

Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования

Направления подготовки 15.03.02, 35.03.02 и 35.04.02

Красиков Алексей Степанович,
доцент кафедры инновационных технологий и
деревообрабатывающего оборудования

Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования

	15.03.02	35.03.02
• Лекций, ч	20	30
• Лабораторных занятий, ч	24	20
• Практических занятий, ч	10	22
• Самостоятельная работа, ч	54	108
• Экзамен	8 семестр	8 семестр
• Курсовая работа	8 семестр	-
• Домашнее задание	-	8 семестр
<hr/>		
• Общая трудоемкость, ч	144	216

Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования

Учебная литература

Основная:

1. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. М.: НЦ ЭНАС, 2012. 360 с.
2. Амалицкий В.В., Комаров Т.А. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования: Учебник для вузов. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. - 400 с.

Дополнительная:

3. Комаров Г.А., Чуков Г.С. Монтаж и ремонт деревообрабатывающего оборудования. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Лесн. пром-сть, 1989.- 200 с.
4. Чуков Г.С. Монтаж деревообрабатывающего оборудования. - М.: Высш. шк., 1991. -272 с.

Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования

жизненный цикл изделия

- Суть теории жизненного цикла заключается в том, что товар представляется как своего рода живой организм с присущими ему стадиями развития: зачатие – рождение – зрелость – старение – смерть.
- Все виды товаров и услуг, техники и технологии имеют определенный жизненный цикл (ЖЦ).
- **Жизненный цикл изделия (ЖЦИ):** Совокупность этапов, через которые проходит изделие за время своего существования: маркетинговые исследования, составление технического задания, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, **поставка, эксплуатация, ремонт, утилизация.**
- Мы под изделием будем рассматривать технологическое оборудование.

Обеспечение жизненного цикла технологического оборудования

Учебная дисциплина «Обеспечение жизненного цикла машин и оборудования» состоит из шести разделов:

1. монтаж оборудования;
2. теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования;
3. изнашивание машин и смазка;
4. основы технической эксплуатации оборудования;
5. Технология ремонта д/о оборудования;
6. Организация ремонтной службы.

- **Техническая эксплуатация оборудования** – это комплекс работ по технической наладке, размерной настройке и техническому обслуживанию.
- **Техническое обслуживание** – содержит регламентированные в документации операции по поддержанию работоспособности или исправности изделия в течение его срока службы.
- В процессе эксплуатации оборудование изнашивается, возникает необходимость в коррекции состояния оборудования, то есть в его ремонте.
- **Ремонт** – это комплекс работ по поддержанию и восстановлению работоспособности оборудования.

1. Монтаж оборудования

Приемка оборудования.

Акты приема-передачи.

Эксплуатационные документы:

- ТО – техническое описание;
- ИЭ – инструкция по эксплуатации;
- ИО – инструкция по техническому обслуживанию;
- ИМ – инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его использования;
- ПС – паспорт;
- ЗИП – ведомости комплекта запасных частей, инструментов и приспособлений;
- - акты заводских испытаний и приемки оборудования;
- - учебные плакаты и прочие документы.

Монтаж оборудования

Транспортировка оборудования

При перемещении оборудования на поддонах сила сопротивления F определяется из выражения

$$F = g \cdot Q \cdot f_1, \quad \text{Н};$$

где Q – масса станка, кг;

f_1 – коэффициент трения скольжения;

g – ускорение свободного падения, м/с².

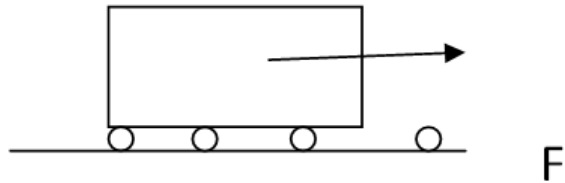
По наклонной плоскости

$$F = gQ \cdot (f_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha),$$

- где α – угол наклона поверхности.

Монтаж оборудования

Для уменьшения силы сопротивления используются катки, изготовленные из отрезков стальных труб диаметром 100...150 мм.



$$F = gQ \cdot \frac{f_2' + f_2''}{D},$$

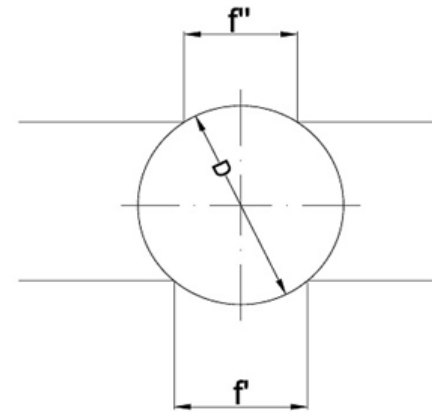
где f_2' – коэффициент трения качения катка по нижней опорной поверхности,

см;

f_2'' – коэффициент трения качения катка по верхней опорной поверх-

ности, см;

D – диаметр катка, см.



