядка 12.6-12.8 В. Каждая банка имеет газоотвод. Любая из пластин, как положительная, так и отрицательная, представляет собой свинцовую решетку, заполненную активной массой. Активная масса имеет пористую структуру с тем, чтобы электролит заходил в как можно более глубокие слои и охватывал больший ее объем. Роль активной массы в отрицательных пластинах выполняет **губчатый свинец Pb**, в положительных - **диоксид свинца PbO<sub>2</sub>**.

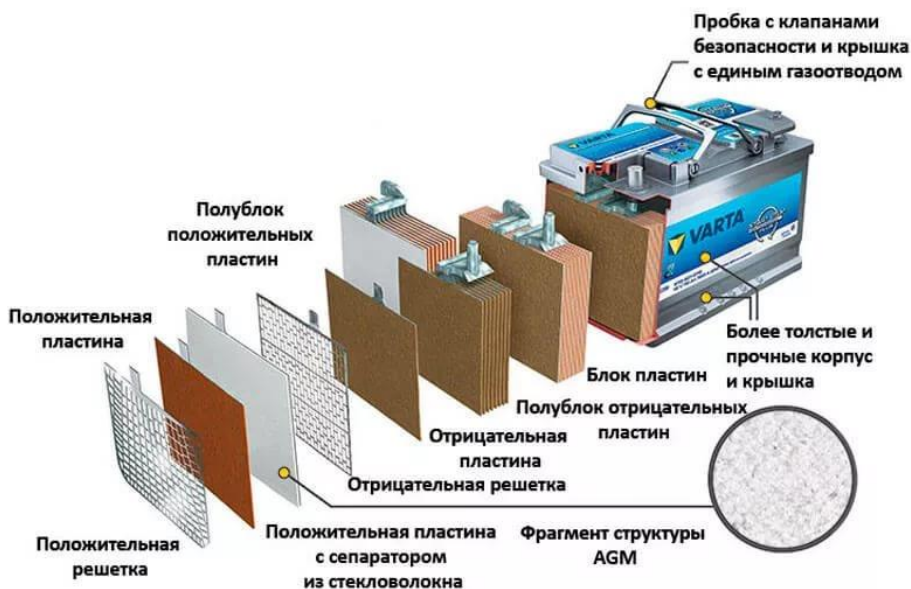


Рис. Устройство аккумуляторной батареи

**Электролит** представляет собой раствор серной кислоты в дистиллированной воде (для условий Республики Беларусь плотность электролита 1,27...1.28 г/см<sup>3</sup> при температуре +20°C). «**Кипение электролита**», наблюдаемое во время заряда батареи, это бурное выделение газов при электролитическом разложении воды с выделением кислорода и водорода. Выделяемая сумма газов представляет собой взрывоопасное вещество – гремучий газ.

**При разряде** батареи происходит взаимодействие активной массы положительных и отрицательных пластин с электролитом (серной кислотой), в результате чего **образуется сульфат свинца PbSO<sub>4</sub>**, осаждающийся на поверхности **отрицательно заряженной пластины** и вода, рис. 16.2 В итоге плотность электролита падает.

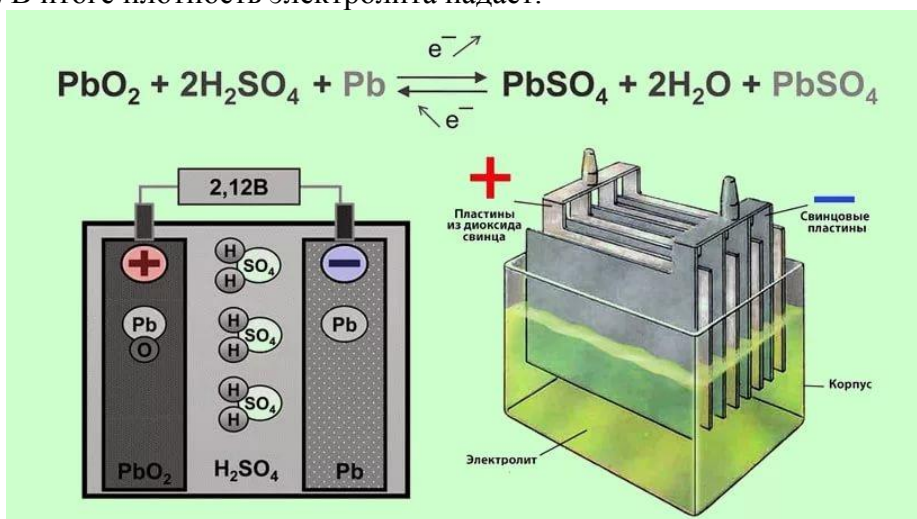


Рис. Принцип работы аккумулятора

**При заряде** батареи от внешнего источника происходят обратные электрохимические процессы, что приводит к восстановлению на отрицательных электродах чистого свинца и на положительных – диоксида свинца  $PbO_2$ . Одновременно с этим повышается плотность электролита.

**Саморазряд** - самопроизвольное снижение ёмкости АКБ при его бездействии. Скорость саморазряда зависит от материала пластин, химических примесей в электролите, его плотности, от чистоты верхней части корпуса батареи и продолжительности ее эксплуатации. Величина нормального саморазряда не должна превышать 0,6 %/сутки или около 20 % в месяц.

Напряжение полностью заряженной аккумуляторной батареи без нагрузки должно находиться в пределах 12.6...12.9 В. Напряжение в бортовой сети – в пределах 14.0...14.2 В.

Если напряжение *ниже 13.8 В*, то будет недозаряд батареи, а *выше 14.4В* - перезаряд, что одинаково отрицательно сказывается на ее сроке ее службы.

**Ёмкость батареи** – способность батареи принимать и отдавать энергию, измеряется в ампер-часах (А ч). Для оценки ёмкости батареи принята методика 20-ти часового разряда током равным 5% от номинальной ёмкости. Т.е., если ёмкость батареи 60 А ч, то разряжая ее током 3,0 А, она полностью разрядится за 20 часов. Данная характеристика определяет возможность питать потребителей в экстремальной ситуации (при отказе генератора). Характеризуется объемом активной массы.

**Значение тока холодного старта.** Это величина тока, которую батарея способна отдать при пуске двигателя при температуре минус 18°C и является наиболее важной характеристикой, напрямую сказывающейся на пуске двигателя. Ток, потребляемый стартером в холодное время составляет около 300 А. Значение стартового тока определяется конструкцией батареи, пластин, сепараторов. Сепараторы конвертного типа увеличивают напряжение батареи на 0,3 В, одновременно улучшая стартовые характеристики. Чем ниже внутреннее сопротивление батареи, тем выше стартовый ток и тем надежнее пуск двигателя при низких температурах.

**Резервная ёмкость** – время, в течение которого батарея сможет обеспечить работу потребителей при отказе генератора и (или) регулятора напряжения. Величина резервной ёмкости, выраженная в минутах, проставляется изготовителями батарей после значения тока холодного старта. *Это время разряда полностью заряженной батареи при температуре 25 °С и силе тока разряда 25 А до конечного напряжения  $1,75 \times 6 = 10,5 В$ .* Она позволяет знать время (мин) в течение которого автомобиль может двигаться, если отказал генератор.

**Необслуживаемые батареи.** Это название говорит об улучшенных потребительских свойствах батареи. Необслуживаемые АКБ требуют *долива дистиллированной воды не чаще одного раза в год* при условии использования их на автомобилях с исправным электрооборудованием и среднегодовым пробегом 15...20 тыс. км. Имеются конструкции батарей, исключаящие всякое вмешательство на всем протяжении срока службы.

Большинство необслуживаемых батарей выпускаются заводами-изготовителями, с залитым электролитом. Так как эти батареи имеют значительно меньший саморазряд, они могут храниться от 6 месяцев до 1 года без подзарядки. Саморазряд новых необслуживаемых батарей за 12 месяцев может составить до 50% от номинальной ёмкости.

### **Расход воды**

На расход воды прямое влияние оказывает процентное содержание **сурьмы** в решетках пластин. Как известно, сурьма добавляется для придания пластинам достаточной механической прочности. Но сурьма способствует расщеплению (диссоциации) воды на кислород и водород, следствием чего является «выкипание» воды и снижение уровня электролита. В батареях предыдущего поколения содержание сурьмы доходило до 10%, в современных этот показатель снижен до 1.5 %.

В необслуживаемых батареях **сурьма** в одной из пластин заменяется на **кальций**. Кальций в решетке является веществом нейтральным по отношению к воде, не снижая при этом механической прочности решеток. А потому разложения воды не происходит и уровень электролита остается неизменным.

АКБ с кальцием в решетках можно устанавливать в местах, не требующих удобного доступа для обслуживания. Меньше вероятность выхода из строя из-за коррозии решеток электродов. Лучшие стартерные характеристики.

Недостаток "кальциевых" АКБ – при глубоких разрядах происходит образование нерастворимых солей кальция и емкость АКБ необратимо теряется. Производители АКБ пытаются устранить этот недостаток добавлением в АКБ серебра и др. компонентов.

### **Долговечность батарей**

Средний срок службы современных АКБ при условии соблюдения правил эксплуатации, а это недопущение глубоких разрядов и перезарядов, составляет 4-5 лет.

***Наиболее губительными для батарей являются глубокие разряды.*** Оставленные на ночь включенными световые приборы, либо другие потребители способны разрядить ее до плотности электролита 1,12...1,15 г/см<sup>3</sup>, т.е. практически до воды, что приводит к главной беде аккумуляторов— сульфатации свинцовых пластин. Пластины покрываются белым налетом, который постепенно кристаллизуется, после чего батарею практически невозможно восстановить. Отсюда вытекает главный вывод: необходимо постоянно следить за состоянием батареи, периодически замерять плотность электролита. Особенно актуально это в зимнее время. Следует отметить, что сульфатация в определенных пределах – явление нормальное и присутствует всегда. Но при малом разряде и последующей зарядке батарея легко восстанавливается до исходного состояния. Это возможно и при глубоком разряде батареи, но только в том случае, если следом сразу же последует заряд. Если же разряжать батарею длительное время, не давая ей «подпитки», то падение плотности ниже критического значения неизбежно приводит к образованию кристаллов сульфата свинца, не вступающих в реакцию ни при каких обстоятельствах. А это означает, что начался необратимый процесс глубокой сульфатации.

***Не менее опасен для батареи и перезаряд.*** Это происходит при неисправном регуляторе напряжения. При этом электролит начинает «кипеть» – происходит разложение воды на кислород и водород и понижение уровня электролита. Нормальный зарядный режим батареи обеспечивается при напряжении 14±0.5 В. Если напряжение меньше, то стоит проверить натяжение ремня, надежность контактных соединений цепей системы электроснабжения. Если же это не помогает – неисправность нужно искать в регуляторе напряжения. Впрочем, точно также вина ложится на регулятор, если напряжение превышает 14.5В.

В последнее время широкое распространение получили конвертные сепараторы. Их название говорит за себя - в эти конверты помещают одноименно заряженные пластины. Такая конструкция увеличивает срок службы батареи, так как осыпавшаяся в процессе эксплуатации активная масса остается в конверте, тем самым предотвращается замыкание пластин.

### **Рекомендации по эксплуатации**

Батарея, не эксплуатировавшаяся в течение длительного времени (4...5 мес.) нуждается в подзарядке. Связано это с тем, что батареям свойственно такое явление, как саморазряд. Плотность полностью заряженной батареи составляет 1.27...1.28 г/см<sup>3</sup>, напряжение – 12.5 В. О степени разряженности батареи судят по плотности электролита. Чем ниже плотность электролита, тем сильнее батарея разряжена. Уменьшение плотности на 0.01 г/см<sup>3</sup> по сравнению с номинальной означает, что батарея разрядилась примерно на 6...8 %. Используя график (см. рис.) можно оценить зависимость степени разряженности батареи от плотности. Батарею, разряженную летом более, чем на 50%, а зимой более, чем на 25%, необходимо снять с автомобиля и зарядить. При этом следует помнить, что пониженная плотность зимой более опасна, т.к. кроме всего прочего может привести к замерзанию электролита. Так, при плотности электролита 1.2 г/см<sup>3</sup> температура его замерзания составляет около -20°С.

Также необходимо подзарядить батарею, если плотность в разных банках отличается более, чем на 0.02 г/см<sup>3</sup>. Оптимальной является зарядка батареи током, равным 0.05 от ее ёмкости. Для батареи с ёмкостью 60 А ч эта величина составляет 3 А. Чем меньше зарядный ток, тем глубже заряд. Однако не стоит впадать в крайность - при совсем низком токе батарея просто не «закипит», к тому же время зарядки будет несравнимо большим. Наоборот, при

очень большом токе батарея «закипит» значительно быстрее, но при этом не успеет зарядиться на все 100%. Признаками окончания зарядки служит бурное выделение газа и неизменяющаяся на протяжении 1-2 часов плотность электролита.

#### **Признаки выхода из строя батареи.**

- Батарея не заряжается, плотность низкая и не повышается в процессе заряда.
- Большой саморазряд – батарея зарядилась, но не держит заряд. Можно попытаться «потренировать» батарею, т.е. провести зарядно-разрядные циклы. Однако если произошло осыпание активной массы пластин, либо кристаллизация сульфата свинца, то это уже не исправить.
- Батарея начинает принимать заряд лишь только после прогрева электролита до положительной температуры (при температуре воздуха -20°C температура электролита в батарее, хранящегося на свежем воздухе автомобиля, будет примерно такой же.)

#### **Неисправности аккумуляторной батареи:**

- короткое замыкание электродов – пластин батареи;
- механическое или химическое повреждение пластин аккумулятора;
- нарушение герметичности банок аккумуляторов — трещины корпуса аккумулятора в результате ударов или неправильной установки;
- химическое [окисление выводных клемм аккумулятора](#).

#### **Основными причинами указанных неисправностей являются:**

- грубые нарушения правил эксплуатации;
- истечение срока службы изделия;
- различные производственные дефекты.

#### **Как правильно зарядить аккумулятор.**

1. Полностью очистите батарею от пыли и грязи, аккуратно снимите клеммы. Осмотрите аккумулятор на течь, «выкипание», механические повреждения.

2. Наденьте химически стойкие перчатки и откройте (если позволяет конструкция) пробки.

3. Аккуратно осмотрите содержимое каждой банки, оцените уровень электролита в каждой из них. Особое внимание обратите на цвет и прозрачность электролита – он должен быть полностью прозрачен.

4. По прозрачности электролита можно диагностировать постоянное или эпизодическое короткое замыкание пластин аккумулятора. Такой аккумулятор к зарядке не годится. Если все в полном порядке, приступаем к зарядке.

Обязательное правило – сначала подключаем клеммы к аккумулятору, и только затем включаем само зарядное устройство!

Используют один **из четырех методов** зарядки:

- при постоянном напряжении;
- постоянным током;
- комбинированный;
- экспресс-зарядка.

**Метод постоянного напряжения** – характерен при зарядке от генератора двигателя.

При бортовом напряжении 14.4 вольта в начале процесса зарядки ток может достигать значений в 45-55 ампер. Поэтому все зарядные устройства изначально имеют ограничивающие схемы, подающие не более 20-25 ампер. В процессе заряда батареи, последняя набирает «силу» на напряжение на клеммах постепенно стремится сравняться с напряжением зарядного устройства, а зарядная сила тока постепенно падает до нуля. *Такой метод зарядки считается самым безопасным и щадящим, и присутствия человека не требует.* Окончание зарядки знаменуется, как правило, загорающимся индикатором. Полное напряжение заряженной и исправной батареи должно быть 14,4 В.

**Метод постоянного тока.** Заряд аккумулятора проводят при снятом аккумуляторе от внешнего источника постоянного тока – зарядного выпрямителя. Метод требует внимательности и присутствия. Для данного режима заряда важна постоянная корректировка необхо-

димого тока зарядки в течение всего процесса. Например, стандартную батарею в 60 А ч требуется заряжать током в 6 ампер в течение 10 часов, при этом постоянно, каждый час, контролировать и корректировать силу тока.

Как только напряжение составит 14,4 В, силу тока следует уменьшить в два раза (3А), при достижении 15 В – до 1,5 А. Аккумулятор считается полностью заряженным если, если зарядное напряжение стабильно в течение 1...2 часов. Финальный этап заряда сопровождается обильным газовыделением («кипением» банок), поэтому необходимо соблюдать осторожность. Недостаток данного режима очевиден: «кипение» и необходимость постоянного контроля.

### **Комбинированный метод**

Большинство выпускаемых в настоящее время зарядных устройств основываются именно на этом методе. Сначала идет заряд постоянным током, а заканчивается постоянным напряжением. Нужно сказать, что такие устройства полностью автоматизированы, и не требуют человеческого участия. Вплоть до того, что при полной зарядке аккумуляторной батареи, они сами отключаются.

### **Экспресс-зарядка аккумулятора**

Иногда требуется очень быстрая подзарядка, практически лишь только для запуска двигателя. Это не лучший вариант для аккумулятора, однако, из-за необходимости применяется довольно часто.

Снимаем клеммы аккумулятора и аккуратно очищаем. Подсоединяем клеммы зарядного устройства, строго соблюдая полярность. Регулятор тока выставляется на максимум, таймер включаем на 15...20 минут. По окончании экспресс-зарядки установите батарею на автомобиль и попытайтесь завести двигатель. Если заряд аккумулятора составляет более 50%, он будет в состоянии полностью дозарядиться на ходу от генератора автомобиля.

### ***Неисправности, ремонт и испытания генераторных установок.***

Ввиду того, что любой генератор — это электромеханическое устройство, соответственно и разновидностей неисправностей будет две — *механические* и *электрические*.

**К первым** относятся разрушение креплений, корпуса, нарушение работы подшипников, прижимных пружин, ременного привода и другие, не связанные с электрической частью поломки.

**Ко вторым** — относятся обрывы обмоток, неисправности диодного моста, выгорание/износ щеток, межвитковые замыкания, пробой, биения ротора, неисправности реле-регулятора.

### **Распространенные неисправности генераторных установок:**

- износ или повреждение шкива;
- износ токосъемных щеток;
- износ коллектора (токосъемных колец);
- повреждение регулятора напряжения;
- замыкание витков статорной обмотки;
- износ или разрушение подшипников;
- повреждение выпрямителя (диодного моста);
- повреждение проводов зарядной цепи.

### **Неисправности, ремонт и испытания стартеров.**

Стартер является главным устройством системы пуска двигателя автомобиля, трактора и других самоходных машин. Стартер обычно состоит из четырех основных механизмов:

- тягового реле;
- приводного механизма;
- электрического двигателя постоянного тока;
- редуктора.

### **Основные неисправности стартера :**

- износ или загрязнение щеток;
- ослабление пружин, прижимающих щетки к коллектору;

- загрязнение или обгорание коллектора;
- обрыв или замыкание в обмотках стартера;
- обгорание контактов тягового реле или выключателя стартера;
- ослабление контактов во внешней цепи стартера.

При указанных неисправностях стартер не развивает требуемой мощности или отказывается в работе. Если неисправен привод, шестерня стартера не соединяется с зубчатым венцом маховика или во время пуска двигателя слышен сильный шум.

Неисправный стартер проверяют и ремонтируют в мастерской.

- **стартер не проворачивает коленчатый вал двигателя.**

Если при включении стартера, свет лампы становится настолько слабым, что она практически гаснет, значит обрыва в цепи нет, только сильно упало напряжение на клеммах цепи. Причинами этого могут быть:

- неисправность или разрядка аккумуляторной батареи;
- обрыв в рабочей цепи стартера;
- неисправность самого стартера;
- окисление контактов в рабочей цепи стартера.

Стартер потребляет ток, исчисляемый сотнями ампер, даже незначительное увеличение сопротивления цепи (при окислении контактов) ведет к большому падению напряжения. Устранить неисправность в пути можно зачисткой наждачной бумагой выводных штырей и клемм аккумуляторной батареи, а также зачисткой и проверкой затяжки зажимов стартера. В случае разрядки аккумуляторной батареи двигатель можно пустить «прикуриванием» от другой аккумуляторной батареи с помощью специальных проводов или с ходу. Если обнаружена неисправность стартера, то надо пустить двигатель, минуя стартер.

- **стартер проворачивает коленчатый вал только на пол или одну треть оборота.**

То, что стартер хоть немного проворачивает коленчатый вал, говорит о том, что обрыва в цепи нет. Как и в предыдущем случае причины могут быть те же. Кроме того, в холодное время года, при хранении автомобиля на открытой площадке, причиной может стать слишком загустевшее на морозе масло в системе смазки двигателя.

Для того чтобы облегчить запуск двигателя стартером в холодное время суток необходимо:

- раскрутить коленчатый вал двигателя пусковой рукояткой на несколько оборотов;
- вывести отработанные газы из цилиндров;
- подогреть двигатель перед запуском пусковым подогревателем.

Подогревать открытым пламенем категорически запрещается.

- **якорь стартера не вращается, сила света при включении стартера не меняется.**

Так как сила света не меняется, значит ток в обмотки не поступает, а это может возникнуть в результате:

- обрыва в цепи стартера (зависание щеток или замасливание коллектора);
- неисправности реле включения стартера или тягового реле.

Зависание щеток может произойти вследствие загрязнения щеткодержателей, износа щеток, ослабление пружины натяжения щеток. Необходимо очистить щетки от грязи, замерить высоту щеток и если они меньше 6 мм, заменить их на новые. Натяжение пружины щеткодержателей замеряют динамометром, оно должно находиться в пределах 6, 5 – 15 Н (ньютон). Если натяжение пружины больше, это приводит к преждевременному износу щеток, слабое натяжение пружины приводит к зависанию щеток.

Регулировка производится путем закручивания или раскручивания стойки крепления конца пружины плоскогубцами.

Замасленный коллектор достаточно протереть тряпкой, смоченной неэтилированным бензином. Загрязненный коллектор протереть мелкозернистой наждачной бумагой и обдуть сжатым воздухом.

После устранения неисправностей следует собрать стартер и проверить его работоспособность, если и дальше стартер не работает – надо отдать его в ремонтную мастерскую.

Коллектор стартера имеющий неравномерный износ, или выступающую изоляцию, следует подточить на станке. Изоляция должна быть на уровне пластин коллектора, подрезать ее ниже не рекомендуется, так как это может вызвать замыкание пластин коллектора и нарушение нормальной работы стартера.

### **Неисправности стартера, связанные с износом узлов трения и механизмов**

Низкая скорость вращения вала стартера и большой потребляемый ток могут являться признаками увеличенного сопротивления вращению. Зачастую оно возникает вследствие износа подшипников скольжения и перекоса якоря электродвигателя. Стартеры, в которых возбуждение обмотки якоря происходит под действием постоянных магнитов статора, имеют дополнительный подшипник на передней крышке. Стартеры с обмотками возбуждения, как правило, переднего подшипника не имеют. Поскольку зазор между якорем и статором электродвигателя составляет десятые доли миллиметра, даже небольшой перекося вала приводит к касанию якорем неподвижного статора.

Выход из строя подшипников стартера может привести к неравномерному вращению и биению вала. В итоге зубья приводной шестерни, венца маховика и зубчатых колес планетарного редуктора начинают работать в режиме ударных нагрузок, что приводит к их быстрому разрушению. В этом случае неизбежна замена узлов стартера, а в некоторых случаях и венца маховика.

Износ планетарного редуктора может привести к появлению периодических стуков, повышению уровня постоянного шума и рабочей температуры. При этом возможно заклинивание стартера. Для устранения указанных неисправностей прибегают, как правило, к замене изношенных деталей редуктора.

Износ поверхности винтовых шлицов на валу стартера может являться причиной образования задиров и заедания приводной шестерни. В результате ее ввод или вывод из зацепления с венцом маховика невозможен. В случае использования роликовых обгонных муфт, конструктивно не обеспечивающих полное разъединение якоря и маховика коленчатого вала, такая неисправность приводит к разрушению стартера.

Обгонная муфта предотвращает передачу крутящего момента от маховика на якорь электродвигателя стартера. Нельзя допускать возникновения перегрева и самопроизвольного заклинивания муфты, так как в момент запуска двигателя она напрямую связывает вал стартера с водилом планетарной передачи и якорем электродвигателя. Заклинивание муфты приводит к резкому увеличению частоты вращения якоря и, как правило, к полному разрушению стартера. При повышенном износе деталей обгонной муфты происходит ее пробуксовка, что делает невозможным запуск двигателя автомобиля. В этом случае необходима замена обгонной муфты.

Сердечник тягового реле должен свободно перемещаться в корпусе. Если при подаче питания на обмотки тягового реле сердечник остается неподвижным, это зачастую свидетельствует о заклинивании сердечника из-за коррозии или продуктов износа. Для устранения заклинивания следы коррозии удаляют, проводят замену изношенных деталей или устанавливают новое реле. В редких случаях возможно заклинивание втянутого в реле сердечника. Это влечет за собой невозможность возвращения в исходное положение деталей приводного механизма стартера под действием возвратной пружины тягового реле при отключении питания его обмоток. Указанное явление сопровождается невозможностью своевременного вывода приводной шестерни стартера из зацепления с венцом маховика. В результате длительной работы обгонной муфты возможен ее перегрев и заклинивание, приводящее к полному разрушению стартера.

Таким образом, многие неисправности стартера могут быть связаны с износом его узлов трения и механизмов:

- при повороте ключа зажигания стартер не включается (заклинивание сердечника тягового реле, заедание приводной шестерни и обгонной муфты на валу вследствие износа винтовых шлицов);

- стартер проворачивает коленчатый вал двигателя, но очень медленно (износ подшипников скольжения, перекос и биение якоря или вала стартера);
- электродвигатель стартера вращается, но коленчатый вал двигателя автомобиля стоит на месте (износ обгонной муфты или деталей планетарного редуктора);
- после запуска двигателя автомобиля и отключения питания стартера якорь электродвигателя продолжает вращаться под действием маховика (заклинивание обгонной муфты).

В отличие от неисправностей элементов электрической части стартера указанные механические неисправности, как правило, опаснее по своим последствиям и чаще приводят к полному разрушению стартера и его частей. Применение специализированных смазочных материалов Molykote от компании *Dow Corning* в узлах трения и механизмах стартера способствует их защите в критических и аварийных условиях эксплуатации, позволяя повысить срок службы стартера.

### **Неисправности в системах зажигания бензиновых двигателей**

#### **Катушки зажигания**

Конструктивно катушка представляет собой цилиндрический металлический стакан с отлитой пластмассовой крышкой, на которой расположены низковольтные контакты и один высоковольтный (по центру). Внутри стакана располагается обмотки, залитые маслом для охлаждения

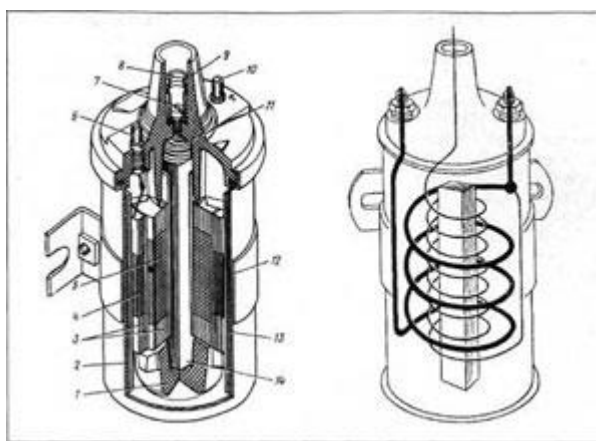


Рис. Устройство катушки зажигания

- 1 – изолятор; 2 – корпус; 3 – изоляционная бумага обмоток; 4 – первичная обмотка; 5 – вторичная обмотка; 6 – клемма вывода первичной обмотки (обозначения «1», «-», «К»); 7 – контактный винт; 8 – центральная клемма для провода высокого напряжения; 9 – крышка; 10 – клемма подвода питания (обозначения «+Б», «Б», «+», «15»); 11 – контактная пружина; 12 – скоба крепления; 13 – наружный магнитопровод; 14 – сердечник

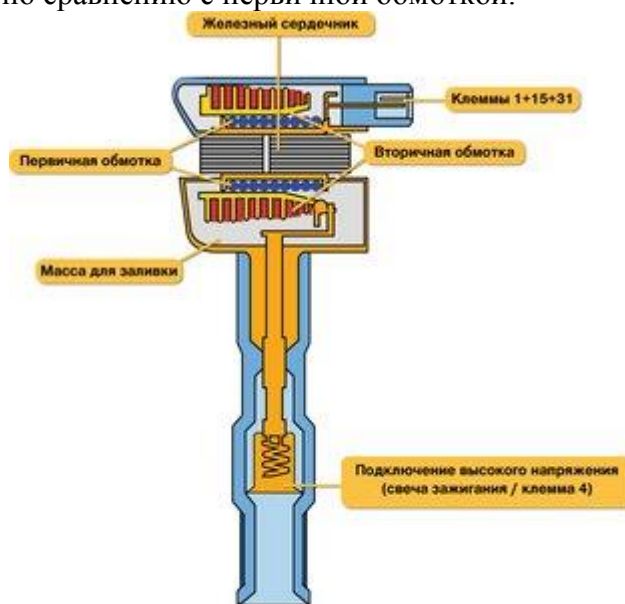


Строение штекерной катушки

Соотношение числа витков в обмотках катушек зажигания: от 1:150 до 1:200

**Первичная обмотка:** из медной проволоки, которая значительно толще по сравнению с вторичной катушкой обмоткой и имеет меньшее количество витков, чем вторичная обмотка.

**Вторичная обмотка:** также состоит из медной проволоки, которая тоньше, чем на первичной обмотке. Еще одним важным признаком данной детали является число витков, которое значительно больше по сравнению с первичной обмоткой.



Поперечный разрез индивидуальной катушки зажигания, катушки с отдельной искрой или штекерной катушки

Чтобы исключить электрическую разрядку и пробой внутри катушки или наружу, первичная и вторичная обмотки должны быть **изолированы**.

Этим целям, с одной стороны, служит **качество обмотки**, с другой стороны, **масса для заливки**.

Высококачественную обмотку катушки можно распознать при поперечном разрезе по тому, что проволока расположена точно друг над другом, так что между ними невозможно увидеть зазоры.

**Масса для заливки:** Во всех катушках, кроме корпусных, для этого используется эпоксидная смола. Корпусные катушки зажигания, как правило, заполнены маслом. Так как благодаря своим свойствам смола становится жидкой при очень высоких температурах, заполнению (англ. Potting) катушки зажигания придается особое значение, так как в массе для заливки на должны образовываться пузырьки воздуха, а детали подвергаются высокой термической нагрузке.

**Железный сердечник:** Железный сердечник является решающей деталью катушки зажигания. Он многослойный, что предполагает, что он в большинстве случаев состоит из большого числа слоистых ферромагнитных металлических листов. Основное назначение железного сердечника состоит в том, что он при подаче напряжения усиливает магнитное поле, которое образуется в катушке зажигания. В магнитном поле сохраняется энергия. До тех пор, пока подача первичного тока не будет прекращена, принято говорить о том, что катушка заряжается.

#### **Свечи зажигания**

Свеча зажигания важный конструктивный элемент [системы зажигания](#). Она предназначена для непосредственного воспламенения топливно-воздушной смеси в [бензиновом двигателе внутреннего сгорания](#). Воспламенение смеси происходит при прохождении искры между электродами свечи, поэтому другое ее название – *искровая свеча зажигания*. Свеча зажигания используется во всех типах системы зажигания: контактной, бесконтактной и электронной. Ведущими производителями свечей зажигания являются фирмы **Denso**, **NGK**, **Bosch**, **Champion**.

Свеча зажигания состоит из контактного стержня и центрального электрода, помещенных в изолятор. Контактный стержень обеспечивает соединение свечи зажигания с элементами

системы зажигания – высоковольтным проводом или индивидуальной катушкой зажигания. Соединение может быть двух типов: *фланцевое типа SAE* или *резьбовое M4*. Наибольшее распространение получило соединение типа SAE.

Центральный электрод выполняет в свече зажигания, как правило, роль катода. Он изготавливается из легированной стали. Самый распространенный материал – хром–никелевый сплав. Диаметр центрального электрода определяется материалом, из которого он изготовлен, и может находиться в пределах 0,4–2,5 мм.

В настоящее время центральный электрод изготавливается из двух металлов (биметаллический электрод) – медного сердечника и стальной оболочки. Стальная оболочка центрального электрода быстро нагревается, обеспечивая при этом быстрый и надежный пуск двигателя и устойчивую работу на начальном этапе. Медный сердечник интенсивно отводит тепло во время работы.

Для увеличения срока службы свечи (повышения устойчивости к коррозии, электрохимическому разрушению) центральный электрод на современных свечах зажигания изготавливается из сплавов стали с редкоземельными и благородными металлами (*платина, иридий, вольфрам, иттрий, палладий*). В зависимости от наличия тех или иных металлов в центральном электроде свечи зажигания имеют названия - платиновая, иридиевая.

Применение прочных и тугоплавких сплавов в конструкции центрального электрода позволило значительно сократить толщину наконечника центрального электрода. Например, иридиевый наконечник имеет толщину 0,4 мм, чем достигается значительное снижение напряжения искрообразования, повышение надежности воспламенения топливно-воздушной смеси.

Центральный электрод соединяется с контактным стержнем через резистор. Применение резистора обусловлено необходимостью защиты электронное оборудование двигателя от помех, возникающих при искрообразовании. Резистор представляет собой токопроводящую стекломассу, которой заливается промежуток между электродом и стержнем.

Контактный стержень и центральный электрод расположены в изоляторе, выполняющем функции электрической изоляции и обеспечения заданного температурного режима свечи зажигания. Изолятор изготавливается из тугоплавкой керамики. Различают наружную и внутреннюю (размещенную в камере сгорания) части изолятора. Для улучшения электрической изоляции и предотвращения утечки электроэнергии наружная часть изолятора выполняется ребристой. На наружной части изолятора наносится название фирмы-производителя и (или) логотип.

Внутренняя часть изолятора (другое название - тепловой конус) определяет температурный (тепловой) режим свечи зажигания. Тепловой режим свечи зажигания характеризуется нижней и верхней границами. Нижняя граница начинается с температуры, при которой на тепловом конусе начинают сгорать скопившиеся частицы сажи, и называется температурой самоочистки. Нижняя граница температуры самоочистки составляет 450 °С. Верхняя граница – 850 °С. При данной температуре тепловой конус изолятора так сильно нагревается, что сам выступает источником воспламенения топливно-воздушной смеси. Такое неконтролируемое воспламенение смеси носит название **калильное зажигание** и может привести к детонации и серьезным поломкам двигателя.

Изменяя величину теплового конуса изолятора, производители свечей зажигания добиваются поддержания определенного температурного режима для разных бензиновых двигателей. Сильно выступающий тепловой конус и незначительная поверхность соприкосновения с корпусом характерны для т.н. «горячих» свечей зажигания. Такие свечи быстро нагреваются (большой конус) и медленно отводят тепло (малая поверхность соприкосновения с корпусом), поэтому их применение ограничено двигателями с низкой степенью сжатия и работающими на низкооктановом топливе.

«Холодные» свечи зажигания имеют короткий тепловой конус и значительную поверхность соприкосновения изолятора с корпусом. Они медленно нагреваются (малый конус) и быстро отводят тепло (большая поверхность соприкосновения с корпусом), поэтому приме-

няются на двигателях с высокой степенью сжатия и работающих на высокооктановых топливах.

Металлический корпус служит для размещения всех элементов свечи зажигания, а также ввинчивание и удержания ее в головке блока цилиндров. Корпус изготавливается из никелевого сплава. Внутренней частью корпус соприкасается с изолятором. С наружи корпуса выполнена холоднокатаная метрическая резьба, с помощью которой свеча закрепляется в головке блока цилиндров. Уплотнение при завинчивании производится с помощью несъемной шайбы или конусного седла. Может применяться полая или гофрированная несъемная шайба. При завинчивании происходит раздавливание шайбы, чем достигается необходимое уплотнение.

Для завинчивания свечи зажигания в наружной части корпуса выполнен шестигранник под размер ключа. Затяжка свечи зажигания производится с определенным усилием, рекомендованным производителем. Превышение усилия может привести к разрушению изолятора. Затяжка с недостаточным усилием приводит к нарушению герметичности камеры сгорания.

В нижней части корпуса приварен **боковой электрод**, который также изготавливается из никелевого сплава. В некоторых конструкциях свечей зажигания боковой электрод изготавливается из сплавов редкоземельных металлов. Для повышения срока службы свечи разработан ряд интересных конструктивных решений бокового электрода:

- использование нескольких электродов (от двух до четырех);
- V-образный вырез на конце;
- коническая форма ;
- использование в качестве электрода торцевой поверхности корпуса.

Применение нескольких боковых электродов значительно увеличивает срок службы свечи зажигания. В работе такой свечи используется только один боковой электрод. Когда зазор между электродами вследствие электрохимического износа увеличивается, искра автоматически переходит на другой боковой электрод и т. д.

Между центральным и боковым электродами поддерживается определенное расстояние - зазор (*искровой промежуток*). Величина зазора должна быть оптимальна для конкретной свечи зажигания и соответственно конкретного двигателя. На размер искрового промежутка оказывают влияние ряд факторов: размер и форма центрального электрода, конструкция бокового электрода, плотность топливно-воздушной смеси.

Чем больше зазор, тем больше искра, лучше воспламенение топливно-воздушной смеси. Вместе с тем, при большом зазоре требуется большее пробивное напряжение, и соответственно велика вероятность пропусков зажигания, снижения топливной экономичности, увеличения вредных выбросов. При малом зазоре наблюдается малая искра и соответственно низкая эффективность воспламенения топливно-воздушной смеси. При необходимости величину зазора можно изменить самостоятельно путем подгибания центрального электрода, но без соответствующей подготовки лучше этого не делать.

### **Характеристики свечи зажигания**

Технические характеристики определяют область применения конкретной свечи зажигания на конкретном двигателе. К техническим характеристикам свечи зажигания относятся: диаметр резьбы, размер головки ключа, длина резьбы, зазор между электродами, а также калильное число.

Диаметр автомобильных свечей зажигания составляет, как правило, 14 мм (M14×1,25). По длине резьбы свечи делятся: **короткая – 12 мм, средняя – 19-20 мм, длинная – 25 и более мм**. Чем мощнее двигатель, тем длина резьбы должна быть больше. Наиболее распространенный размер головки под ключ – 21 мм, реже 16, 18, 22 мм. Величина зазора между электродами у разных свечей зажигания находится в пределах 0,5...1,5 мм.

Тепловая характеристика свечи зажигания выражается калильным числом. **Калильное число – это отвлеченная величина, при достижении которой появляется калильное зажигание**. Шкала калильных чисел у разных производителей существенным образом раз-

личается. У некоторых производителей шкала калильных чисел увеличивается от «горячих» свеч к «холодным», например у Denso 9...35, NGK 2...11,5. У Bosch все наоборот – увеличение от «холодных» к «горячим» (2...10). Свечи зажигания Champion шкалы как таковой не имеют.