По наклонной поверхности, соответственно

$$F = gQ \cdot \left(\frac{f_2' + f_2''}{D} \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \right),$$

где α – угол наклона поверхности.

Сила тяги, необходимая для стративания с места $F_T = 1.5F$

Монтаж оборудования

- При мощности двигателя N (кВт) и скорости движения тягача с прицепом V (км/ч) сила тяги тягача

$$F_{\text{д}} = \frac{3.67N\eta}{V}$$

где η – КПД, для автомобилей $\eta=0,85$, для тракторов $\eta=0,8$.

- По сцеплению тягача с дорогой сила тяги тягача

$$F_{\text{с}} = g m_{\text{с}} \varphi,$$

где $m_{\text{с}}$ – сцепная масса тягача;

для автомобилей $m_{\text{с}} = (0,6 - 0,7) m_{\text{м}}$

для тракторов $m_{\text{с}} = m_{\text{м}}$

$m_{\text{м}}$ - масса тягача;

- φ – коэффициент сцепления с покрытием дороги.

Хранение оборудования

Деревообрабатывающее оборудование должно храниться в основном на закрытых не отапливаемых складах или хотя бы под навесом. Поступающее на склад оборудование осматривают снаружи с частичным вскрытием упаковки. Результаты осмотра оформляют актом.

К каждой машине, хранящейся на складе должна быть прикреплена бирка с наименованием, характеристикой, номером указанием технического состояния.

Расконсервация

Расконсервация оборудования производится перед монтажом. Удаляются защитные смазки и антикоррозионные лакокрасочные покрытия с обработанных, работающих в контакте поверхностей (направляющие, разъемные стыки и т.д.)

Монтаж оборудования

Универсальные смазки УС и УТ смывают растворителями (соляркой, керосином, бензином), обдувкой сухим паром или горячим воздухом, механическим способом. Можно погрузить в ванну с веретенным маслом и промыть бензином.

Лакокрасочные покрытия при необходимости удаляют бензином, уайтспиритом, ксилолом, толуолом, скипидаром, ацетоном и др. растворителями.

Внутренние поверхности покрытые защитными смазками промывают горячими (80-90 °С) щелочными растворителями (5% тринатрийфосфата, 5-10% раствор едкого натра или углекислого калия) и затем промывают горячей водой и сушат. Цветные металлы очищать подобным образом нельзя.

Резиновые детали следует предохранять от воздействия растворителей.

Монтаж оборудования

Содержание монтажных работ

Монтажом называют комплекс работ, выполняемых на месте эксплуатации машины по её сборке, установке в рабочее положение, наладке и сдаче в эксплуатацию.



Монтаж оборудования

Скоростные методы ведения монтажных работ

В их основе лежит:

- тщательная подготовка и организация монтажных работ с предварительной разработкой проектов производства работ (ППР);
- комплексная механизация монтажа;
- крупноблочность монтажа с предварительной сборкой укрупненных сборочных единиц вне проектного положения;
- выполнение монтажа поточным методом с широкой специализацией бригад по видам работ;
- параллельное производство работ (строительных и монтажных, механических и электрических и т. д.);
- применение эффективного монтажного оборудования.

Монтаж оборудования

Техническая, нормативная, монтажная и исполнительная документация

- При монтаже оборудования руководствуются следующими видами документации:
- **Технической** – включает проектно-сметную документацию, разрабатываемую проектной организацией и конструкторскую документацию завода изготовителя.
- **Нормативной** – включает строительные нормы и правила (СНиПы), отраслевые и государственные стандарты, ТУ, правила Ростехнадзора, техники безопасности, противопожарной безопасности, санитарно-гигиенических норм и др.
- **Монтажной** – включает проект производства монтажных работ (ППР), технологические карты, схемы и журналы монтажных работ.
- **Исполнительной** – составляется в ходе и по завершении монтажных работ.
- Руководящим материалом для проведения монтажных работ служит инструкция по эксплуатации.

Монтаж оборудования

Проект производства работ (ППР)

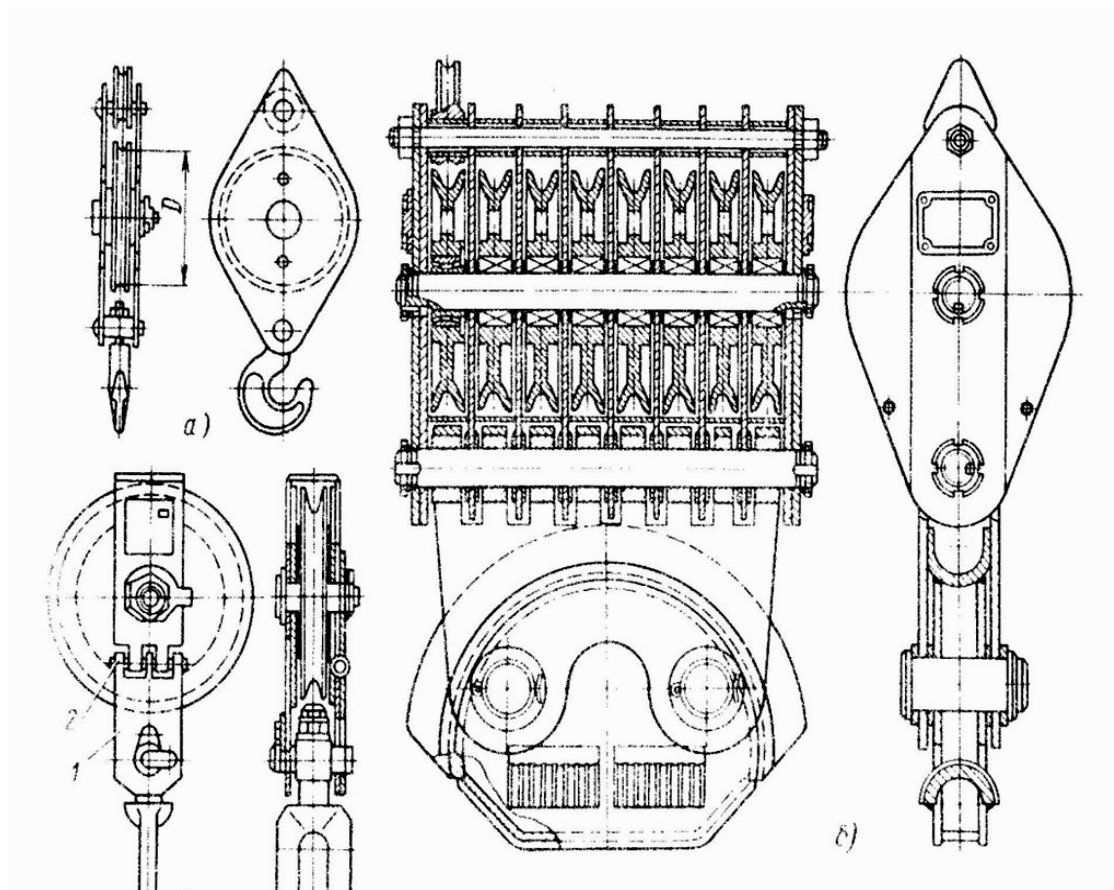
включает :

- графическую часть;
- перечни оборудования, инвентаря и приспособлений;
- лимиты материалов и полуфабрикатов;
- технологическую карту монтажа с графиком выполнения работ;
- пояснительную записку.