Характеристики свечи зажигания отражаются в типовом обозначении - буквенно-цифровом коде, который может наноситься на свечу и обязательно отражается на упаковке. Типовые обозначения свечей различаются в зависимости от производителя, унифицированных обозначений нет. Для использования свечей зажигания разных производителей, существуют таблицы соответствия (взаимозаменяемости).

В зависимости от конструкции ресурс современных свечей зажигания составляет 30 000...100 000 км.

#### 4.4 Технология ремонта силовой передачи ходовой части и рулевого управления, агрегатов гидросистем

##### Ремонт сцеплений

Сцепление служит для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии.

**Основной дефект.**— нарушение надежной передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии. В результате износа деталей: сцепление «буксует» и греется или сцеплсверлятение «ведет».

*Сцепления разбирают на универсальных стендах или устройствах*

- Сцепление в сборе устанавливают на стенд;
- снимают пружины;
- отвертывают гайки отжимных болтов;
- отпускают пружины сцепления;
- снимают корпус, стаканы пружин, пружины и другие детали.

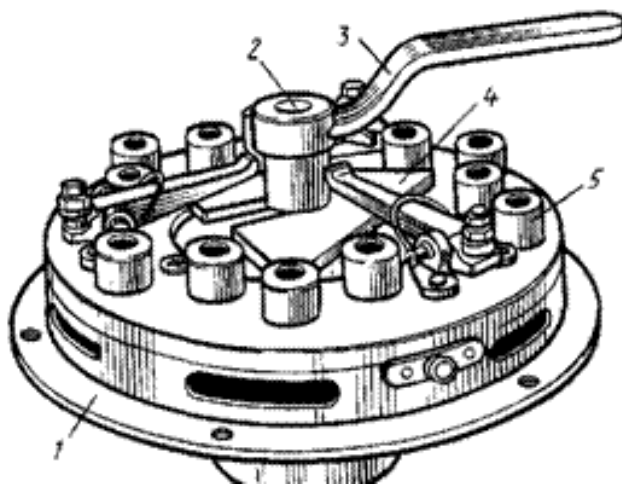


Рис. Устройство для разборки и сборки сцепления: 1 — подставка, 2 — винт, 3 — рукоятка, 4 — пластина нажимная, 5 — пружины нажимные

##### Дефекты ведомых дисков:

- износ фрикционных накладок;
- коробление ведомых дисков;
- ослабление заклепок, крепящих диски к ступице;
- износ отверстий под заклепками.

Коробление ведомых дисков устраняют правкой на плите. Изношенные накладки ведомых дисков заменяют. При замене накладок у старых заклепок высверливают головки и выбивают их. Поверхность дисков при необходимости подвергают правке.

Крепят фрикционные накладки пустотелыми латунными заклепками или приклеивают клеем ВС-10Т, ВС 350. Допускается применять заклепки из медных или латунных трубок и алюминиевых сплавов. Головки заклепок *должны утопать в накладках на 1 — 1,5 мм.*

**Дефекты нажимных дисков:**

- неравномерный износ поверхностей трения,
- появление на них рисок, задиров;
- и износ пазов или отверстий под ведущие пальцы.

При износе, поверхностных трещинах, задирах или короблении рабочих поверхностей ведущие диски сцеплений протачивают и шлифуют до выведения следов износа.

*Неплоскостность рабочей поверхности* нажимного диска *не должна превышать 0,16 мм.* Допускаются риски на рабочих поверхностях *глубиной не более 0,2 мм.*

**Дефекты вала сцепления:**

- износ цилиндрической поверхности, по которой скользит отводка;
- износ шлицев.

*Посадочные места под подшипники* вала муфты сцепления восстанавливают наплавкой или гальваническим покрытием, а затем шлифуют до размера по чертежу.

*Изношенные поверхности шлицев* восстанавливают наплавкой электродуговым способом вручную или автоматической наплавкой. Наплавленные поверхности обтачивают, затем нарезают новые шлицы.

**Ступица ведомых дисков.**

При торцовом биении фланец ступицы протачивают на токарном станке до устранения следов износа и биения. Биение торца относительно поверхности шлицев должно быть *не более 0,15 мм* на крайних точках.

**Дефекты отжимных рычагов:**

- износ кулачков по высоте в месте соприкосновения с отводкой;
- износ пальцев (оси) и отверстий в шарнирах.

Изношенные по высоте кулачки отжимных рычагов наваривают и обрабатывают на обдирочно-шлифовальном станке, проверяя их профиль по шаблону. После обработки кулачки закаливают. При износе пальцев и отверстий в отжимных рычагах, крестовинах, серьгах и т. п. отверстия рассверливают и развертывают под пальцы увеличенного размера.

Двух массовые маховики и пружинным механизмом играют роль демпферов крутильных колебаний. При поломке пружин маховик в сборе заменяется на исправный.

**Сборка сцепления.**

При сборке сцепления необходимо соблюдать следующие требования:

- накладки ведомого диска сцепления должны быть прочно приклепаны, отслоение накладок не допускается;
- секторы трения ведомого диска при замене подбирают с колебанием по толщине не более 0,1 мм;
- отклонение от плоскости поверхностей трения ведомого диска допускается не более 0,3 мм под равномерно распределенной нагрузкой 150 Н;
- при проверке в центрах биение диска не должно превышать 1,5 мм на крайних точках; разность по массе комплекта отжимных рычагов, идущих на один двигатель, должна быть не более 0,01 кг.

В отрегулированном сцеплении упорные поверхности рычагов должны лежать в одной плоскости. Допускается взаимное отклонение упорных поверхностей рычагов не более 0,4 мм.

Опорные поверхности нажимных дисков сцепления должны быть ровными, без следов износа и повреждений..

**Ремонт коробок передач**

Дефекты коробки передач:

- не включается передача;
- передача самопроизвольно выключается во время работы;

- перегревается масло;
- выключение передач затруднено;
- в коробке слышны стук и шум.

**Разборка.** Коробку передач устанавливают на поворотный стенд (кантователь) для разборки и сборки. Поворот плиты кантователя проводится вручную.



Корпус КП может иметь следующие дефекты:

- трещины и изломы;
- износ посадочных мест под подшипники и гнезда подшипников;
- износ и повреждение резьбовых и гладких отверстий.

Корпус бракуют, если:

- он имеет трещины, проходящие через посадочные поверхности отверстий;
- имеет обломы или трещины фланца крепления корпуса КП к корпусу заднего моста, захватывающих три отверстия и более под болты.

При наличии трещин в чугунном корпусе коробки, захватывающих не более двух отверстий под болты, трещину засверливают по концам, затем зону трещины зачищают до металлического блеска, разделяют и заваривают проволокой **ПАНЧ-11** или медно-стальными электродами на постоянном токе обратной полярности.

**Посадочные места под подшипники** восстанавливают, если зазор между наружным кольцом подшипника и гнездом **превышает 0,1 мм**. Изношенные отверстия восстанавливают составами на основе эпоксидных смол (холодной сваркой) или железнением в местных ваннах. При восстановлении железнением посадочных мест поверхности отверстий предварительно зачищают шлифовальной шкуркой, обезжиривают гашеным карбидом кальция (венской известью) и промывают горячей и холодной водой. Продолжительность железнения зависит от величины износа гнезда подшипника. Отверстия, восстановленные железнением, растачивают под номинальный размер.

**Изношенные отверстия под штифты** развертывают на увеличенный размер, а отверстия под оси восстанавливают постановкой втулок и закреплением их **эпоксидным составом или анаэробным клеем**. Резьбовые отверстия восстанавливают нарезанием резьбы увеличенного размера или постановкой резьбовых вставок.

**Валы коробок передач имеют дефекты:**

- изгиб;
- износ посадочных поверхностей под подшипники и шестерни
- износ шлицев по толщине;
- износ или повреждение резьбы.

Валы выбраковывают при изломе, трещинах и аварийном изгибе.

*Погнутые валы* правят под прессом в холодном состоянии. Биение вала более **0,1 мм** не допускается.

При износе боковых поверхностей шлицев по толщине вал восстанавливают механизированной наплавкой, приваркой стальной проволоки или ручной наплавкой электродами.

**Поврежденную или изношенную резьбу** на концах вала протачивают, нарезают новую резьбу меньшего диаметра и по ней изготавливают новую гайку. При необходимости изношенную резьбу наплавляют и нарезают резьбу нормального размера.

#### **Основные дефекты шестерен:**

- износ зубьев;
- износ шлицевых и шпоночных пазов;
- износ внутренних посадочных мест шестерен;
- износ или повреждения посадочных мест для вилки переключения передач.

При замерах толщины зубьев следует обратить внимание на характер износа зуба по длине: износ на конус **более 0,05 мм на длине 10 мм не допускается**, шестерни с таким износом выбраковывают. На зубьях не должно быть сквозных трещин и забоин на торцах. Допускаются мелкие поверхностные трещины на зубе и отдельные выкрашивания поверхностного слоя металла.

Кольцевой паз под вилку переключения передач подвижных шестерен восстанавливают механической обработкой под увеличенный по ширине размер. Изношенные торцовые поверхности зубьев шестерен наплавляют автоматической наплавкой порошковой проволокой с принудительным формированием наплавленного металла в медной охлаждаемой форме. Изношенные по толщине зубья шестерен восстанавливают пластическим деформированием.

#### **Сборка коробок передач.**

Перед сборкой детали коробки передач тщательно очищают от грязи и обдувают сжатым воздухом. Подшипники напрессовывают на валы до отказа под прессом или же легкими ударами через специальные наставки из латуни. Перед напрессовкой на вал подшипники рекомендуется нагревать до температуры 80...100 °С.

Вторичные валы коробок передач устанавливают в корпус так, чтобы обработанные торцы конических шестерен вторичного вала выступали над привалочной плоскостью корпуса коробки передач тракторов **T-130 на (83,9+0,1) мм, МТЗ-80 — на (58+0,15) мм.**

Зацепление зубьев любой пары шестерен без зазора не допускается. Ролико- и шарикоподшипники перед установкой на валы нагревают в масляной ванне до температуры 80...100°С.

Нормальный **боковой зазор между шлицами** верхнего вала и втулками шестерен коробки передач трактора должен **быть 0,15...0,45 мм**, допустимый зазор **1,0 мм**. При правильной сборке коробки передач все валы и шестерни должны легко проворачиваться без заеданий и заклиниваний.

**Обкатка.** Для приработки и испытания коробки передач применяются специализированные стенды, рис 11.18 и 11.19. установленную на стенд коробку передач соединяют карданным валом с электродвигателем. В коробку передач заливают масло. Затем закрывают защитный кожух, включают электродвигатель и производят обкатку без нагрузки. Для испытания под нагрузкой вторичный вал коробки передач соединяют с тормозным устройством.

Коробку передач сначала испытывают без нагрузки по 5 мин на каждой передаче, начиная с низшей, а затем под нагрузкой.

В процессе испытания должны выдерживаться следующие условия:

- переключение муфт на всех передачах переднего и заднего хода должно происходить свободно, без заеданий;
- отдельные удары, стук, шум не допускаются;
- течь масла через уплотнения не допускается;
- температура масла в коробке передач после испытания не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 50 °С.

После испытания коробки передач сливают масло и промывают сетку маслосборника, сливную пробку.

### **Ремонт заднего ведущего моста**

Основные неисправности заднего моста:

- поломка зубьев шестерен главной передачи более чем на  $1/3$  их длины, а также наличие поверхностных трещин и выкрашивание рабочей поверхности зуба общей площадью более 25%; наличие бокового зазора в зацеплении шестерен главной передачи более 2,5 мм;

- предельный износ фрикционных дисков по толщине и зубьев наружного и внутреннего барабанов;

- сильный нагрев бортового редуктора, не прекращающийся после регулировки подшипников, подтекание масла, ненормальные шумы или стуки.

При износах поверхностей под корпуса подшипников в корпусе бортовых фрикционов с лонжеронами и кожухах бортовых редукторов, в том числе под вал конической шестерни, ведущей шестерни, двойной шестерни редуктора, под наружное кольцо подшипника ступицы ведущего колеса, ремонт производится постановкой колец в изношенные отверстия или железнением в местных ваннах.

Дефекты картера заднего моста колесных машин:

- изгиб кожухов и полуосей

- износ посадочных мест под наружные и внутренние кольца подшипников и посадочных мест под уплотнения;

- износ резьб.

Изношенные посадочные места под наружные кольца подшипников в чугунных корпусах восстанавливают постановкой втулок, а в стальных возможна наплавка с последующей обработкой под номинальный размер.

Поврежденную наружную резьбу на кожухе полуоси наплавляют и нарезают новую номинального размера.

Дефекты деталей дифференциала:

- износ посадочного места подшипника;

- износ отверстия под шейку полуосей;

- износ отверстий под шипы крестовины и стяжные болты в чашке дифференциала;

- износ зубьев, торцовых поверхностей и отверстий в сателлитах;

- износ шеек крестовин;

- износ зубьев и торцовых поверхностей полуосевых шестерен.

**Посадочное место под подшипник, чашки дифференциала** восстанавливают раздачей, наплавкой, хромированием или железнением с последующей обработкой под номинальный размер.

Изношенные отверстия сателлитов шлифуют до выведения следов износа и получения правильной геометрической формы.

Оси или шейки крестовин хромируют и шлифуют по размеру полученных отверстий в сателлитах, создавая необходимый зазор, а в отверстиях чашки дифференциала — тугую посадку.

Дефекты полуосей:

- износ шлицев;

- износ посадочных мест под подшипники и уплотнения;

- износ отверстий во фланце, изгиб.

Оси выбраковывают при изломе, трещинах шлицев, износе до размеров, превышающих допускаемые техническими условиями. Изношенные отверстия во фланце полуоси заваривают и сверлят новые, иногда сверлят новые отверстия между имеющимися — без заварки последних.

**Сборка заднего моста.** Коническая шестерня главной передачи и зубчатое колесо нижнего вала должны иметь одинаковый номер, разуккомплектовывать коническую пару не допускается.

Боковой зазор конической пары со стороны большого торца *должен быть 0,2—0,8 мм*, изменение бокового зазора конической пары не более *0,4 мм*.

Пятно контакта конической пары по длине зуба должно быть не менее 20 мм на расстоянии не более 15 мм от малого торца. Допускается пятно контакта в виде двух пятен с длиной пятна не менее 12 мм и разрывом между ними по длине зуба не более 12 мм. Середина пятна контакта по высоте зуба должна располагаться примерно на половине высоты рабочей части профиля. Смещение середины пятна контакта допускается до 0,25 высоты профиля.

**Гипоидная передача** — вид винтовой [зубчатой передачи](#), осуществляемой коническими колёсами с косыми или криволинейными [зубьями](#) со скрещивающимися осями (обычно 90°). **Гипоидная передача имеет смещение осей между зубчатыми колёсами**. Данный тип передачи характеризуется повышенной нагрузочной способностью, плавностью хода и бесшумностью работы. Для смазывания гипоидных передач должны применяться только **специальные** (гипоидные) [трансмиссионные масла](#).

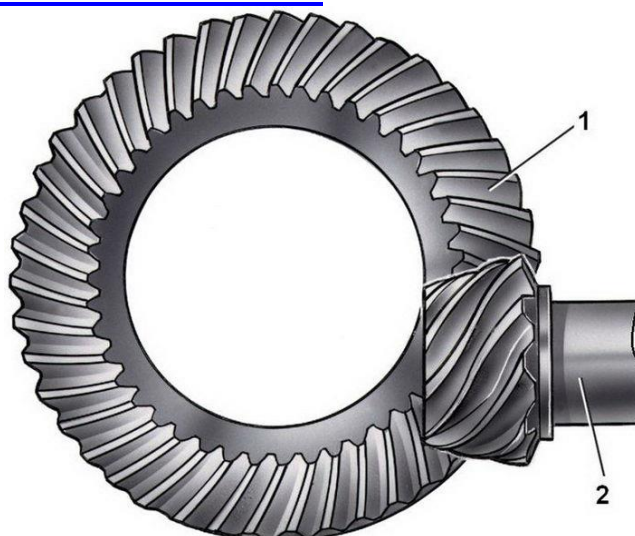


Рис. Гипоидная передача заднего моста автомобиля: 1 —зубчатое колесо; 2 – шестерня

**Осевой люфт вала** в конических роликоподшипниках *должен быть 0,1... 0,2 мм*.

При сборке бортового редуктора тракторов Т-130 и Т-170 полуось должна быть запрессована в корпус бортовых фрикционов усилием *350...450 кН* шпоночным пазом вверх, выдержав размер *(508±2,5) мм*. Гайку навернуть на полуось и затянуть, не снимая усилия запрессовки полуоси.

Неперпендикулярность полуоси к привалочной плоскости должна быть не более *1,0 мм* на радиусе *330 мм*. Осевой люфт двойной шестерни и ведущей шестерни должен быть *0,4...1,5 мм*.

Диски уплотнений с гребенчатой поверхностью должны быть клеймены одним номером. Разукомплектовка дисков не допускается.

**Задний мост обкатывают** без нагрузки на всех передачах переднего и заднего хода на специальном стенде. Обкатку начинают с низшей передачи, на каждой из передач оно продолжается *3...5 мин*. Общее время обкатки *не менее 20 мин*. При обкатке допускается равномерный шум шестерен. Не допускаются отдельные удары и дробные перекаты при работе шестерен, течь смазки в местах уплотнений и соединений, нагрев ленты тормоза и барабана.

**Последствия износа элементов ходовой части.**

Ходовые устройства в значительной степени определяют безопасность движения машин, а неправильная эксплуатация может привести к авариям. Поэтому необходим своевременный контроль технического состояния сборочных единиц, их обслуживание и ремонт.

В процессе эксплуатации изнашиваются пружины, листовые рессоры, ступицы и диски колес, шины.

В результате износа:

- затрудняется управление машинами;
- теряется прямолинейность хода;
- возникают сложности при выполнении некоторых работ (например, профилирование земляного полотна).

#### **Неисправности ступиц:**

- износ гнезд под подшипники,
- срыв резьбы в отверстиях под шпильки крепления фланцев осей и дисков колес
- появление трещин.

**Нарушение работоспособности дисков** происходит вследствие изгибов плоскости крепления, ободьев и кромок, трещин, износа отверстий под шпильки крепления колес.

**Листовые рессоры** поступают в ремонт *из-за износа по толщине, изломов, трещин, изогнутости, потерь упругости, сдвига листов (просветов между ними), поломки и сдвига хомутов, среза и обрывов центральных болтов.*

**Цилиндрические винтовые пружины** подвергаются изломам и осадке (уменьшению высоты).

#### **Ремонт ходовой части машин на пневматическом ходу**

**Текущий ремонт** может включать в себя следующие работы:

- заменяются уплотнения и подшипники ступиц передних колес и другие детали;
- ступицы с трещинами, износом гнезд *под подшипники свыше 0,05 мм заменяются;*
- срыв или износ резьбы в отверстиях под болты фланцев осей устраняется нарезкой резьбы ремонтных размеров.

**Трещины дисков, не выходящие из отверстий ступиц** и не проходящие через весь диск или обод, *завариваются.*

**Ремонт рессор** заключается в разборке, замене неисправных деталей, сборке, контрольных операциях. Разборочно-сборочные работы выполняются на стендах или винтовых приспособлениях.