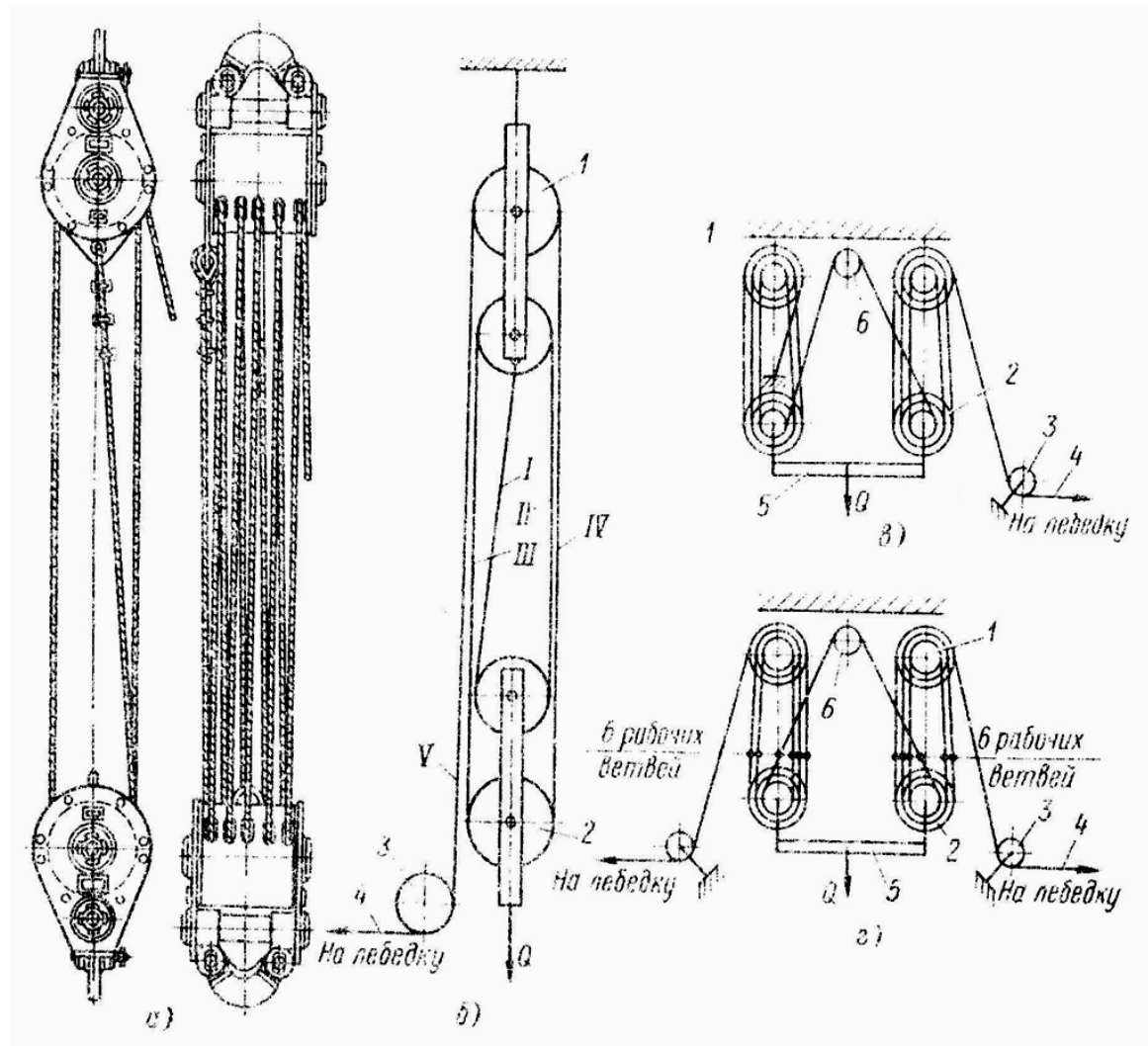
Такелажная оснастка и монтажное оборудование

Для выполнения монтажных и такелажных работ широко используются стреловые самоходные грузоподъёмные краны, авто и электро-погрузчики. Также применяются вспомогательные механизмы такие как:

монтажные блоки и монтажные полиспасты.

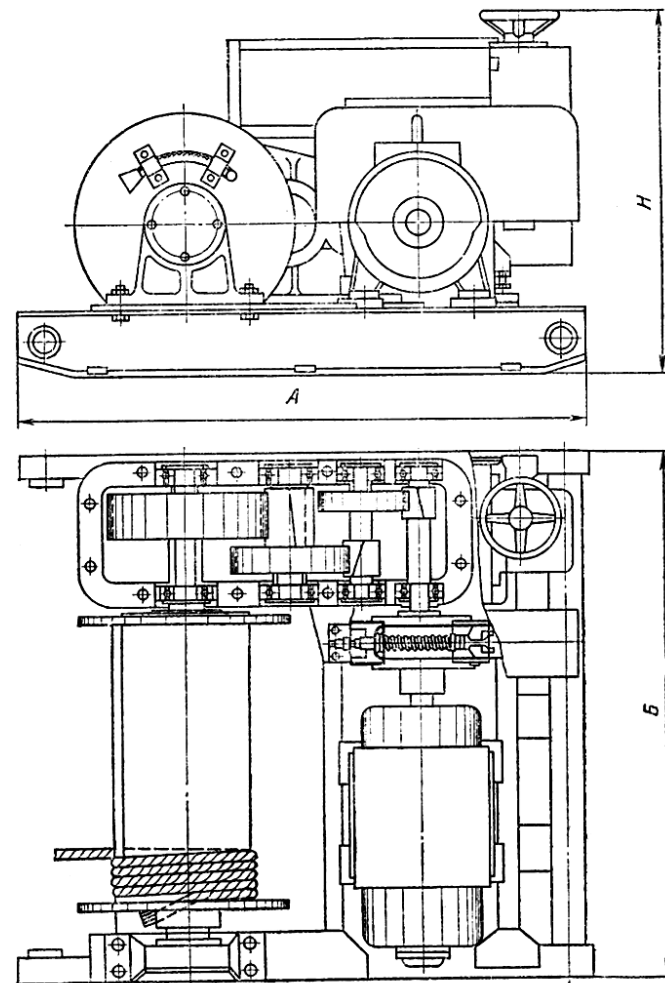
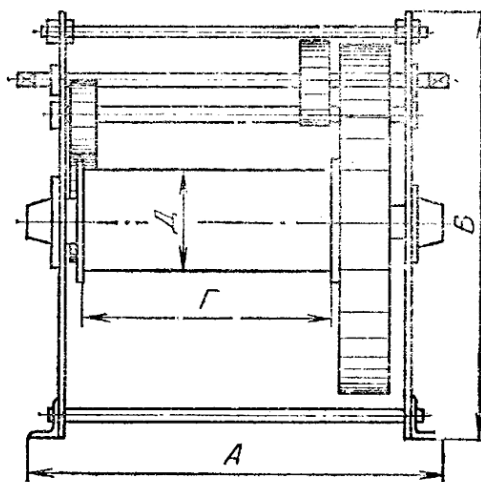
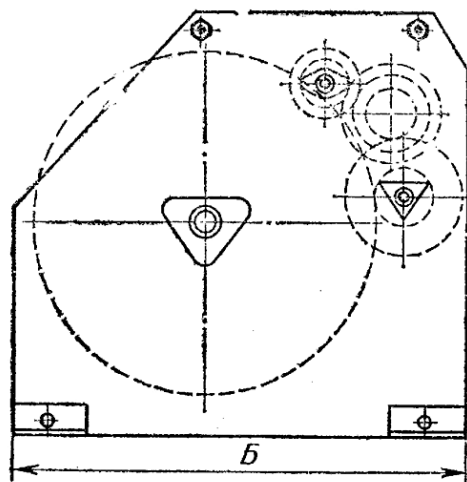