Перед сборкой листы рессор смазываются графитовой смазкой. При сборке листы должны плотно прилегать друг к другу и хомутам. **Щуп толщиной 0,5 мм и шириной 20 мм** не должен проходить между листами у хомутов. В средней части рессор допустимый зазор без нагрузки составляет 1 мм. Не допускается смещение листов относительно хомутов более **5 мм.**

#### **Ремонт шин**

Пневматическая **камерная шина** включает в себя *покрышку, камеру и ободную ленту, бескамерная* — только *покрышку.*

#### **Причины отказов и неисправностей шин:**

- износ;
- скалывание рисунка;
- отслоение протектора;
- порезы протектора и боковин;
- сквозные повреждения;
- разрыв и излом каркаса, бортов и бортовых колец.

Параметром, определяющим ресурс шины, является давление воздуха, снижение которого вызывает:

- перегрузку и деформацию боковин;
- повышение температуры и усталостных напряжений в каркасе;
- разрыв нитей, увеличение износа протектора.

При этом **до 15 %** возрастает расход топлива.

Оптимальный температурный режим работы шины составляет **70...75 °С**. При нагреве **до 100 °С** износостойкость резины, а также прочность связи между резиной и кордом **снижаются в 1,..2 раза**. Нагрев шин в значительной степени определяется температурой окружающего воздуха.

Ухудшение дорожного покрытия сокращает ресурс покрышек до **25 %** на гравийно-щебеночных дорогах и до **50 %** на каменистых и разбитых дорогах.

Углы установки колес, люфт рулевого управления, течь масла через сальники ступиц, неправильная затяжка гаек крепления, боковое биение колес оказывают значительное влияние на износ шин.

**Неисправности шин разделяются на четыре группы.**

**Первая и вторая группы** — местные повреждения: сквозные порезы, разрывы размерами до **50 × 40 мм**, проколы, царапины.

**Повреждения первой группы** (небольшие царапины, порезы) первоначально не оказывают существенного влияния на эксплуатационные качества шин, но в дальнейшем способствуют их разрушению.

**Последовательность ремонта шин с местными повреждениями** включает в себя:

- осмотр с наружной и внутренней сторон с использованием ручного борторасширителя;
- удаление застрявших посторонних предметов и загрязнений;
- скругление краев порезов и разрывов для предотвращения их разрастания.

Контуры повреждений обрабатываются на всю глубину, промазываются клеем, обкладываются специальной резиной, свободное пространство заполняется резиновым составом (сырой резиной). Покрышки устанавливаются на вулканизатор двухстороннего нагрева.

Для обеспечения прочности на внутренние полости покрышек приклеиваются самовулканизируемые пластыри.

В процессе самовулканизации покрышка выдерживается в течение **1...3** дней в помещении при температуре **не ниже 18 °С**.

Заключительным этапом ремонта покрышек является их отделка, которая состоит в удалении наплывов резины, неровностей, заусенцев, и контрольные операции.

При приемке камер в ремонт они наполняются воздухом и при давлении **0,03...0,05 МПа (0,3...0,5 кгс/см<sup>2</sup>)** погружаются в воду. Поднимающиеся пузырьки воздуха указывают места повреждений, которые заделываются наложением заплат из вулканизированной или сырой резины.

Вулканизация производится электровулканизаторами в течение **15...20 мин** при температуре **(150±5) °С**. Отремонтированные камеры проверяются на герметичность в ванне с водой.

В дорожных условиях для ремонта камер применяются самовулканизируемые заплатки. Ими устраняются разрывы до **100 мм**. Время вулканизации составляет **3...5 мин**. При повреждении предметами круглой формы диаметром до **10 мм** шины ремонтируются самовулканизирующимися резиновыми вставками.

В противном случае при движении по мокрой дороге в поврежденное место попадает вода. Это может вызвать коррозию металлокорда и расслоение каркаса.

**Бескамерные шины конструктивно не предназначены для многократного демонтажа-монтажа**, так как в этом случае нарушается герметизирующий слой бортов. Поэтому проколы до 7 мм устраняются без снятия покрышек с ободов. При помощи специального шила устанавливаются резиновые жгуты, покрытые самовулканизирующимся составом, рис 13.7 и 13.8 или специальные грибки, рис.13.9 и 13.10

**К третьей группе неисправностей** относится полный износ протектора с местными повреждениями. Покрышки с такими дефектами могут восстанавливаться на специализированных ремонтных предприятиях.

Восстановление изношенного протектора выполняется горячим и холодным способами. Последовательность ремонта включает в себя мойку и сушку покрышек, дефектацию, срезание старого протектора и «шероховку» поверхности.

**При горячем восстановлении:**

- на шероховатую поверхность распыляется клеевой раствор и наносится промежуточный тонкий слой прослоечной резины;
- Новый протектор накладывается одним слоем толстой нерифленой и невулканизированной ленты или навивкой жгута из невулканизированной резины.

Основной операцией восстановления является вулканизация — получение резины при нагревании каучука с серой.



Рис. 13.8 Устранение прокола шины постановкой жгута

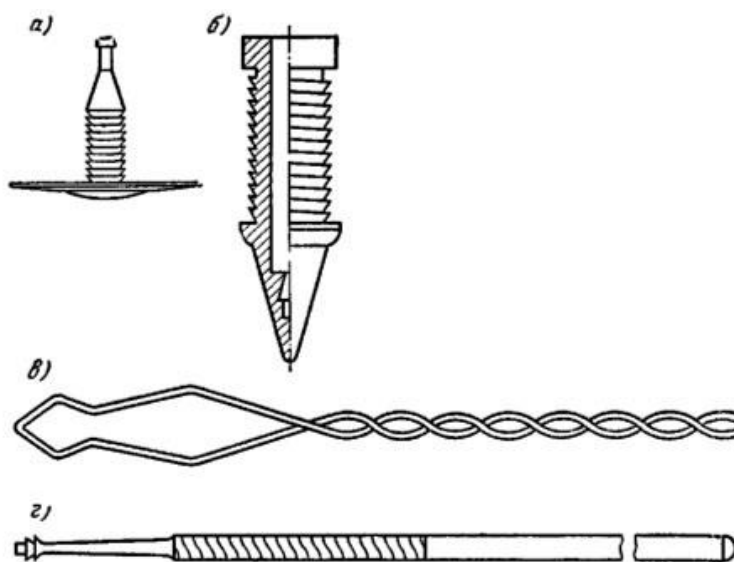


Рис 13.9 Приспособления для устранения проколов шины: а – грибок резиновый; б – полая резиновая пробка; в – петля проволочная; г – стержень для вставки пробки

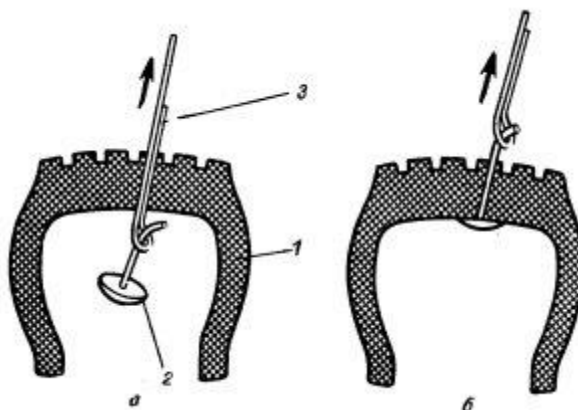


Рис. 13.10 Заделка пробоев в шине постановкой грибка

**Горячая вулканизация** выполняется на вулканизационном аппарате при температуре . Внутренняя оболочка его представляет собой металлическую форму с рельефным рисунком протектора, который отпечатывается на шине.

**При холодном способе** на обработанную поверхность **накладывается готовый протектор**, покрывка закладывается в упругую, обжимающую протектор оболочку и помещается в

специальную камеру, давление и температура в которой не превышает **нормативные эксплуатационные показатели**. Тем самым не нарушаются исходные прочностные свойства шин.

При выходном контроле выполняется статическая балансировка шин нанесением клеевого раствора на наиболее легкую часть внутренней полости покрышки.

**К четвертой группе** относятся шины с большими сквозными повреждениями, расслоениями каркасов. В этих случаях они выбраковываются и утилизируются. Для выявления внутренних дефектов (расслоения в каркасе, между каркасом и протектором) применяются ультразвуковые дефектоскопы.

Наиболее ответственными технологическими операциями являются монтаж и демонтаж. Их неправильное выполнение может привести к разрыву шин под давлением, срывам запорных колец, а также снижению безопасности при работе машин. Демонтаж и монтаж шин производится механизированным способом на специальных стендах.

#### **Монтаж шин**

Монтаж и демонтаж шин рекомендуется выполнять на специальном участке с применением специального оборудования, приспособлений и инструмента.

Для обеспечения полной герметичности контакта **обода с бортами шины необходимо посадочные полки обода тщательно зачищать от ржавчины и окрашивать**. Отсутствие окраски и ржавчина снижают степень герметизации внутренней полости шины, а также затрудняют ее монтаж.

**Обод колеса не должен быть деформирован** или иметь повреждения. Зачастую преждевременное разрушение шины является следствием различных повреждений обода.

**Бескамерные шины требуют осторожного обращения**, так как повреждения герметизирующего слоя в бортовой части снижают герметичность шины. Применение специальных станков обеспечивает сохранность ободьев и шин, ускоряет операции монтажа-демонтажа и облегчает труд.

Применение тяжелых кувалд, нестандартных лопаток и ломиков приводит к появлению на посадочных поверхностях обода вмятин, царапин и заусенцев, а затем к повреждению бортов и уплотняющего слоя шины.

Монтаж и демонтаж шин в пути необходимо выполнять только специальным монтажным инструментом для колес с глубокими ободьями, при этом следует исключить возможность попадания песка и грязи на борта шин и монтажные полки обода.

Нельзя при монтаже или демонтаже ударять молотком по лопатке, заложенной между бортом шины и закраиной обода и, передвигая лопатку ударами молотка, натягивать или снимать борт с обода, так как от этого разрушается уплотняющий бортовой слой шины.

Для облегчения монтажа бескамерных шин и предохранения их от повреждения полки и закраины обода следует **смазывать специальной монтажной пастой или смоченным в воде мылом**.

Во время хранения шины не должны подвергаться воздействиям влаги, света, теплоты, смазочных материалов, топлив, кислот, щелочей, длительному соприкосновению с медными и корродирующими веществами, продолжительной односторонней нагрузке, перегибам, нагромождению друг на друга, соприкосновениям с резко выступающими неровностями.

Покрышки и камеры рекомендуется хранить в сухих затемненных помещениях при температуре **-10...+20 °С** и относительной влажности воздуха **50... 60 %**.

Покрышки хранятся в вертикальном положении и периодически, каждые 3 месяца, поворачиваются. **Не рекомендуется хранить их в штабелях**. Это приводит к потере формы, смятию стенок покрышек и в эксплуатации способствует возникновению трещин и разрывов.

Камеры хранятся в поддутом состоянии в покрышках или на кронштейнах с полукруглой поверхностью. Через каждые 3 мес. во избежание образования складок их рекомендуется переворачивать на кронштейнах. Допускается хранить камеры в упаковке или на поддонах сложенными стопками или свернутыми. В свернутом виде камеры допускается хранить не более 3 мес.

## **Ремонт гидравлических систем**

Основными признаками неисправностей гидросистем при эксплуатации машины являются следующие:

- навешенная машина не поднимается;
- отсутствует автоматический возврат рычагов распределителя из рабочего положения;
- рычаг распределителя не фиксируется в положении "Подъем";
- навешенная машина поднимается и опускается рывками;
- навешенная машина не удерживается в поднятом положении;
- масло и пена выбрасываются через сапун масляного бака;
- подтекание масла:
  - по разъему верхней и нижней крышки с корпусом распределителя;
  - по сферам рычагов распределителя;
  - по штуцерам распределителя и насоса;
  - по стыку корпуса и крышки гидронасоса.

Основными причинами перечисленных неисправностей в работе гидросистемы являются дефекты деталей ее агрегатов:

### **Шестеренные масляные насосы:**

- износ стенок и дна колодцев корпуса;
- торцов шестерен и поверхностей цапф;
- отверстий втулок под цапфу;
- откалывание кромок буртиков крышки насоса под уплотнительный сальник;
- износ плоскости крышки.

### **Распределители:**

- трещины корпуса и крышки;
- износ золотников;
- износ конусной поверхности перепускного клапана, кромок его гнезда;
- зазор между осью и рычагом верхней крышки свыше допустимого;
- износ золотников и отверстий под золотники в корпусе;
- срыв резьбы в отверстиях корпуса.

### **Цилиндры**

- износ стенок гильзы, поверхностей поршней и штоков.
  - износ отверстий передней крышки, соединительных отверстий в крышках и вилках штока.
- ка. - Износ и повреждения уплотнительных резиновых колец, износ или срыв резьбы штока.

### **Запорное устройство и разрывная муфта.**

Нарушение герметичности клапанов

### **Баки и фильтры:**

- трещины сварных соединений и пробоины стенок баков;
- нарушение герметичности;
- износ клапанов;
- повреждения деталей фильтра.

### **Шланги.**

Нарушение герметичности заделки

Необходимость ремонта гидравлических систем определяется при помощи передвижных или стационарных диагностических комплектов КИ-4270, МПР-817Д, КИ-5308, КИ-5180 и др. Для проверки гидросистем используют устройство КИ-5473 ГОСНИТИ и ряд других приспособлений.

*Ремонт агрегатов гидравлических навесных систем.* Проверку технического состояния агрегатов после снятия их с машины, а также после ремонта производят на испытательных стендах КИ-4815, КИ-4896. На стенде КИ-4815 можно испытывать насосы типа НШ, НПА-64, Г-12-2, Л1Ф, распределители типа Р-75, Р-150, распределители и краны - управления комбайнов, силовые цилиндры, гидроувеличители сцепного веса тракторов, а также другие агрегаты гидравлических систем тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.

На стенде **КИ-4812** испытывают и регулируют гидроагрегаты более высокой производительности — до 120 л/мин. Стенды КИ-4200 и КИ-4815 конструктивно подобны и имеют одинаковые габариты. Плита стенда предназначена для крепления различных испытываемых агрегатов. Вал привода испытываемых гидронасосов соединен с валом шкива редуктора, связанного клиноременной передачей с электродвигателем, и вращается с постоянной частотой — 1200 об/мин. На валу редуктора установлен прерыватель, подающий электрические импульсы к счетчику, позволяющему определить число оборотов вала привода. Количество рабочей жидкости, проходящей через испытываемый гидроагрегат, замеряют расходомером, представляющим собой шестеренный гидромотор со счетным механизмом. Рабочее давление масла регулируется дросселем.

Для поддержания заданной температуры во время испытаний внутрь масляного бака вставлены водяной радиатор, соединенный с водопроводной сетью, и терморегулятор.

#### ***Износы и ремонт шестеренных гидронасосов.***

В процессе работы гидронасосов на торцевых поверхностях зубьев шестерен образуется выработка с выпуклостью в средней части, а около цапф — кольцевая канавка. Соответственно изнашиваются торцы втулок или подшипниковых блоков, в результате чего в сопряжениях А происходит утечка масла. Из-за износа увеличивается зазор между цапфами шестерен и отверстиями во втулках или подшипниковом блоке. Поверхности цапф и вершин зубьев шестерен изнашиваются равномерно, отверстия в подшипниковых блоках и втулках становятся овальными, наибольший износ со стороны всасывающей полости. Наибольший износ поверхности колодцев корпуса насоса в сопряжении с вершинами зубьев вращающихся шестерен наблюдается в зоне со стороны всасывания. В результате износов торцов шестерен и втулок уменьшается их суммарная высота, что нарушает уплотнение манжеты. Утечки в насосе ускоряют старение резиновых уплотнений — они теряют упругость.

У насосов НШ-К, НШ-50-2 происходит износ цапф шестерен и полуотверстий в подшипниковом блоке и уплотняющем блоке, износ торцов шестерен и торцов поджимных пластин, износ подшипникового и уплотняющего блоков в зоне вращения шестерен.

Гидронасосы разбирают и ремонтируют, если они после замены уплотнений при испытании на стенде имеют объемный к. п. д. менее 0,65.

*Ремонт корпусов насосов.* Корпуса большинства насосов изготовлены из алюминиевых сплавов АЛ-5 или АЛ-9.

*Наиболее распространены следующие способы их ремонта:*

- обжатие;
- постановка алюминиевых или чугунных гильз;
- расточка под увеличенный ремонтный размер;
- автоматическая аргоно-дуговая наплавка.

В зависимости от конструкций насоса могут быть применены тот или иной из перечисленных способов ремонта.

Подшипниковые блоки насосов НШ-К, НШ-50-2 не восстанавливают.

Восстановление корпусов насосов обжатием проводят в специальном приспособлении. Приспособление состоит из корпуса пресс-формы, блока матриц, пуансона и др. Внутреннее отверстие корпуса пресс-формы имеет конусность 1,5...2°. **Нагретый корпус гидронасоса вместе с матрицей (для насосов НШ-10 матрица состоит из восьми частей) помещают внутрь корпуса приспособления. Обжатие проводят на прессе усилием 1000 кН. Величина деформации корпуса ограничивается специальным пуансоном, устанавливаемым в корпусе и имеющим форму колодцев. Корпус насоса перед обжатием нагревают до температуры 480...500°C и выдерживают в течение 30...60 мин. Температура корпуса в процессе обжатия не должна быть ниже 440°C, иначе резко снижается пластичность сплава. После обжатия корпус вновь нагревают до температуры 525...535°C, выдерживают 15...30 мин и закалывают в воде при температуре 50...75°C. Для упрочнения восстановленного корпуса его подвергают искусственному старению в течение 4 ч при температуре 100...120°C.**

При восстановлении корпусов постановкой гильз используют гильзы из серого чугуна, алюминиевых сплавов АЛ-5, АЛ-9 и др. Гильзы отливают в металлической форме-кокиле, подогретой до 250...300°C.

Отлитые гильзы вставляют в заранее расточенный корпус насоса, смазанный эпоксидным клеем, сушат в термошкафу и затем проводят механическую обработку.

При восстановлении корпусов насосов расточкой на увеличенный размер изготавливают втулки увеличенного диаметра и увеличивают расстояние между осями отверстий под цапфы шестерен так, чтобы вершины зубьев шестерен переместились к стенкам до нужного зазора между ними.

В последнее время осваивают технологию восстановления корпусов насосов типа НШ аргоно-дуговой наплавкой внутренних поверхностей корпуса специальными автоматами, где электрод совершает возвратно-колебательное движение на определенный угол наплавляемой поверхности.

Восстановление бронзовых втулок насоса проводится различными способами. При холодном обжати уменьшаются как внутренний диаметр отверстий втулок под цапфы, так и наружный диаметр втулок, поэтому обжатый, или гильзованный, корпус растачивают также под уменьшенный наружный диаметр втулки.

Восстанавливая втулки осадкой, можно получить уменьшенный внутренний и увеличенный наружный диаметр втулок. Длину втулок восстанавливают за счет «припрессовки» кольца. Торцы втулок после осадки обрабатывают на токарном станке двумя резцами за один проход.

Втулки можно также восстанавливать. Обработка торцов холодной раздачей с последующей накат втулки внутреннего отверстия и торца и заливкой этих поверхностей баббитом. Отверстия под цапфы шестерен у восстанавливаемых втулок растачивают и развертывают.

Восстановление втулок целесообразно также проводить термодиффузионным цинкованием.

*Восстановление шестерен.* Изношенные торцы шестерен шлифуют чашечным кругом Э60СМ2 до выведения следов износа. При износе цапф шестерен более допустимого их шлифуют на уменьшенный ремонтный размер или восстанавливают хромированием или железнением. Радиальное биение шестерен допускается не более 0,03 мм; биение торцов шестерен относительно цапф не более 0,01 мм.

**Комплектовка, сборка, обкатка и испытание насосов.** Шестерни, втулки или подшипниковые блоки сортируют по высоте на размерные группы через 0,005 мм, маркируют и затем комплектуют по этим группам. Манжеты, сальники и другие резиновые уплотнения заменяют новыми.

*Все детали перед сборкой должны быть тщательно промыты*, продукты сжатым воздухом и смазаны дизельным маслом. После промывки не допускается протирка деталей ветошью.

*Втулки и шестерни*, являющиеся сопряженными деталями, подбирают по размерным группам так, чтобы высота каждой пары шестерен с нижними или верхними втулками не отличалась более чем на 0,004 мм.

При сборке насоса правого вращения ведущую шестерню устанавливают в левый колодец, а насоса левого вращения — в правый колодец, при этом отверстие «Вход» должно быть обращено к сборщику.

*Обкатку насосов* проводят на испытательных стендах КИ-4200 или КИ-4815 на дизельном масле Дп-11 при температуре 50±5°C с постепенным увеличением давления до 12 МПа с интервалом в 2 МПа. На каждой ступени давления обкатку ведут в течение 3...4 мин. После обкатки насос испытывают на этих же стендах в соответствии с техническими требованиями.

Испытываемый насос устанавливают на плиту стенда, соединяют с приводным валом и прикрепляют к плите с помощью скобы с прижимным винтом. Входной (всасывающий) канал насоса соединяют с всасывающим маслопроводом, а нагнетательный — с нижним штуцером. Дросселем создают давление 10 МПа, которое контролируют по манометру высокого

давления. Трехходовым краном включают расходомер (счетчик) и одновременно включают секундомер и счетчик импульсов. После того как через счетчик пройдет определенное количество масла, например НШ-10Е — 30 л, НШ-46У — 100 л, НШ-67 — 120 л, выключают счетчик импульсов и отмечают его показания (два импульса соответствуют одному обороту). По объему жидкости и количеству импульсов определяют пригодность насоса, причем чем меньше требуется импульсов для прокачки определенного объема масла, тем выше к. п. д. насоса. После ремонта объемный к. п. д. должен быть не ниже 0,85...0,92 для разных насосов.

Теоретическую производительность насоса определяют по его технической характеристике. Можно определить производительность насоса и за определенное постоянное число импульсов (оборотов) или в единицу времени (л/мин.).

После обкатки подтягивают болты насоса. Ведущая шестерня собранного и обкатанного насоса должна свободно проворачиваться.

Золотники не удерживаются в рабочих положениях из-за износа обоймы фиксатора. В сопряжении золотник — отверстие в корпусе распределителя вследствие износа возрастает утечка масла. В узле управления золотниками изнашиваются отверстие под ось и сферы рычагов, появляются большие утечки масла в месте сопряжения сферического рычага с крышкой. В нижней крышке при увеличении давления на сливе более 1,5 МПа появляются трещины. Это происходит вследствие засорения фильтра и неправильной регулировки его перепускного клапана.

*Клапаны.* Форму фаски перепускного клапана восстанавливают шлифованием на станке ОПР-823 (СШК-3) или обточкой в центрах токарного станка в центрах станка резцом Т15К6. Гнездо клапана исправляют подрезанием торцевой зенковкой или удаляют из корпуса и шлифуют или подрезают торец на станке резцом до образования острой кромки. После ремонта клапан притирают к гнезду.

Узел автоматического возврата и фиксации золотников. Изношенную обойму и шарики фиксатора заменяют.

Изношенное гнездо запорного клапана бустера восстанавливают обработкой конусной, а затем торцевой зенковкой; изношенный шарик бустера заменяют.

*Узел управления золотниками.* Изношенные кольца из полиамидной смолы и резиновые уплотнения заменяют. Часть сопряжений золотник — отверстие корпуса восстанавливают, перекомплектовывая золотники и совместно притирая их в отверстиях корпуса. В остальных случаях восстанавливают правильную геометрическую форму отверстия в корпусе доводкой алмазным хонингованием, а золотники подвергают хромированию, железнению или химическому никелированию с последующим тонким шлифованием. Затем отверстия в корпусе и золотники сортируют на размерные группы через 0,004 мм и комплектуют.

Трещины в нижней крышке заделывают замазкой на основе эпоксидной смолы, прокладывая стеклоткань, либо заваривают газовой сваркой или электродуговой сваркой в среде аргона.

После восстановления все детали промывают и собирают распределитель. Клапаны бустера регулируют в сборе с золотниками на стенде КИ-4815 в специальном приспособлении до сборки распределителя. При этом приспособление с гильзой золотника присоединяют на стенде к штуцеру. Собранный распределитель устанавливают на испытательный стенд и проверяют работу клапанов и бустера, регулируют предохранительный клапан с помощью регулировочного винта, проверяют четкость фиксации и перемещения золотников, герметичность клапанов, корпуса и т. д.

Гидрораспределитель устанавливают на испытательный стенд совместно с гидронасосом и присоединяют к верхнему штуцеру. Рукоятку управления золотником устанавливают в положение «подъем» и удерживают рукой. Повышая дросселем давление в магистрали, проверяют давление срабатывания предохранительного клапана, которое должно быть равно 13...13,5 МПа. Поставив снова рукоятку управления золотником в положение «подъем» и не удерживая ее рукой, плавно повышают давление в магистрали и наблюдают, при каком давлении рукоятка возвратится в нейтральное положение,— это и будет давление срабатывания

автоматов золотника, которое должно быть в пределах 12... 12,5 МПа. В положение «подъем» или «опускание» при давлении 10 МПа через отверстие в крышке для сливного шланга (шланг отсоединен) проверяют утечки масла через предохранительный и перепускной клапаны. У отремонтированных распределителей утечки не должны наблюдаться. При эксплуатации допускаются утечки до 0,5 л/мин. Для проверки герметичности золотниковой пары золотник устанавливают в положение «подъем» или «опускание» и вывертывают из корпуса заглушку отверстия для присоединения шланга. При давлении 10 МПа количество масла, вытекающего из отверстия, не должно быть более 3 см<sup>3</sup>/мин (при эксплуатации допускается до 10... 11 см<sup>3</sup>/мин).

При необходимости регулируют давление срабатывания предохранительного клапана и автоматов возврата золотников изменением силы нажатия их пружин.

*Дефекты и ремонт силовых цилиндров.* У силового цилиндра изнашиваются внутренняя поверхность корпуса цилиндра, наружные поверхности штока и поршня, отверстие под шток в передней крышке, уплотнительные кольца и прокладки. При ремонте силового цилиндра его растачивают на вертикально-расточном станке на увеличенный ремонтный размер и затем хонингуют. Поршень цилиндра восстанавливают железнением либо ставят ремонтный увеличенного размера.

У штока с вилкой или головкой в сборе отверстия в головке свертывают и запрессовывают втулки. Прогиб штока допускается не более 0,15...0,20 мм по всей длине штока. Изношенный шток шлифуют, хромируют и шлифуют под нормальный или увеличенный размер. При восстановлении передней крышки отверстие под шток развертывают под увеличенный размер либо растачивают и запрессовывают втулку. После ремонта цилиндры испытывают на герметичность на стенде КИ-4200.

Для установки силовых цилиндров при испытаниях служит опора. Цилиндр устанавливают на пальце с переходными втулками и опирают на штырь.

На испытательный стенд устанавливают гидронасос и распределитель и соединяют его с цилиндром. Закрепляют шток цилиндра пальцем, создают давление 10 МПа и определяют утечку масла в испытываемом цилиндре. После ремонта утечка не должна быть более 0,5 см<sup>3</sup> за 3 мин. Максимальное давление масла, необходимое для перемещения поршня без нагружения цилиндра, не должно превышать 0,5 МПа. Время выдвижения штока основного цилиндра не более 2,5 с, время возврата в исходное положение до автоматической остановки 1...2,5 с.

Герметичность цилиндра проверяют под давлением масла, равным 13,5 МПа, задерживая рукоятку распределителя в каждом рабочем положении в течение 1 мин. Просачивание масла не допускается.

Штуцер распределителя глушат. Затем отсоединяют шланг передней (штоковой) полости цилиндра от штуцера, свернутого в отверстие распределителя, и опускают конец шланга в посуду для сбора масла. Ставят рукоятку распределителя в положение «подъем», повышают давление в нагнетательной магистрали до 7 МПа. При этом давлении течь масла из противоположной полости цилиндра в течение 3 мин не допускается.

#### **4.5 Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования для животноводства**

Рабочие органы почвообрабатывающих машин в основном подвержены абразивному износу в результате трения контактируемых поверхностей сопрягаемых деталей

В отечественном сельскохозяйственном машиностроении практически все рабочие органы почвообрабатывающих машин изготавливаются из трех основных видов сталей: **65Г, 45, Л53. Износостойкость и прочность этих сталей относительно не высоки.**

На некоторых предприятиях-изготовителях с целью повышения износостойкости применяется наплавка изнашиваемых частей рабочих органов сварочными твердосплавными (**марки Т-590, Т-630**) электродами.

Повысить работоспособность можно применением более износостойких материалов или созданием самозатачивающихся лезвий.

Исследования, проведенные в Национальном институте с.-х. техники (NIAE, Великобритания), показали, что использованием при изготовлении рабочих органов **металло-керамических материалов, состоящих из соединений алюминия, карбидов и нитридов кремния**, можно значительно *повысить износостойкость* с.-х. орудий и значительно *продлить срок их службы*. Так, пружинные зубья культиватора с керамическими наконечниками в зависимости от типа почв ***изнашивались в 4,5...9,0 раз медленнее обычных***. Закрепление керамических наконечников на зубьях культиватора осуществлялось с помощью специальных клеев на основе эпоксидных смол, обеспечивающих высокопрочное соединение керамики и металла.

Благодаря применению керамических материалов на рабочей поверхности **культиватора-плоскореза удалось уменьшить ее износ в 5...8 раз**. Срок службы керамического дрена в крото-дренажной машине увеличивался в среднем **в 7,5 раза**.

Фирма "Смит Индастриес Керамика" практикует **наплавку рабочих органов почвоуглубителя и кротователя защитным составом "Синтокс" (материал из окиси алюминия и керамики)**. Наплавленные "Синтоksom" рабочие кромки почвоуглубителя шириною 25 мм и длиною 1 м, а также уширители кротователя имеют срок службы **в 7 раз больше**, чем стальные детали.

Для увеличения срока службы сошников свеклоуборочных комбайнов предложено использовать при изготовлении рабочей поверхности сошников новый материал - **алюмокерамику**. Твердость керамики превышает твердость абразивных почвенных частиц, что и определяет меньший износ рабочих органов в процессе работы. Керамику можно с достаточно большой эффективностью использовать на рабочей поверхности различных с.-х. машин: культиваторов, глубокорыхлителей, дренов.

В результате нанесения покрытия «намораживанием из расплава» с последующей термической обработкой на поверхности рабочих органов образуется слой повышенной износостойкости, происходит изменение структуры и свойств основного металла. Однако, нанесение покрытия намораживанием ведется из расплава при температуре выше 1000 °С, что приводит к образованию крупнозернистой структуры основного металла, снижению его эксплуатационных свойств. Проведенные сравнительные испытания рыхлительных оборотных лап (сталь 65Г) культиватора КШП-8 подтвердили целесообразность применения после их наплавки намораживанием **заковки и последующего среднего отпуска**. Установлено, что ресурс деталей, упроченных наплавкой намораживанием с последующей термической обработкой, в среднем в 1,4 раза выше ресурса деталей, упроченных наплавкой намораживанием без термической обработки.

**Азотирование** является эффективным средством повышения твердости и износостойкости стальных поверхностей. Однако этот процесс продолжается в течение длительного — **до 60 ч** времени, что ограничивает область его применения.

Разработаны способы ускорения этого процесса применением **плазменного и высокочастотного нагрева деталей в газовой азотосодержащей среде**. При азотировании в аммиаке при температуре менее 600°С атомы азота абсорбируются поверхностью металла и медленно диффундируют на небольшую глубину. **При температуре 600...800°С** процесс протекает ускоренно в течение 1-10 ч и сопровождается фазовыми превращениями железа. **Твердость поверхностного слоя в 2-4 раза превышает твердость цементации**.

### **Способы восстановления рабочих органов**

#### **Лемеха**

Основные дефекты лемехов: износ по ширине до 10 мм, изгиб и коробление поверхности, выкрашивание лезвия на глубину более 10 мм, обломы лезвия, переломы, затупление лезвия, когда его толщина превышает 1 мм.

**Восстанавливают лемеха:**

- оттяжкой в кузнице;
- оттяжкой с последующей наплавкой твердого сплава;
- приваркой нового лезвия или носовой части.

**Восстановление лемеха оттяжкой.** При оттяжке из утолщенной части лемеха (*магазина*) металл после нагрева перемещают к изношенным местам кузнечным способом.

- *Оттяжку начинают при температуре 1200 °С (светло-желтый цвет каления) и заканчивают при 800 °С (вишнево-красный цвет каления).* Оттяжка при меньшей температуре приводит к появлению трещин на лезвии. Лемех следует нагревать минимальное число раз.

- Удары наносить по тыльной стороне лемеха, **начиная с носка и разгоня запас металла по всей длине и ширине.**

- Форму восстановленного лемеха проверяют по шаблону.

- Оттянутый лемех затачивают на обдирочно-шлифовальном или специальном станке в соответствии с техническими условиями. При заточке лемех перемещают относительно шлифовального круга от носка к пятке и обратно.

- После заточки лезвия производят термическую обработку лемеха. Нагревают лемех со стороны лезвия на 1/3 ширины до температуры 780...820 °С и быстро охлаждают в теплой (30...40 °С) подсоленной воде. Лемех опускают в воду спинкой вниз, чем предотвращается возможность появления на лезвии закалочных трещин.

- Затем лемеху проводят отпуск при температуре 350°С (серый цвет побежалости), охлаждая на воздухе. Качество закалки проверяют личным напильником (13...26 насечек/см) и молотком массой 0,5 кг. Напильник должен скользить по лезвию, не оставляя следов а при свободном падении молотка с высоты 0,3...0,4 м лезвие не должно выкрашиваться.

**Восстановление лемеха наплавкой твердого сплава.** Самозатачивание лезвия лемехов достигается при определенном соотношении толщины и износостойкости слоя твердого сплава и основного металла лезвия.

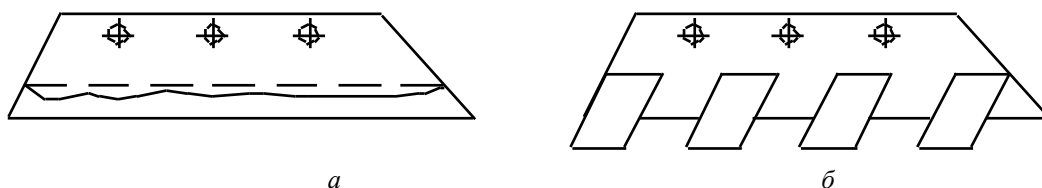


Рис. Восстановление лемеха приваркой лезвия (а) или пластин (б)

Процесс восстановления лемеха наплавкой твердым сплавом:

- оттяжка;
- наплавка сплава;
- выравнивание и заточка.

Лезвие лемеха оттягивают кузнечным способом. Важно при этом получить необходимую толщину и угол наклона лезвия. **При уменьшении толщины лезвия основной металл будет изнашиваться быстрее** наплавленного слоя, в результате чего твердый слой будет обламываться.

*Если толщина лезвия будет больше оптимальной, то во время работы быстрее будет изнашиваться наплавленный слой.* Это приведет к образованию затылочной фаски и затуплению лезвия. Поэтому после оттяжки толщину **профиль лезвия проверяют угловым шаблоном.** Режущая кромка лезвия должна совпадать с нанесенной на шаблоне риской или смещаться не более чем на 3 мм вглубь его.

**Для обработки тяжелых глинистых почв лемеха наплавляют с тыльной стороны, а легких супесчаных – с лицевой стороны.**

**Сормайт №1 (содержание хрома до 30 %)** наплавляют кислородно-ацетиленовым пламенем.

- Наплавку ведут справа налево, начав с носка лемеха (рис а).

- Участок лезвия длиной **80...90 мм** предварительно нагревают до температуры **800...1000 °С** (от вишнево-красного до оранжевого цвета каления) и посыпают прокаленной бурой для снятия окисной пленки (окалина).

- Затем лезвие *нагревают вторично* и в момент «запотевания» металла (расплавления металла только в тонком поверхностном слое) вносят пруток присадочного материала, перемещающая горелку и пруток поперек лезвия навстречу друг другу.

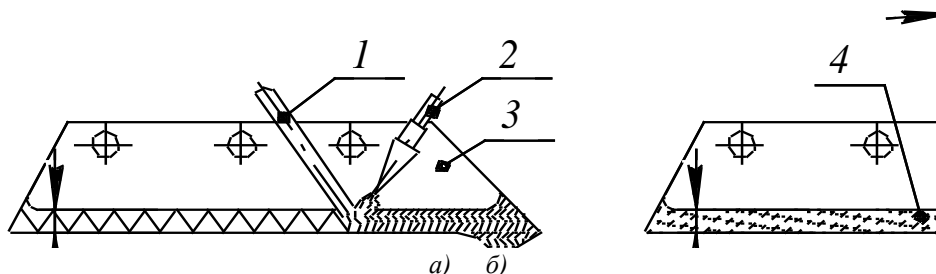


Рис. Схема наплавки лезвия лемеха твердым сплавом с помощью газовой горелки (а) и электродуговой наплавки порошкообразным твердым сплавом (б): 1 – пруток твердого металла; 2 – горелка; 3 – лемех; 4 – шихта; 5 – графитный электрод

Износостойкий слой наплавляют на всю ширину лезвия. При этом горелку необходимо держать под углом около  $60^\circ$  к плоскости лемеха. Во избежание пережога металла пламя горелки нельзя задерживать на режущей кромке. *Толщина наплавленного слоя должна быть 1,5...2 мм, ширина наплавки на прямолинейном участке 25...30 мм, а на носке – 55...65 мм.*

**Наплавку шихтой НП-1, НПП-1**, состоящей из 82...85 % порошковых твердых сплавов и 15...18 % флюсов, производят нижним нагревом лезвия газовым пламенем или электродуговой сваркой графитным не плавящимся электродом. Свободно насыпанный слой шихты должен быть в 3...3,5 раза толще наплавляемого слоя. Лемеха наплавляют с носка: движение электрода должно быть зигзагообразным. После наплавки наплавленный твердый слой уплотняют и выравнивают кузнечным способом.

**Индукционный способ наплавки** более производителен газового и электродугового. Нагрев шихты и лезвия осуществляется **токами высокой частоты 50...100 кГц**. Глубина прогрева достигает 5 мм.

После наплавки поверхность лезвия выравнивают на заточном станке. При этом обнажают наплавленный слой по всей длине лезвия. Благодаря выравниванию ускоряется приработка лезвия. Затем лезвие затачивают в соответствии с техническими условиями.

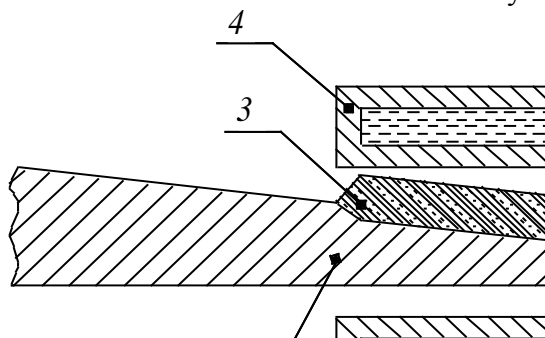


Рис. Схема индукционной наплавки порошкообразным твердым сплавом: 1 – охлаждающая жидкость; 2 – восстанавливаемая деталь; 3 – шихта; 4 – индуктор одновитковый

**Ремонт лемеха приваркой нового лезвия.** Если запас металла магазина лемеха израсходован, его восстанавливают приваркой нового лезвия или носка, которые изготавливают из выбракованных лемехов или рессор (рис.) После приварки лезвие оттягивают, затачивают и подвергают термообработке.