Монтажные полиспасты

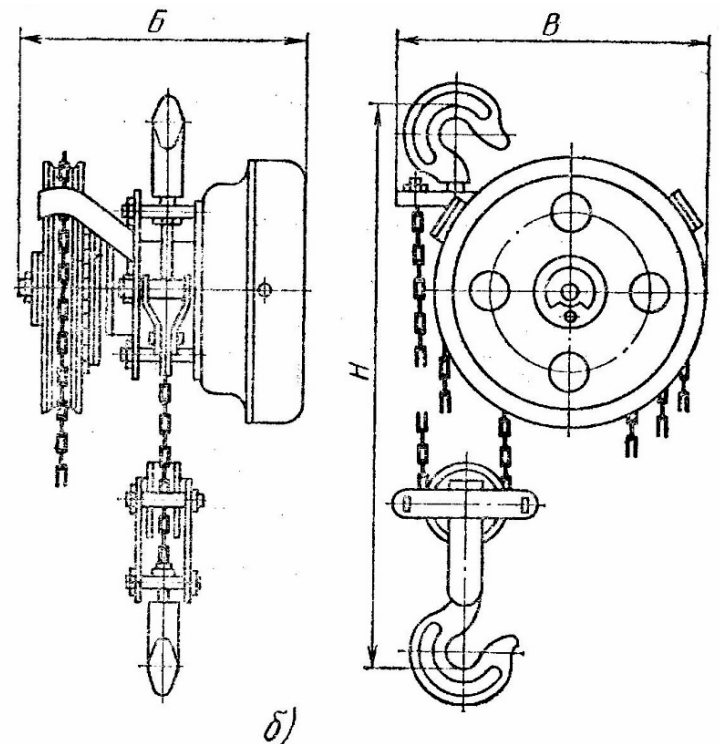
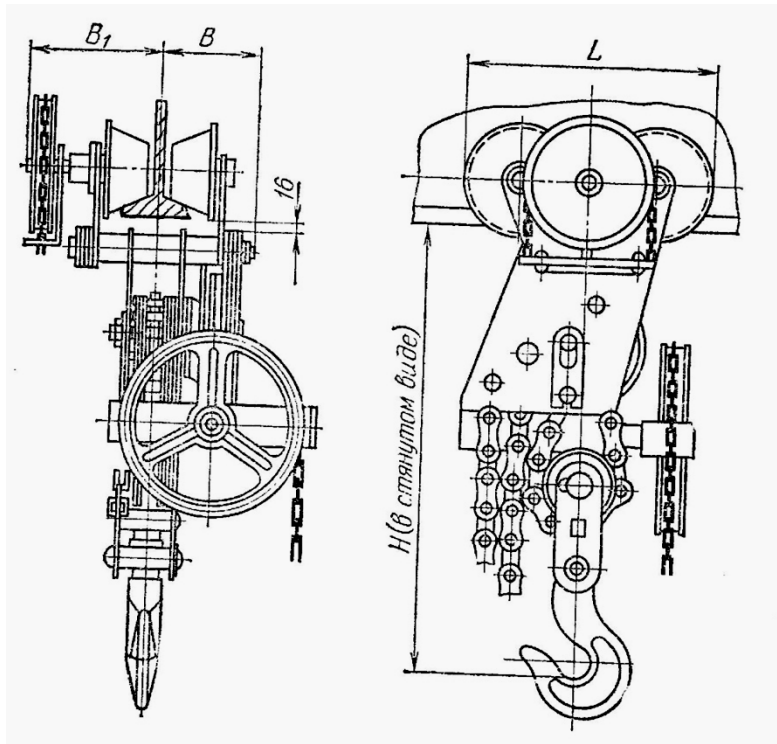


Монтаж оборудования

- **Лебедки** ручные и электрические – используют для монтажных работ вне зоны действия кранов.

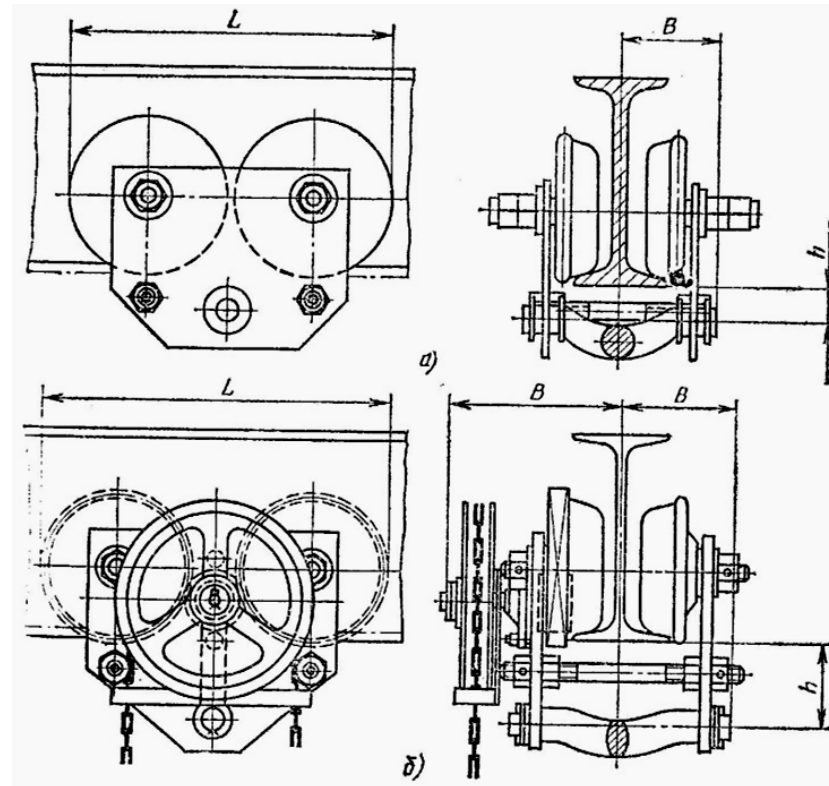


- **Тали ручные** – используют для подъёма груза на небольшую высоту. Как правило цепные. Бывают червячные (а) и шестеренные (б).



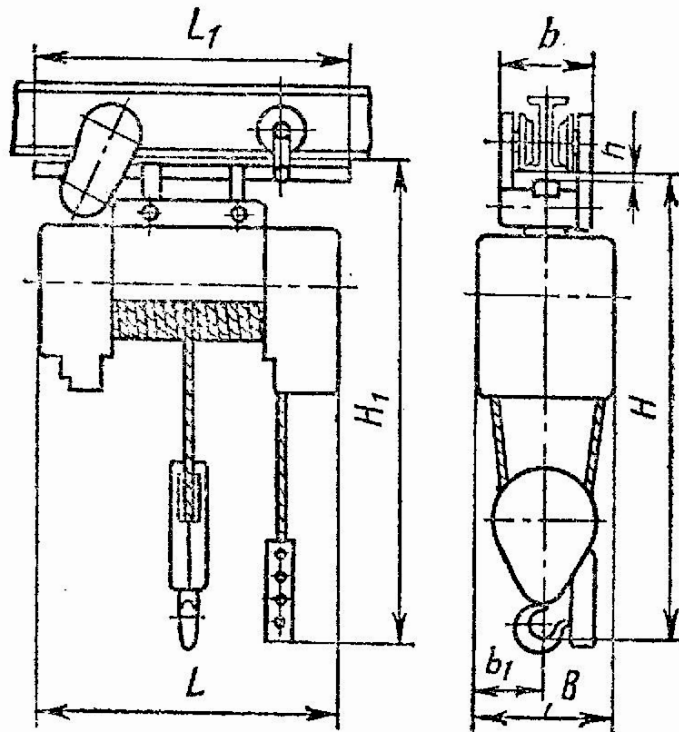
Монтаж оборудования

- **Кошки** – для горизонтального перемещения грузов в подвешенном состоянии по двутавру или натянутому канату.