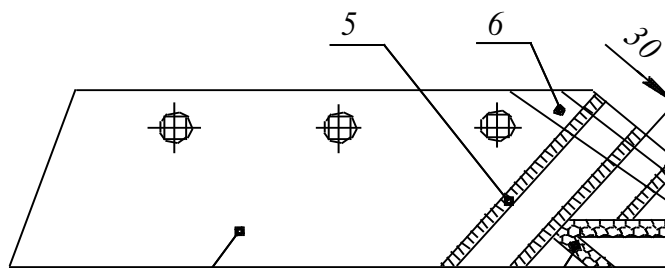


Рис. Восстановление лемеха приваркой носка: 1 – рабочая поверхность лемеха; 2 – приваренный носок лемеха; 3 – полевой обрез; 4 – сварные швы; 5 – армирующие валики; 6 – область лучевидного износа

### Технические требования к восстановленным лемехам:

1. Поверхность лемеха должна быть ровной, без трещин. Допускается коробление спинки лемеха до 2 мм, а лезвия (выпуклость па рабочей поверхности) – до 4 мм.
2. Размеры отремонтированного лемеха должны соответствовать шаблону. Отклонение размеров по ширине – не более 5 мм, по длине – не более 10 мм.
3. Толщина режущей кромки лезвия должна быть не более 1 мм, угол заточки (с рабочей стороны) – 25...35°, ширина фаски на прямолинейном участке – 4...7 мм, на носке – 7...14 мм.
4. Лемеха, восстановленные без наплавки, должны быть термически обработаны (закалка с последующим отпуском). Твердость поверхности лезвия 45...60 HRC. Твердость незакаленной части лемеха не должна превышать 30 HRC.

**Восстановление лап культиваторов** проводят аналогично восстановлению лемехов. Затупившиеся при работе лапы, затачивают на обдирочно-шлифовальном или универсальном заточном станке с лицевой стороны под углом 20...25°. Если износ режущей кромки лапы по ширине не превышает 10 мм, ее оттягивают кузнечным способом так же, как и лемех. После заточки производят закалку в масляной ванне (*нагрев до 900 °С*) и *отпуск при температуре 400 °С*.

Для повышения долговечности лезвие лапы после оттяжки кузнечным способом **наплавляют твердым сплавом**. Толщина наплавленного слоя на прямолинейном участке – 0,3...0,5 мм, ширина – 15 мм (рис.).

Лапы культиваторов наплавляют **сормайтом № 1(ЦС-1)**, используя газовое пламя, или электродами Т-590, Т-630.

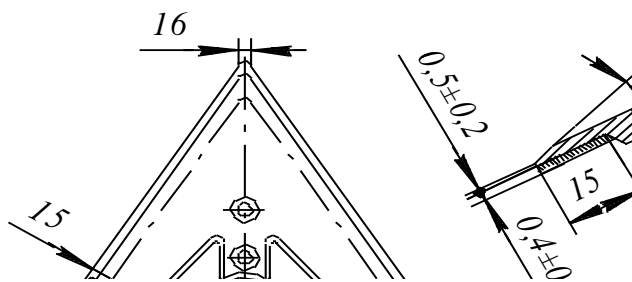


Рис. 6 Восстановление лапы культиватора наплавкой



Рис. Наплавленные лапы культиваторов

При неровной наплавке нужно выровнять слой гладилкой кузнечным способом. Выравнивание производят при температуре 1200...900 °С (от светло-желтого до светло-красного цвета каления). Профиль лапы проверяют по шаблону. После выравнивания производят заточку лап с лицевой стороны.

### Восстановление рабочих органов наплавкой «намораживанием» из расплава

Восстановление «намораживанием из расплава» применяется при восстановлении рабочих органов почвообрабатывающих и землеройных машин (плужных лемехов, стрелчатых лап, ножей бульдозеров и грейдеров, зубьев ковшей).

**Сущность нанесения:** заключается в кристаллизации сплава на более холодной очищенной от оксидной пленки поверхности детали, погруженной в расплав материала. В качестве материала расплава используют: *Сормайт, смеси КБХ на основе хрома (4,0...6,0 % углерода, 0,7...0,9 % бора, 0,4...1,4 % кремния), псевдосплава ПС-14-60 – материала на основе железа, полученного спеканием (4,0...5,7 % углерода, 35,7 % хрома, 0,7 % марганца, 0,7...1,8 % никеля, 0,52...1,13 % меди и 0,1...0,32 % бора).*

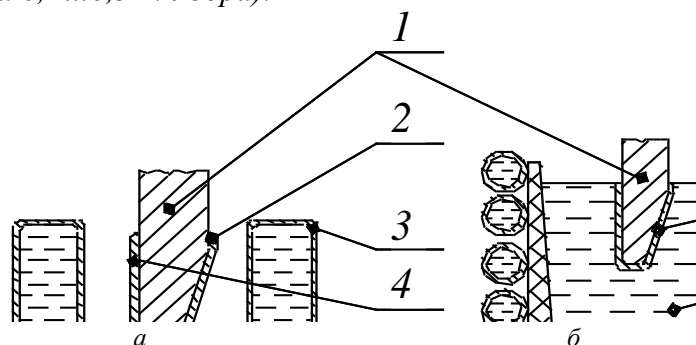


Рис. 8. Нанесение износостойкого слоя намораживанием из расплава: *а* – устройство активации; *б* – устройство для нанесения покрытия; 1 – восстанавливаемая деталь; 2 – флюс; 3 – индуктор; 4 – теплоизолирующий материал; 5 – покрытие; 6 – расплав; 7 – тигель; 8 – индуктор.

### Основные операции наплавки «намораживанием»:

- подготовка расплава и восстанавливаемой поверхности;
- погружение заготовки в расплав;
- выдержка;- извлечение из расплава и охлаждение.

Расплав нагревают в тигеле 7 с помощью индуктора 8 высокочастотной установки до температуры, превосходящей на 30...50 °С температуру его плавления. Выгоранию легирующих элементов препятствует слой расплавленного флюса АН-348А на поверхности расплава.

Поверхности заготовки, не подлежащие восстановлению и соприкасающиеся с расплавом, защищают тонким слоем меловой обмазки.

На восстанавливаемые поверхности последовательно наносят слои водного раствора жидкого стекла и порошкообразного флюса 2, включающего 40 % (по массе) буры и 60 % борного ангидрида. Заготовку с нанесенным слоем флюса помещают в высокочастотный индуктор 3 для снятия оксидной пленки (активации). Активация длится в течение 10...12 с при температуре 850...900 °С. При этом флюс плавится, очищает поверхность от оксидов и защищает ее от последующего окисления.

Горячую заготовку погружают на 0,8...1,2 с в расплав. За это время на относительно холодной поверхности заготовки образуются кристаллы расплава, которые, затвердевая, образуют покрытие толщиной 2,5...3,0 мм. Затем деталь охлаждают на воздухе.

На качество и толщину нанесенного металла **влияют температура детали и расплава, продолжительность погружения. Износостойкость** наплавленных «намораживанием» деталей в **1,8...3,5 раза выше, чем новых изделий.** По производительности способ конкурирует со всеми видами наплавки.

Наличие в наплавочных материалах хрома и углерода способствует образованию карбидов хрома, микротвердость которых в 1,3...1,5 раза выше микротвердости кварца.

## 5 ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

### 5.1 Основы организации ремонтно-обслуживающего предприятия

Основной задачей функционирования ремонтного хозяйства предприятия является обеспечение его бесперебойной работы.

**В состав службы ремонтного предприятия входят:**

- Отдел главного механика (ОГМ)
- Инструментальный участок.
- Транспортный участок.
- Лаборатории.
- Склады.

Организует работы отдел главного механика (ОГМ). В него входят:

- ремонтно-механический участок (РМУ), выполняющий ремонт технологического оборудования;

- ремонтно-строительный участок (РСУ), выполняющий ремонт зданий, сооружений, производственных, складских и служебных помещений;

- электроремонтный участок (ЭРУ), подчиненный главному механику (до суммарной мощности 1000 кВт) или главному энергетiku – более 1000 кВт.

Характерными работами для ремонтного хозяйства предприятия являются:

- паспортизация и аттестация оборудования;

- планирование и выполнение работ по поверке, техническому обслуживанию и ремонту оборудования;

- модернизация оборудования;

--ремонт и поддержания состояния зданий, сооружений, энергообеспечения

**Инструментальный участок:** изготавливает, ремонтирует и затачивает инструмент.

**Если рем. предприятие крупное,** то вводят ЦИС – центральный инструментальный склад и ИРК – инструментально-раздаточную кладовую.

Для предупреждения нерациональных потерь в производстве и сокращения затрат на ремонт **используется система планово-предупредительного ремонта (ППР).**

Системой ППР называется совокупность работ по техническому уходу и ремонту, **проводимых по заранее составленному плану** в целях обеспечения наиболее эффективной их эксплуатации.

В ее основе заложены работы **по техническому обслуживанию оборудования и выполнению плановых ремонтов — мелких (текущих), средних и капитальных.**

**Техническое обслуживание** включает работы по осмотру оборудования, проверке на точность, промывке, смазке и т.д. Эти виды работ выполняются по заранее составленному графику и носят периодический характер с **четко выраженной повторяемостью.**

**Текущий (малый) ремонт** осуществляется в процессе эксплуатации оборудования путем замены отдельных деталей, частей с последующей проверкой на точность, центровкой и т.п.

**Средний ремонт** носит более расширенный и углубленный характер, поскольку связан с заменой основных деталей, узлов, трущихся поверхностей.

**Капитальный ремонт** представляет собой самый трудоемкий, длительный и дорогостоящий процесс, связанный с полной заменой основных деталей, узлов.

**Капитальный ремонт,** как правило, **сопровождается снятием оборудования с фундамента, с последующей сборкой и испытанием.**

Система ППР имеет профилактическую сущность. Однако в практике эксплуатации оборудования возникают аварийные ситуации, связанные с отказами, неполадками. Затраты, связанные с устранением последствий аварий, относятся **к внеплановым расходам** и сказываются негативно на результативности работы предприятия.

Система ППР строится на использовании следующих нормативов:

- ремонтные циклы и их структура;
- длительность межремонтных периодов и периодичность технического обслуживания;
- категории сложности ремонта;
- нормативы трудоемкости;
- нормы запаса деталей и оборотных сборочных единиц.

Качество ремонта определяется техническими условиями. Любое отклонение – **брак**.

Брак подразделяется:

- окончательный;
- исправимый;
- условный.

#### **Задачи технического контроля:**

- контроль за поступающими зап. частями, материалами, агрегатами;
- контроль за состоянием технологического оборудования, приспособлений, инструмента;
- контроль за выполнением технологических процессов ремонта;
- выявление и предупреждение брака, выяснение причин, разработка мероприятий.

## **5.2 Основы расчета ремонтно-обслуживающей базы**

*Планирование капитального ремонта.*

Количество капитальных ремонтов машин  $N_{к.р}$  рассчитывают по формулам:

$$\text{для тракторов} \quad N_{к.р} = n_m k_{о.т} \gamma k_{з.т}; \quad (1)$$

$$\text{для автомобилей} \quad N_{к.р} = \frac{n_m k_{о.а}}{k_1 k_2 k_3}; \quad (2)$$

$$\text{для комбайнов} \quad N_{к.р} = n_m k_{о.к} k_{з.к}, \quad (3)$$

где  $n_m$  – количество машин данной марки;

$k_{о.т}$ ,  $k_{о.а}$  и  $k_{о.к}$  – коэффициенты охвата капитальным ремонтом соответственно тракторов, автомобилей и комбайнов;

$\gamma$  – поправочный коэффициент, учитывающий средний возраст машин в парке (в курсовой работе принимают  $\gamma=1$ );

$k_{з.т}$  и  $k_{з.к}$  – зональные поправочные коэффициенты (для тракторов  $k_{з.т}=1,25$ , для комбайнов зерноуборочных –  $k_{з.к}=0,88$ , для остальных – 1,20);

$k_1$  – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации автомобиля (3-я категория дорожных условий – дороги со щебеночным гравийным покрытием,  $k_1=1,0$ );

$k_2$  – коэффициент, зависящий от модификации подвижного состава и организации его работы (для базового автомобиля  $k_2=1,0$ ; для автомобиля с одним прицепом  $k_2=0,9$ ; для автомобиля-самосвала  $k_2=0,85$ );

$k_3$  – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия (для условий Республики Беларусь  $k_3=1,0$ ).

Значения коэффициентов охвата ремонтом для тракторов и автомобилей принимают из табл. 2.1, для комбайнов  $k_{о.к}=0,15$ .

**Таблица Примерные значения коэффициентов охвата ремонтом тракторов и автомобилей**

Марка машины	Значение коэффициента	Марка машины	Значение коэффициента
К-701	0,10	КамАЗ-55102 (самосвал)	0,10
Беларус-3022	0,14	ЗИЛ-ММЗ-4506 (самосвал)	0,13
Беларус-2522	0,14	ГАЗ-53Б (самосвал)	0,14
Беларус-1523	0,08	ГАЗ-53А (бортовой)	0,13
Беларус-1221	0,06	ЗИЛ-130 (бортовой)	0,11
Беларус-800/820	0,04	УАЗ-451ДМ (бортовой)	0,13
МТЗ-80/82	0,04	ГАЗ-САЗ-3507 (-3502) (самосвал)	0,14
ЮМЗ-6	0,03	ГАЗ-52-04 (бортовой)	0,14

Капитальный ремонт сельскохозяйственных машин системой ТО и ремонта машин не предусмотрен.

Если результаты расчетов количества ТО и ремонтов получаются нецелыми числами, то тогда их следует округлить до целых, используя следующее правило: если значения при целых числах после запятой меньше 0,85, то округляют в меньшую сторону, если больше 0,85 – в большую. Так, например если результаты расчетов равны  $N=0,81$ ;  $N=2,83$ ;  $N=1,56$ , то после округления получим  $N=0$ ;  $N=2$ ;  $N=1$ . А если  $N=0,87$ ;  $N=2,91$ ;  $N=1,95$ , то после округления получим  $N=1$ ;  $N=3$ ;  $N=2$ .

*Примеры расчета.* Для четырех тракторов Беларус-3022 количество капитальных ремонтов  $N_{к.р} = n_m k_{о.т} \gamma k_{з.т} = 4 \times 0,14 \times 1 \times 1,25 = 0,7$ . Округляем до целого  $N_{к.р.} = 0$ .

Для четырех автомобилей КамАЗ-55102 количество капитальных ремонтов  $N_{к.р} = \frac{n_m k_{о.а}}{k_1 k_2 k_3} = \frac{4 \times 0,1}{1 \times 0,85 \times 1} = 0,47$ . Округляем до целого числа  $N_{к.р.} = 0$ .

Для трех комбайнов количество капитальных ремонтов  $N_{к.р} = n_m k_{о.к} k_{з.к} = 3 \times 0,15 \times 0,88 = 0,396$ . Округляем до целого числа  $N_{к.р.} = 0$ .

*Планирование текущего ремонта.* Текущий ремонт тракторов состоит из непланового (заявочного), связанного с устранением отказов и проведением предупредительных работ, и планового ремонта. Количество плановых текущих ремонтов определяют по маркам машин

$$N_{т.р} = \frac{n_m W_{г.с}}{W_{т.р}} - N_{к.р}, \quad (2.4)$$

где  $W_{г.с}$  – средняя планируемая годовая наработка на один трактор данной марки;

$W_{т.р}$  – периодичность проведения планового текущего ремонта (для всех тракторов принята 1700...2100 моточасов).

При расчете количества текущих ремонтов и номерных ТО следует в формулы подставлять расчетные значения (неокругленные)  $N_{к.р}$ ,  $N_{т.р}$ ,  $N_{ТО-3}$ ,  $N_{ТО-2}$ .

Текущий ремонт подвижного состава автомобильного транспорта не регламентируется определенным пробегом, а выполняется по потребности после появления неисправностей, устранение которых проводят одновременно с выполнением технического обслуживания.

Текущий ремонт комбайнов состоит из непланового (устранение отказов в процессе использования) и планового по результатам диагностирования после окончания сезона уборки. Следовательно, все комбайны ежегодно после окончания сезона уборки должны проходить текущий ремонт, за исключением комбайнов, для которых в годовом плане предусмотрен капитальный ремонт. Количество плановых текущих ремонтов комбайнов  $N_{т.к}$  будет равно

$$N_{т.к} = n_{м.к} - N_{к.р}, \quad (2.5)$$

где  $n_{м.к}$  – число комбайнов данной марки;

$N_{к.р}$  – количество капитальных ремонтов этих комбайнов.

Текущий ремонт сельскохозяйственных машин и прицепов состоит из устранения отказов при их использовании (неплановой ремонт) и планового ремонта, который проводят один раз в год.

*Примеры расчета.* Для четырех тракторов Беларус-3022 и планируемой годовой загрузке

$N_{т.р} = \frac{n_m W_{г.с}}{W_{т.р}} - N_{к.р} = \frac{4 \times 1100}{2000} - 0,7 = 1,5$ .  
1100 моточасов получим После округления  $N_{т.р.} = 1$ .

Для трех комбайнов количество текущих ремонтов  $N_{т.к} = n_{м.к} - N_{к.р} = 3 - 0,396 = 2,604$ . Округляем до целого числа  $N_{т.к} = 2$ .

Для четырех плугов ПЛН-3-35 количество текущих ремонтов  $N_{т.с-х} = 4$ .

*Планирование технического обслуживания.* При составлении годового плана ремонтно-обслуживающих работ определяют количество технических обслуживаний каждого вида по маркам машин. Количество технических обслуживаний тракторов определяют по формулам

$$N_{\text{ТО-3}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-3}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}}) ; \quad (2.6)$$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-2}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}} + N_{\text{ТО-3}}) ; \quad (2.7)$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{\text{ТО-2}}) , \quad (2.8)$$

где  $N_{\text{ТО-3}}$ ,  $N_{\text{ТО-2}}$  и  $N_{\text{ТО-1}}$  – соответственно количество плановых технических обслуживаний тракторов ТО-3, ТО-2 и ТО-1;

$W_{\text{ТО-3}}$ ,  $W_{\text{ТО-2}}$  и  $W_{\text{ТО-1}}$  – периодичность проведения технического обслуживания тракторов ТО-3, ТО-2 и ТО-1, моточасов.

Периодичность проведения ТО-3, ТО-2 и ТО-1 тракторов принята соответственно 1000, 500 и 125 моточасов.

Количество сезонных технических обслуживаний (ТО-С) тракторов принимают равным удвоенному числу машин.

Количество ТО автомобилей будет равно:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.а}}}{W_{\text{ТО-2}} k_1 k_3} - N_{\text{к.р}} ; \quad (2.9)$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.а}}}{W_{\text{ТО-1}} k_1 k_3} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{ТО-2}}) , \quad (2.10)$$

где  $W_{\text{г.а}}$  – среднегодовой пробег автомобиля данной марки, тыс. км;

$W_{\text{ТО-2}}$ ,  $W_{\text{ТО-1}}$  – периодичность ТО автомобиля, тыс. км.