Монтаж оборудования

- **Тали электрические** с односкоростными механизмами подъёма и перемещения груза предназначены для вертикального и горизонтального перемещения подвешенного на крюке груза. Часто ими оснащают кран-балки грузоподъемностью до 5 тонн.



Монтаж оборудования

Для захвата и подъёма оборудования применяют **стропы, захваты и траверсы**. Чаще применяют канатные и текстильные стропы. Стропы бывают петлевые, кольцевые и многозвенные.

Для навешивания грузов стропы могут иметь с одной стороны петлю на коуше и чалочный крюк на другом конце.

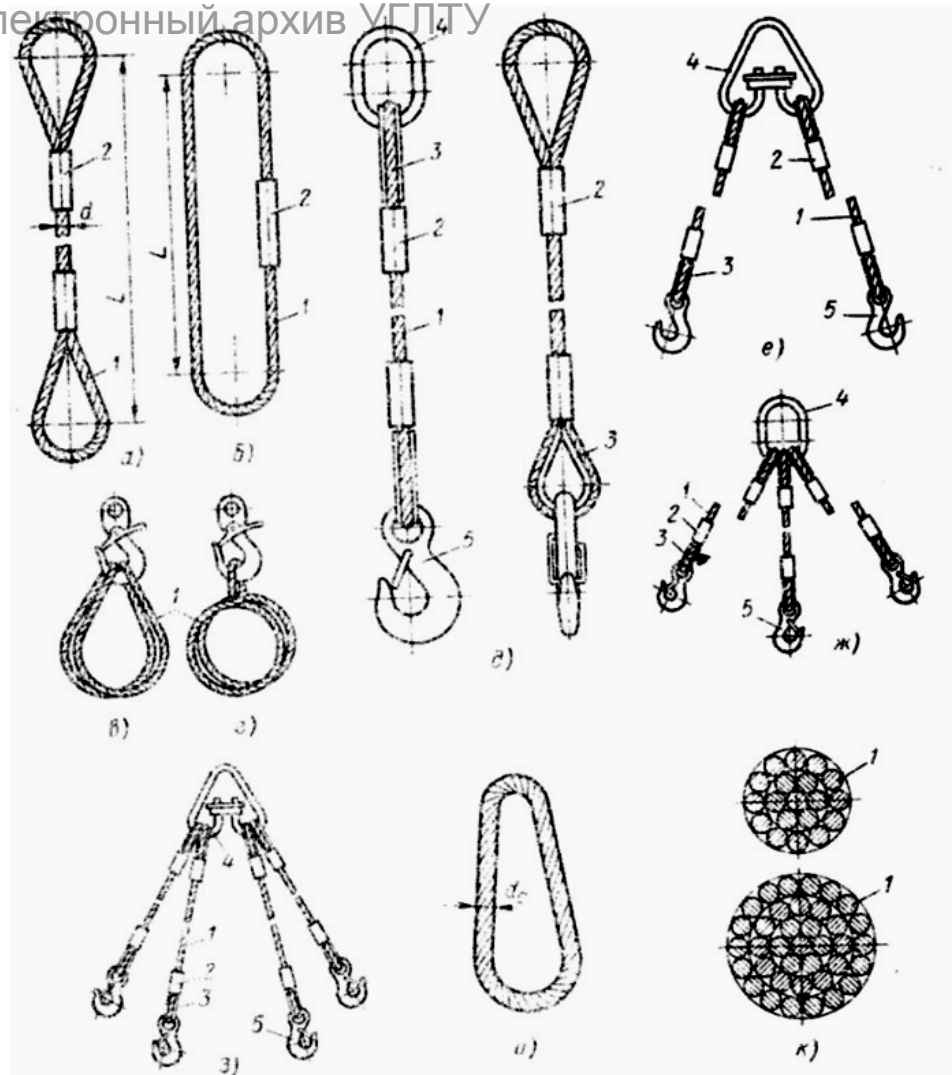
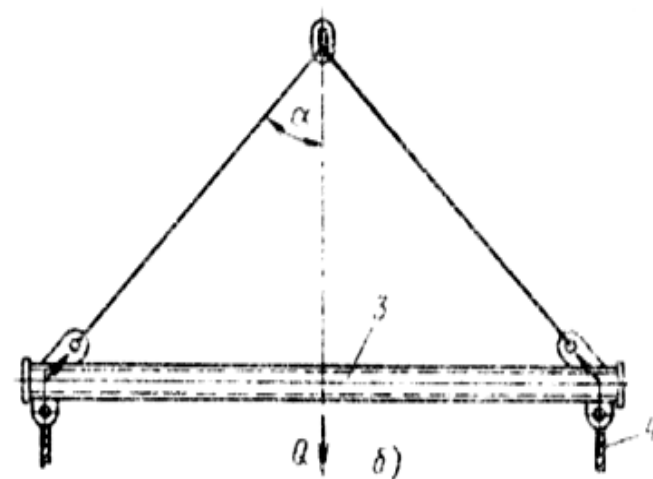
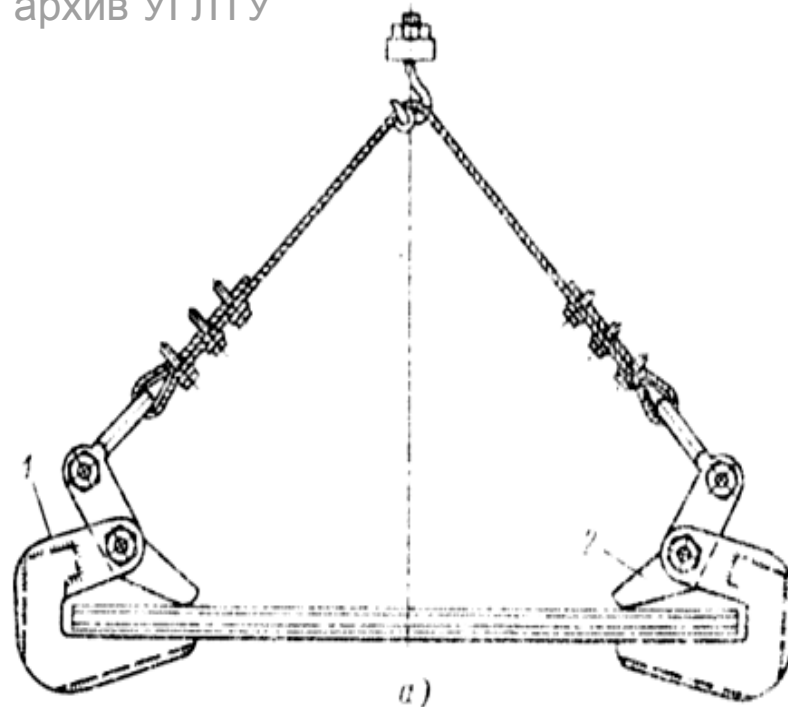