Периодичность проведения ТО автомобилей для 3-ей категории дорожных условий эксплуатации принимают: ТО-1 – легковые автомобили – 3,0 тыс. км; грузовые – 2,8 тыс. км; ТО-2 – легковые – 12,2 тыс. км; грузовые – 10,0 тыс. км.

Сезонное обслуживание каждого автомобиля проводят два раза в год при переводе на летнюю и зимнюю эксплуатацию.

Количество технических обслуживаний комбайнов определяют по формулам

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.к}}}{W_{\text{ТО-2}}} ; \quad (2.11)$$

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.к}}}{W_{\text{ТО-1}}} - N_{\text{ТО-2}} , \quad (2.12)$$

где  $W_{\text{г.к}}$  – средняя годовая наработка на комбайн данной марки, моточасов;

$W_{\text{ТО-2}}$ ,  $W_{\text{ТО-1}}$  – периодичность проведения ТО, моточасов.

Периодичность проведения ТО-1 и ТО-2 комбайнов и сложных самоходных и несамоходных машин принимают соответственно 60 и 240 моточасов.

*Примеры расчета.* Для четырех тракторов Беларус-3022 и планируемой годовой загрузке 1100 моточасов получим:

$$N_{\text{ТО-3}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-3}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}}) = \frac{4 \times 1100}{1000} - (0,7 + 1,5) = 2,2.$$

После округления  $N_{\text{ТО-3}} = 2$ .

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-2}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}} + N_{\text{ТО-3}}) = \frac{4 \times 1100}{500} - (0,7 + 1,5 + 2,2) = 4,4.$$

После округления  $N_{\text{ТО-2}} = 4$ .

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.с}}}{W_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{т.р}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{\text{ТО-2}}) = \frac{4 \times 1100}{125} - (0,7 + 1,5 + 2,2 + 4,4) = 26,4.$$

После округления  $N_{\text{ТО-1}} = 26$ .

Для четырех автомобилей КамАЗ-55102 и планируемом годовом пробеге 35 тыс. км получим:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_{\text{м}} W_{\text{г.а}}}{W_{\text{ТО-2}} k_1 k_3} - N_{\text{к.р}} = \frac{4 \times 35}{10 \times 1 \times 1} - 0,47 = 13,53.$$

Округляем до целого числа  $N_{\text{ТО-2}}=13$ .

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_m W_{\text{г.а}}}{W_{\text{ТО-2}} k_1 k_3} - (N_{\text{к.р}} + N_{\text{ТО-2}}) = \frac{4 \times 35}{2,8 \times 1 \times 1} - (0,47 + 13,53) = 36.$$

При определении количества технических обслуживания для комбайнов необходимо годовую наработку  $W_{\text{г.к}}$  перевести в моточасы. Для этого необходимо значение  $W_{\text{г.к}}$ , заданное в гектарах, разделить на коэффициент 2,10 (столбец 2 табл.2.2 для комбайна Дон-1500) или умножить на 0,48 (столбец 3 табл. 2.2 для комбайна Дон-1500). Тогда для трех комбайнов и средней годовой наработке на комбайн 150 га получим:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{n_m W_{\text{г.к}}}{W_{\text{ТО-2}}} = \frac{3 \times 150 \times 0,48}{240} = 0,9.$$

Округляем до целого числа  $N_{\text{ТО-2}}=1$ .

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{n_m W_{\text{г.к}}}{W_{\text{ТО-1}}} - N_{\text{ТО-2}} = \frac{3 \times 150 \times 0,48}{60} - 0,9 = 2,7.$$

Округляем до целого числа  $N_{\text{ТО-1}}=2$ .

Затраты труда на капитальный ремонт машин в курсовом проекте не рассчитывают, так как этот вид ремонта выполняется на специализированных ремонтных предприятиях.

*Трудоемкость текущего ремонта.* Годовую трудоемкость планового и непланового текущего ремонта машин определяют по формулам:

$$\text{для тракторов} - T_{\text{г.т}_i} = n_{m_i} W_{\text{г.с}} t_{\text{уд.т}_i}; \quad (2.13)$$

$$\text{для автомобилей} - T_{\text{г.а}_i} = n_{a_i} W_{\text{г.а}} t_{\text{уд.а}_i}; \quad (2.14)$$

$$\text{комбайнов} - T_{\text{г.к}_i} = n_{m_i} T_{\text{ТР}_i}; \quad (2.15)$$

$$\text{сельхозмашин} - T_{\text{г.с-х}_i} = n_{m_i} T_{\text{с-х}_i}, \quad (2.17)$$

где  $n_{m_i}$  – количество машин  $i$ -той марки (по заданию);

$W_{\text{г.с}}$ ,  $W_{\text{г.а}}$  – соответственно планируемая годовая загрузка трактора, моточасов или годовой пробег автомобиля, тыс. км (по заданию);

$t_{\text{уд.т}_i}$  – удельная нормативная трудоемкость текущего ремонта тракторов  $i$ -той марки, чел.-ч на 1000 моточасов (приложение 1);

$t_{\text{уд.а}_i}$  – удельная трудоемкость текущего ремонта автомобилей  $i$ -той марки, чел.-ч на 1000 км (приложение 2);

$T_{\text{ТР}_i}$ ,  $T_{\text{с-х}_i}$  – соответственно годовая трудоемкость текущего ремонта комбайна и сельскохозяйственной машины  $i$ -той марки, чел.-ч (приложения 3 и 4).

Расчет трудоемкости текущего ремонта приводят в пояснительной записке.

*Примеры расчета.* Для четырех тракторов Беларус-3022 с годовой загрузкой 1100 моточасов получим:

$$T_{\text{г.т}_i} = n_{m_i} W_{\text{г.с}} t_{\text{уд.т}_i} = 4 \times 1100 \times 250,0 / 1000 = 1100 \text{ чел.-ч.}$$

Для четырех автомобилей КамАЗ-55102 и планируемом годовом пробеге 35 тыс. км получим:

$$T_{\text{г.а}_i} = n_{a_i} W_{\text{г.а}} t_{\text{уд.а}_i} = 4 \times 35 \times 10,5 = 1470 \text{ чел.-ч.}$$

Для трех комбайнов и средней годовой наработке на комбайн 150 га получим:

$$T_{\text{г.к}_i} = n_{m_i} T_{\text{ТР}_i} = 3 \times 230 = 690 \text{ чел.-ч.}$$

Для четырех плугов ПЛН-3-35 получим:

$$T_{\text{г.к}_i} = n_{m_i} T_{\text{с-х}_i} = 4 \times 14,0 = 56 \text{ чел.-ч.}$$

*Трудоемкость технического обслуживания.* Годовую трудоемкость технического обслуживания машин рассчитывают по формулам:

трудоемкость ТО-3, ТО-2, ТО-1 и ТО-С тракторов

$$T_{\text{г.ТО}_i} = N_{\text{ТО}_i} H_{\text{ТО}_i}; \quad (2.18)$$

трудоемкость ТО-2, ТО-1 и ТО-С автомобилей

$$T_{г.ТО.i} = N_{ТО.j} H_{ТО.aj}; \quad (2.19)$$

трудоемкость ТО-2, ТО-1 и ТО-С комбайнов

$$T_{г.ТО.i} = N_{ТО.j} H_{ТО.kj}; \quad (2.20)$$

трудоемкость ТО сельскохозяйственных машин

$$T_{г.ТО.i} = n_m H_{ТО.с-xj}, \quad (2.21)$$

где  $N_{ТО.j}$  – количество ТО  $j$ -го вида трактора, автомобиля или комбайна  $i$ -той марки;

$H_{ТО.tj}$  – норматив трудоемкости ТО  $j$ -го вида трактора  $i$ -той марки, чел.-ч (приложение 1);

$H_{ТО.aj}$  – норматив трудоемкости ТО  $j$ -го вида автомобиля  $i$ -той марки, чел.-ч (приложение 2);

$H_{ТО.kj}$  – трудоемкость ТО  $j$ -го вида комбайна  $i$ -той марки, чел.-ч (приложение 3);

$H_{ТО.с-xj}$  – норматив трудоемкости для  $i$ -й марки сельхозмашины, чел.-ч (приложение 4).

Расчеты трудоемкостей ТО по тракторам, автомобилям, комбайнам и сельхозмашинам приводят в пояснительной записке. Для сельскохозяйственных машин ТО проводят только при хранении, трудоемкость которых приведена в приложении 4. Количество ТО при хранении сельскохозяйственных машин, а также для комбайнов, принимают равным количеству машин по заданию.

*Примеры расчета.*

*Для тракторов.* Ранее было определено, что для четырех тракторов Беларус-3022  $N_{ТО-1}=26$ ;  $N_{ТО-2}=4$ ;  $N_{ТО-3}=2$ ;  $N_{ТО-С}=8$ . Нормативы трудоемкости технических обслуживаний выписываем из приложения 1:  $H_{ТО-1}=3,1$  чел.-ч;  $H_{ТО-2}=8,05$  чел.-ч;  $H_{ТО-3}=20,1$  чел.-ч;  $H_{ТО-С}=4,0$  чел.-ч. Тогда трудоемкость номерных и сезонных ТО для четырех тракторов Беларус-3022 будет равна  $T_{ТО-1}=26 \times 3,1=80,6$  чел.-ч;  $T_{ТО-2}=4 \times 8,05=32,2$  чел.-ч;  $T_{ТО-3}=2 \times 20,1=40,2$  чел.-ч;  $T_{ТО-С}=8 \times 4,0=32,0$  чел.-ч. Общая трудоемкость ТО для четырех тракторов Беларус-3022 будет равна  $T_{ТО}=T_{ТО-1}+T_{ТО-2}+T_{ТО-3}+T_{ТО-С}=80,6+32,2+40,2+32,0=185,0$  чел.-ч.

*Для автомобилей.* Ранее было определено, что для четырех автомобилей КамАЗ-55102  $N_{ТО-1}=36$ ;  $N_{ТО-2}=13$ ;  $N_{ТО-С}=8$ . Нормативы трудоемкости технических обслуживаний выписываем из приложения 2:  $H_{ТО-1}=4,4$  чел.-ч;  $H_{ТО-2}=18,9$  чел.-ч;  $H_{ТО-С}=3,8$  чел.-ч. Тогда трудоемкость номерных и сезонных ТО для трактора Беларус-3022 будет равна  $T_{ТО-1}=36 \times 4,4=158,4$  чел.-ч;  $T_{ТО-2}=13 \times 18,9=245,7$  чел.-ч;  $T_{ТО-С}=8 \times 3,8=30,4$  чел.-ч. Общая трудоемкость ТО для четырех автомобилей КамАЗ-55102 будет равна  $T_{ТО}=T_{ТО-1}+T_{ТО-2}+T_{ТО-С}=158,4+245,7+30,4=434,5$  чел.-ч.

*Для комбайнов.* Ранее было определено, что для трех комбайнов  $N_{ТО-1}=2$ ;  $N_{ТО-2}=1$ ;  $N_{ТО-С}=3$ . Нормативы трудоемкости технических обслуживаний выписываем из приложения 3:  $H_{ТО-1}=3,4$  чел.-ч;  $H_{ТО-2}=6,9$  чел.-ч;  $H_{ТО-С}=40$  чел.-ч. Тогда трудоемкость номерных и сезонных ТО для трех комбайнов будет равна  $T_{ТО-1}=2 \times 3,4=6,8$  чел.-ч;  $T_{ТО-2}=1 \times 6,9=6,9$  чел.-ч;  $T_{ТО-С}=3 \times 40=120$  чел.-ч. Общая трудоемкость ТО для трех комбайнов будет равна  $T_{ТО}=T_{ТО-1}+T_{ТО-2}+T_{ТО-С}=6,8+6,9+120=133,7$  чел.-ч.

*Для сельхозмашин.* Для четырех плугов ПЛН-3-35 общая трудоемкость ТО будет равна трудоемкости ТО при хранении сельхозмашин  $T_{ТО-С}=4 \times 3,2=12,8$  чел.-ч.

Годовой план ремонтно-обслуживающих работ составляют после определения потребности парка машин в ремонте и ТО в натуральном выражении.

Сложность и трудоемкость технического обслуживания и ремонта машин, используемых в сельскохозяйственном производстве, зависит от их конструктивных особенностей. Устранение несложных отказов машин не требует специальных приборов и оборудования, поэтому может проводиться в полевых условиях. Для технического диагностирования, проведения периодических ТО и ремонта требуются рабочие соответствующей квалификации и специальные средства технического оснащения. Часть этих работ может выполняться в ЦРМ хозяйства. ТО сложных машин, некоторые работы по текущему ремонту и капитальный ремонт сборочных единиц требуют более высокой специализации и концентрации.

На практике при организации ТО и ремонта машин кооперирование мастерских хозяйств с районными предприятиями технического сервиса и специализированными предприятиями

могут осуществляться по многим направлениям. Формы производственных взаимосвязей в значительной мере зависят от состояния РОБ хозяйства, состава МТП, квалификации рабочих-ремонтников, расстояния до районной базы и ее специализации, что влияет на распределение работ между предприятиями.

*Комбайны* зерноуборочные и специальные ремонтируют текущим ремонтом с использованием капитально отремонтированных агрегатов на специализированных предприятиях. При небольшом расстоянии транспортирования в ряде случаев плановый текущий ремонт целесообразно полностью выполнять на предприятиях районного уровня. Распределение работ с учетом изложенной организации ремонта будет следующим: для зерноуборочных комбайнов в мастерских хозяйств будет выполняться 40 %, а в мастерских района – 60 %; для специальных комбайнов 70 % ремонтных работ производят в мастерских хозяйств, а 30 % – в мастерских района.

*Автомобили.* В настоящее время широко развита сеть станций технического обслуживания автомобилей. На станциях выполняют главным образом текущие ремонты и 2-е техническое обслуживание. Рекомендуются следующие распределения работ: текущий ремонт – централизованно – 35...40%, в мастерских хозяйств – 60...65% ТО-1 и около 10 % ТО-2.

После расчета всех значений табл. 3.1 определяют общий объем ремонтно-обслуживающих работ выполняемых на объектах РОБ хозяйства по формуле

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{ТР}} + T_{\text{ТО-1}} + T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-3}} + T_{\text{ТО-С}}, \quad (3.1)$$

где  $T_{\text{ТР}}$ ,  $T_{\text{ТО-1}}$ ,  $T_{\text{ТО-2}}$ ,  $T_{\text{ТО-3}}$  и  $T_{\text{ТО-С}}$  – годовые трудоемкости для РОБ хозяйства соответственно текущего ремонта и номерных и сезонного ТО всех машин (итоги столбцов 2, 4, 6, 8, 10 табл. 3.1), чел.-ч.

Кроме основных ремонтно-обслуживающих работ в хозяйстве выполняют дополнительные работы, объем которых устанавливают в процентах от трудоемкости основных работ:

- 1) ремонт, монтаж и ТО оборудования ферм и комплексов – 8% от  $T_{\text{общ}}$ ;
- 2) ремонт технологического оборудования мастерской, автогаража и машинного двора – 5% от  $T_{\text{общ}}$ ;
- 3) трудоемкость восстановления деталей и изготовления новых запасных частей принимают 5% от  $T_{\text{ТР}}$ ;
- 4) трудоемкость изготовления технологической оснастки и специального инструмента принимают 4% от  $T_{\text{ТР}}$ ;
- 5) Оказание услуг фермерам и прочие работы – 12% от  $T_{\text{общ}}$ .

Выше определенные трудоемкости дополнительных работ заносят в табл. 3.3 (столбец 2).

Следующий этап расчетов заключается в распределении ремонтно-обслуживающих работ по объектам РОБ хозяйства.

В центральной ремонтной мастерской предусматривают проведение текущего ремонта тракторов, комбайнов, сложных сельскохозяйственных машин, ТО тракторов, восстановление и изготовление деталей и др.

Техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава автомобильного транспорта проводят в профилактории автогаража. При текущем ремонте автомобилей некоторые работы выполняют в ЦМР хозяйства. Поэтому при распределении работ на мастерскую планируют до 20% текущего ремонта.

На машинном дворе целесообразно предусматривать ремонт плугов, катков, борон и других машин и орудий несложной конструкции.

### 5.3 Технологический расчет ремонтного предприятия

Ремонтная мастерская хозяйства работает по прерывной рабочей неделе в одну смену с одним выходным днем. Загрузка мастерской в течение года неравномерная. Учитывая, что в напряженные периоды в мастерской возможно проведение работ на некоторых участках (диагностики и ТО машин, сварочный, ремонта топливной аппаратуры, шиноремонтный) в 1,5-2 смены, при проектировании мастерской принимают число смен 1,2. Продолжительность ра-

бочей недели принимается 40 ч, смены – 7, в предпраздничные дни – 6, в предвыходные – 5 ч.

Исходя из принятого режима работы мастерской, определяют годовые фонды времени рабочих, оборудования и мастерской. Различают номинальный и действительный годовые фонды. Номинальный фонд времени мастерской, оборудования и рабочих ( $\Phi_n$ ) – это количество рабочих часов в соответствии с принятым режимом работы без учета возможных потерь:

$$\Phi_n = (D_p t_{cm} - D_{п} t_{с.п} - D_{в} t_{с.в}) n, \quad (5.1)$$

где  $D_p$ ,  $D_{п}$  и  $D_{в}$  – соответственно количество рабочих, праздничных и выходных дней в году (определяют по календарю);

$t_{cm}$  – продолжительность смены, ч;

$t_{с.п}$ ,  $t_{с.в}$  – сокращение смены соответственно в предпраздничные и предвыходные дни, ч;

$n$  – число смен (при определении годового фонда времени рабочих  $n = 1$ ; оборудования и мастерской –  $n = 1, 2$ ).

Действительный годовой фонд времени рабочих определяют по формуле

$$\Phi_{д.р} = (\Phi_n - D_0 t_{cm}) \eta_p, \quad (5.2)$$

где  $D_0$  – продолжительность отпуска в рабочих днях;

$\eta_p$  – коэффициент потерь рабочего времени ( $\eta_p = 0,97$ ).

Продолжительность отпуска для кузнецов, сварщиков, медников, аккумуляторщиков составляет 24 дня, вулканизаторщиков, испытателей двигателей составляет 21 день, для остальных рабочих – 18 рабочих дней.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования  $\Phi_{д.о}$  рассчитывают по формуле

$$\Phi_{д.о} = \Phi_n \eta_o, \quad (5.3)$$

где  $\eta_o$  – коэффициент использования оборудования, учитывающий потери рабочего времени на проведение ремонта и ТО ( $\eta_o = 0,97$ ).

Штат мастерской состоит из производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала.

Число производственных рабочих (явочное и списочное) рассчитывают по каждому участку отдельно:

$$n_{р.с} = T_{г_i} / \Phi_{д.р}; \quad (5.4)$$

$$n_{р.я} = T_{г_i} / \Phi_{н.р}, \quad (5.5)$$

где  $T_{г_i}$  – годовой объем работ  $i$ -го технологического вида (табл. 4.1), чел.-ч.

Списочное число рабочих учитывают при расчете числа остальных работников мастерской и площади бытовых помещений. По явочному числу определяют число рабочих на участках.

Число вспомогательных рабочих (кладовщик, электрослесарь, разнорабочие и т. д.) принимают 9...10% от списочного числа производительных рабочих. Число ИТР (заведующий ЦРМ, техник-нормировщик, мастер) принимают 8% от числа производственных и вспомогательных рабочих; служащих – 3% и младшего обслуживающего персонала (уборщики бытовых помещений) 2...4%.

Оборудование и оснастку для участка следует принимать из табеля оборудования и оснастки производственных участков ЦРМ, учитывая численность парка тракторов, которая приведена в задании.

Для слесарно-механического и сварочного участков обязательно определяют число единиц основного оборудования расчетным путем (металлорежущее, сварочное). Остальное оборудование и стандартизованные приспособления принимают в соответствии с технологическими процессами. Кроме того, для организации рабочих мест в ЦРМ необходимо предусмотреть организационную оснастку (производственную мебель).

Число единиц металлорежущего оборудования определяют по формуле

$$n_{об} = T_{ст} / (\Phi_{до} \eta_{и}), \quad (5.6)$$

где  $T_{ст}$  – годовая трудоемкость станочных работ (таблица 4.1), чел.-ч;

$\eta_{и}$  – коэффициент загрузки оборудования по времени ( $\eta_{и}=0,6\dots0,7$ ).

Общее количество станков ориентировочно распределяется по группам следующим образом: токарно-винторезные – 65...75%; фрезерные – 15–20; сверлильные – 10–15%. При небольшом объеме станочных работ принимают один токарный и один сверлильный станок.

Заточные и точильно-шлифовальные, настольно-сверлильные станки принимают без расчета. Марки станков подбирают с учетом технологических процессов и размеров обрабатываемых деталей. При выборе габаритов токарных станков нужно учитывать, что 90% обрабатываемых деталей имеют размеры по диаметру до 200 мм, а длину – не более 500 мм.

Аналогично определяется потребность в сварочном оборудовании.

$$n_{об} = T_{св} / (\Phi_{до} \eta_{и}), \quad (5.7)$$

где  $T_{св}$  – годовая трудоемкость станочных работ (табл. 4.1), чел.-ч.

Из общего количества единиц сварочного оборудования электросварочных трансформаторов или преобразователей принимается в два раза больше, чем газосварочных генераторов. При небольшом объеме сварочных работ для мастерской необходимо принимать как минимум по одной единице электросварочного и газосварочного оборудования.

Для участка наружной мойки машин в условиях мастерских хозяйств используются передвижные моечные установки ОМ-22612, ОМ-22616, ОМ-5361-03.

Мойка сборочных единиц и деталей при ремонте машин производится в камерных машинах периодического действия. В курсовой работе без расчета принимается моечная машина ОМ-4610-01 или ОМ-4610-02 для мастерской хозяйства, в котором имеется не более 25 тракторов. Для мастерских хозяйств с большим количеством тракторов необходимо принимать моечную машину ОМ-1366Г-02 или ОМ-1366Г-01. Все остальное оборудование мастерской и организационная оснастка подбираются исходя из нужд технологического процесса. Для мастерских хозяйств разработан табель оборудования, организационной оснастки, приспособлений и инструмента в зависимости от количества тракторов. При подборе оборудования и оснастки для участков мастерской следует пользоваться учебным пособием.

В ремонтно-монтажном участке при сборке машин целесообразно использовать электрифицированную кран-балку грузоподъемностью 3,2 т, которая может обслужить всю площадь участка. Кран-балки грузоподъемностью 1–2 т можно установить на участках технического обслуживания, ремонта сельскохозяйственных машин. Кран консольно-поворотный устанавливается обычно на участках, где требуется подъем и перемещение грузов в зоне рабочего места или к другому рабочему месту. Монорельс с электротельфером – на участках мотороремонтном, ремонта оборудования ферм, ремонта сельскохозяйственных машин и др. Число кран-балок на участке принимается из расчета одна на 30–40 м длины участка.

**Расчет производственной площади участков** наружной мойки, окраски, ремонтно-монтажного, технического обслуживания и диагностики, ремонта сельскохозяйственных машин ведется по формуле

$$S_{уч} = (S_{об} + S_{м}) \sigma, \quad (5.8)$$

где  $S_{об}$ ,  $S_{м}$  – площади, занимаемые оборудованием (табл. 5.2) и машинами (табл. 5.4), м<sup>2</sup>;

$\sigma$  – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы (табл. 5.3).

При расчете площади ремонтно-монтажного участка или участка ремонта сельскохозяйственных машин необходимо учитывать следующее, чтобы число одновременно ремонтируемых машин соответствовало рассчитанному количеству рабочих мест.

Таблица 5.3. Значения коэффициентов, учитывающих рабочие зоны и проходы

Участок	Значение коэффициента
Наружной мойки	3,0...3,5
Диагностики и ТО тракторов	3,5...4,0
Мойки и дефектовки деталей и агрегатов	3,0...3,5
Ремонтно-монтажный	3,5...4,0

Ремонта сельскохозяйственной техники	3,5...4,0
Ремонта агрегатов	4,0...4,5
Ремонта двигателей	4,0...4,5
Обкатки и испытания двигателей	4,0...4,5
Ремонта электрооборудования	3,5...4,0
Аккумуляторная	3,5...4,0
Ремонта топливной аппаратуры	3,5...4,0
Ремонта агрегатов гидросистем	3,5...4,0
Шиноремонтный	3,0...3,5
Кузнечный	5,0...5,5
Сварочный	5,0...5,5
Медницко-жестяницкий	3,5...4,0
Полимерный	3,5...4,0
Окрасочный	3,0...3,5
Слесарно-механический	3,0...3,5

Суммарная трудоемкость ремонтно-монтажного участка и участка ремонта сельскохозяйственных машин приведена в табл. 4.1 столбец 4. При расчете ремонтно-монтажного участка или участка по ремонту сельскохозяйственной техники суммарную трудоемкость следует разделить следующим образом – 60 % для ремонтно-монтажного участка и 40 % для ремонта сельскохозяйственной техники.

В мастерской хозяйства принимается тупиковая форма организации производственного процесса, при которой на универсальных рабочих местах (постах) рабочие, входящие в состав звена выполняют разборку машины, дефектацию деталей, установку на машину отремонтированных агрегатов и регулировку. На рабочем месте могут ремонтироваться машины различных видов и марок. Количество рабочих мест определяют по наиболее нагруженному периоду года, т.е. когда в мастерской находится наибольшее количество машин. В хозяйствах ремонтом машин в основном занимаются в осенне-зимний период, когда уменьшается объем механизированных работ. С учетом этого при выполнении курсовой работы можно принять следующее распределение трудоемкости ремонтных работ по кварталам: первый квартал – 40 %, второй – 10 %, третий – 15 %, четвертый – 35 %. Следовательно, наиболее загруженным периодом года в работе мастерской будет первый квартал.

Компоновочный план мастерской составляется с учетом рационального расположения производственных участков. Взаимосвязь между участками должна соответствовать ходу технологического процесса и направлению общего грузопотока. Участки пожароопасные (сварочный, кузнечный), с выделением газов (полимерный, аккумуляторный и т.д.) и избыточного тепла следует размещать в отдельных помещениях, расположенных у наружных стен. Такое расположение этих участков облегчит устройство вентиляции помещений.

При компоновке трудно обеспечить совпадение расчетных площадей с принятыми, поэтому допускается их расхождение в пределах  $\pm 15\%$ .

Мастерские хозяйств проектируют, как правило, двухпролетными прямоугольной формы. Ширина центрального пролета, в котором размещают ремонтно-монтажный, разборочно-моечный и дефектовочный, агрегаторемонтный и некоторые другие участки, принимается 12 м, 18 или 24 м. Остальные участки (кузнечно-сварочный, механический, ремонта топливной аппаратуры, электрооборудования и др.; размещают с одной стороны мастерской в боковом пролете. На втором этаже (над боковым пролетом) размещают бытовые, административные и вспомогательные помещения. Участок наружной мойки размещают в отдельном помещении ЦРМ или в отдельном здании.

Компоновочный план вычерчивается в масштабе 1:100, 1:75 или 1:50. С помощью принятых условных обозначений показывают сетку колонн, колонны, стены, перегородки или границы между участками (штриховыми линиями), дверные и оконные проемы, подъемно-транспортные средства. На чертеже компоновочного плана показывают габаритные размеры, ширину пролетов и шаг колонн. Здание мастерской вычерчивается тонкой линией (S/2).

Планировка производственного участка выполняется на компоновочном плане здания.

На плане участка в принятом масштабе основной линией (толщина  $S$ ) изображают принятое для участка оборудование и организационную оснастку, устройства местной вентиляции и подъемно-транспортные устройства. Оборудование имеет условное обозначение, форма которого соответствует его контурам в плане, а размеры – габаритам в принятом масштабе. Возле оборудования показывается расположение рабочего во время работы, а также места подвода силовой электроэнергии, сжатого воздуха, пара и других сред, применяемых на оборудовании, используя принятые условные обозначения, площадки для хранения сборочных единиц и деталей. При выполнении планировки необходимо выдержать нормы расстояния между оборудованием и элементами здания [2,3]. Все оборудование нумеруется слева направо. Спецификация оборудования должна оформляться как отдельный документ на листах формата А4.

#### **5.4 Организация работы и проектирование вспомогательного производства ремонтно-обслуживающей базы**

К вспомогательным и обслуживающим подразделениям предприятия относятся: ремонтное, инструментальное, транспортное, энергетическое производства, складное хозяйство, паросиловые цехи и др.

Основной задачей ремонтного хозяйства является поддержание оборудования в работоспособном состоянии и предупреждение его преждевременного износа. Организация и порядок проведения ремонтных работ регламентируется типовым положением.

Система плано-предупредительного ремонта (ППР) охватывает комплекс мероприятий, включающих уход за оборудованием, межремонтное обслуживание, периодические профилактические операции (осмотры, проверка на точность, смена масла, промывка), а так же плано-предупредительные ремонты (текущий, капитальный).

Основным нормативом системы ППР является ремонтный цикл – промежуток времени между двумя очередными капитальными ремонтами, который измеряют в годах. Количество и последовательность входящих в него ремонтов и осмотров составляют структуру ремонтного цикла:

Особенностью планирования ремонтных работ является то, что в качестве единицы измерения объема ремонтных работ принята условная ремонтная единица, равная 1/11 затрат рабочего времени на ремонт токарно-винторезного станка 1К62М, выпускаемая заводом «Красный пролетарий». В зависимости от сложности и трудоемкости ремонта все оборудование разбивается на 11 групп ремонтосложности. Для расчета объема ремонтных работ в единицах ремонтосложности необходимо количество единиц оборудования, подвергающегося ремонту в плановый период, умножить на коэффициент, равный номеру группы ремонтосложности по каждому виду оборудования.

Объем ремонтных работ по цеху в физических единицах оборудования определяется согласно структуре ремонтного цикла и дате последнего ремонта по каждому виду оборудования и видам ремонта (текущий, капитальный). Все нормативы затрат времени разработаны в расчете на единицу ремонтосложности каждого вида ремонтных работ вне зависимости от типа ремонтируемого оборудования.

Планирование ремонтных работ включает следующие расчеты:

1. Виды ремонтных работ по каждому станку и агрегату и сроки их выполнения.
2. Трудоемкость ремонтных работ, производительность труда, численность и фонд оплаты ремонтного персонала.
3. Количество и стоимость необходимых для ремонта материалов и запчастей.
4. Плановые простои оборудования в ремонте.
5. Себестоимость ремонтных работ.
6. Объем ремонтных работ по цехам и предприятию в целом с разбивкой по кварталам и месяцам.

Производственная программа ремонтного цеха определяется путем умножения норм трудоемкости ремонтных операций на объем ремонтных работ по соответствующим видам ремонтов в единицах ремонтосложности.

Расчет потребности в материалах, запчастях полуфабрикатах производится на основании норм затрат материалов на единицу ремонтосложности и объема ремонтных работ. Отношение общего времени простоя оборудования составляет процент простоя оборудования в ремонте.

Инструментальное производство призвано решать следующие задачи:

- бесперебойное снабжение инструментом всех производственных подразделений предприятия;
- организация рациональной эксплуатации инструмента и приборов;
- сокращение запасов инструмента без ущерба для нормального хода производственного процесса;
- снижение затрат на содержание инструментального хозяйства.

Инструментальное хозяйство составляют: подразделения по снабжению инструментом, его восстановлению, ремонту, регулировке и заточке, центральный склад и раздаточные кладовые, занимающиеся складированием, комплектацией и выдачей инструмента. Инструмент можно классифицировать по ряду признаков. По роли в процессе производства различают рабочий, вспомогательный, контрольно-измерительный инструмент, приспособления, штампы, пресс-формы.

По характеру использования инструмент бывает специальным и универсальным (нормальным).

Для целей учета, хранения и выдачи инструмента применяется классификация, основанная на подразделении его на классы, подклассы, группы, подгруппы, виды в зависимости от конструктивных и производственно-технологических признаков.

В соответствии с приведенной классификацией производится индексация инструмента, т.е. присвоение ему определенного условного обозначения. Индексация может быть цифровой, буквенной или специальной.

Потребность в инструменте  $\Pi_{инс}$  равна расходному фонду ( $P_{\phi}$ ) и оборотному фонду  $O_{\phi} \pm ЗП$  – разница между плановым фактическим запасом инструмента:

$$\Pi_{инс} = P_{\phi} + O_{\phi} \pm ЗП \quad (2.12)$$

Расходный фонд – количество инструмента, которое расходуется при выполнении производственной программы предприятия; в основе его расчета лежат нормы стойкости инструментов и время износа. Время износа равно периоду времени работы инструмента между двумя переточками, умноженному на число возможных заточек.

В основе рациональной организации и планирования инструментального хозяйства лежат нормы стойкости инструмента, величина его запасов (срок службы, время износа).

где  $a$  – допустимая величина стачивания граней инструмента, мм;

Оборотный фонд создается для бесперебойного обеспечения инструментом цехов, участков, рабочих мест. Он включает запасы на складах, в цеховых инструментально-раздаточных кладовых, инструмент на рабочих местах, в заточке, ремонте, восстановлении и проверке.

Величина запаса инструмента на складе определяется по системе «максимум - минимум» с использованием следующего алгоритма расчета:

- определяется минимальный запас инструмента каждого наименования как произведение дневной потребности в нем на число дней срочной поставки очередной партии;
- определяется запас «точки заказа» как сумма дневной потребности в инструменте, умноженной на число дней нормального его поступления и минимального запаса;
- определяется складской запас в целом как сумма среднего запаса инструмента каждого наименования и минимального запаса.

В зависимости от отраслевой принадлежности и масштабов производства в состав транспортного хозяйства могут входить различные подразделения: транспортный отдел, цехи и участки железнодорожного, автомобильного, электрокарного и конвейерного транспорта и т.д. На отдельных предприятиях, особенно малых, все функции, связанные с внутризаводским перемещением грузов, может выполнять транспортный цех (участок) или отдельный рабочий.

Масштабы и структура транспортного хозяйства предприятия оцениваются по грузообороту, т.е. количеству прибывающих, отгружаемых и перемещаемых внутри предприятия грузов. Объем и характер грузооборота определяют объем погрузочно-разгрузочных работ, способы и их механизации и необходимые фронты выгрузки и погрузки.

В состав энергохозяйства входят энергосети, средства и точки потребления энергии. На крупных диверсифицированных предприятиях энергохозяйством охватываются: тепло- и энергостанции, компрессорные, насосные станции, внешние энергосети и другие энергоструктуры.

Основными задачами организации энергохозяйства являются:

- бесперебойное обеспечение предприятия всеми видами энергии;
- рациональная эксплуатация энергооборудования, его обслуживание и ремонт;
- экономия топливно-энергетических ресурсов.

Назначение складского хозяйства состоит в хранении необходимых запасов материалов, сырья, топлива, полуфабрикатов и готовой продукции, обеспечивающих бесперебойную и ритмичную работу предприятия, количественную и качественную сохранность материалов.

## 5.5 Организация труда и техническое нормирование на ремонтных предприятиях

Техническое нормирование труда – это определение затрат труда на выполнение ремонтных и других операций.

**Цель** – найти возможность уменьшения трудозатрат.

**Нормированием** устанавливаются:

- норму времени;
- норму выработки.

**Норма времени (Нв)** – время, необходимое для выполнения определенной операции ремонта, мин, ч.

Должна быть напряженной, но посильной.

**Норма выработки (Нвыр)** – число операций (изделий) отремонтированных в единицу времени.

**Технологическая норма времени:**

$$N_v = T_o + T_v + T_d + T_{пз}/n$$

где  $T_o$  – основное время, мин

$T_v$  – вспомогательное время, мин

$T_d$  – дополнительное время, мин

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин

$n$  – число изделий, шт

**Оперативное время  $T_{оп}$** , мин

$T_{оп} = (T_o + T_v)$ , – время выполнения производственной работы (Оперативное время)

**Штучное время**

$$T_{шт} = (T_{оп} + T_d), \text{ мин}$$

**Методы нормирования:**

- метод сравнения;
- опытно-статистический метод;
- поэлементное нормирование.

**Метод сравнения** – установление нормы по аналогии примерно одинаковой работы.

**Опытно-статистический метод** – по статистическим данным о затратах времени на выполнении аналогичных работ в прошлом на одном или нескольких предприятиях.

**Поэлементное нормирование** – расчленение процесса труда на основные элементы и последующее изучение каждого из них.

**Методы:**

- аналитически исследовательский;

- расчетно-аналитический.

**Аналитически исследовательский** – основан на изучении затрат времени в конкретных условиях с помощью фотографии рабочего дня или хронометража.

**Фотография рабочего дня** – непрерывное наблюдение и измерение затрат рабочего времени на протяжении смены или ее части. В основном изучают ПЗ и вспомогательное время. Оперативное время не анализируется, а помечается «работа». Цель – определение потерь времени из-за неправильной организации работ.

**Хронометраж** – наблюдение за отдельными многократно повторяющимися элементами операций. Цель – уточнение норм времени на выполнение операции.

**Расчетно-аналитический метод** – для установления расчетных норм времени и их составляющих при выполнении работ.

**Токарные и фрезерные, мин**

$$T_o = L i / n S,$$

Где L – длина обрабатываемой поверхности детали, мм

i – число проходов

n – частота вращения детали, мин<sup>-1</sup>

S – подача на 1 оборот, мм/об

**Сверлильные, мин**

$$T_o = L/n S,$$

L – глубина сверления, мм

**Строгальные, мин**

$$T_o = B i/n_{\text{дх}} S,$$

B – ширина обрабатываемой детали, мм

$n_{\text{дх}}$  – число двойных ходов ползуна в минуту

S – подача на 1 двойной ход, мм/дв. х.

**Кругло шлифовальные, мин**

$$T_o = L I K_z / n S_{\text{пр}},$$

$K_z$  – коэффициент, учитывающий зачистные ходы,  $K_z = 1,2 \dots 1,7$

N – частота вращения детали, мин<sup>-1</sup>

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача камня или стола, мм/об

**Электро дуговая сварка, мин**

$$T_o = 60 G A m / \alpha I$$

G – масса наплавляемого металла, г,  $G = L F \rho$ , где L – длина шва, см; F – площадь поперечного сечения шва, см<sup>2</sup>;  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$  плотность металла шва

A – коэффициент, учитывающий длину шва и способ сварки,  $A = 1,0 \dots 1,2$

m – коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве,  $m = 1,0 \dots 1,6$

$\alpha$  – коэффициент наплавки,  $\alpha = 8,5 \dots 10 \text{ г/А ч}$

I – сила сварочного тока, А

***Механизированная наплавка, мин***

$$T_0 = L i / n S$$

L – длина наплавляемой поверхности, мм

I – число слоев наплавки

n – частота вращения детали, мин<sup>-1</sup>

S – продольная подача наплавочной головки, мм/об

***Гальваника, ч***

$$T_0 = 1000 h \rho / D_k \varepsilon \eta$$

h – толщина покрытия, мм

D<sub>к</sub> – катодная плотность тока, А/дм<sup>2</sup>

ε – электрохимический эквивалент, г/А ч

η – выход по току, %