Рис. Стропы

а, д – петлевой однозвенный; *б, в, г, и* – кольцевой захват;

е, ж, з – многозвенный; *и* – кольцевой витой



Захват (а) и траверса (б)

На каждом стропе, захвате, траверсе обязательно должна быть бирка с обозначением грузоподъёмности и даты испытания.

Выбор ветвей стропов производят по усилию

$$S = \frac{g m_{\Gamma}}{n \cos \alpha} \quad , \text{ Н}$$

где m_{Γ} – масса груза, кг;

n – число ветвей стропа;

α – угол наклона ветвей стропа к вертикали.

При монтаже оборудования используются также домкраты винтовые, реечные и гидравлические.

Фундамент под оборудование

Фундаментом называется устройство, обеспечивающее станку правильную ориентацию в пространстве во время службы станка, а так же поглощение вибраций, возникающих во время работы оборудования.

При выборе типа фундамента или основания следует руководствоваться классификационной категорией оборудования, а именно: назначением, характером движения рабочих органов и материала, конструктивными особенностями и т.д., а так же учитывать характер и величину нагрузок, возникающих при работе оборудования, его массу класс точности и другое.

Классификация фундаментов

- Различают групповые и индивидуальные фундаменты.

Групповой фундамент - это сплошное бетонное полотно толщиной 150...250 мм. На них устанавливают легкие и средние станки (1,5 - 5 т), работающие в спокойных режимах.

Индивидуальные фундаменты сооружают для точных и тяжелых станков, а также станков с большими динамическими нагрузками. Глубина заложения фундамента:

- в отапливаемом помещении ≥ 500 мм,
- в неотапливаемом \geq глубина промерзания +200мм.

Электронный архив УГЛТУ

Монтаж оборудования

Технология сооружения фундамента

Монтажная разметка

Оборудование в цехе устанавливается в строгом соответствии с вычерченной и утвержденной планировкой.

На фундаменты наносят:

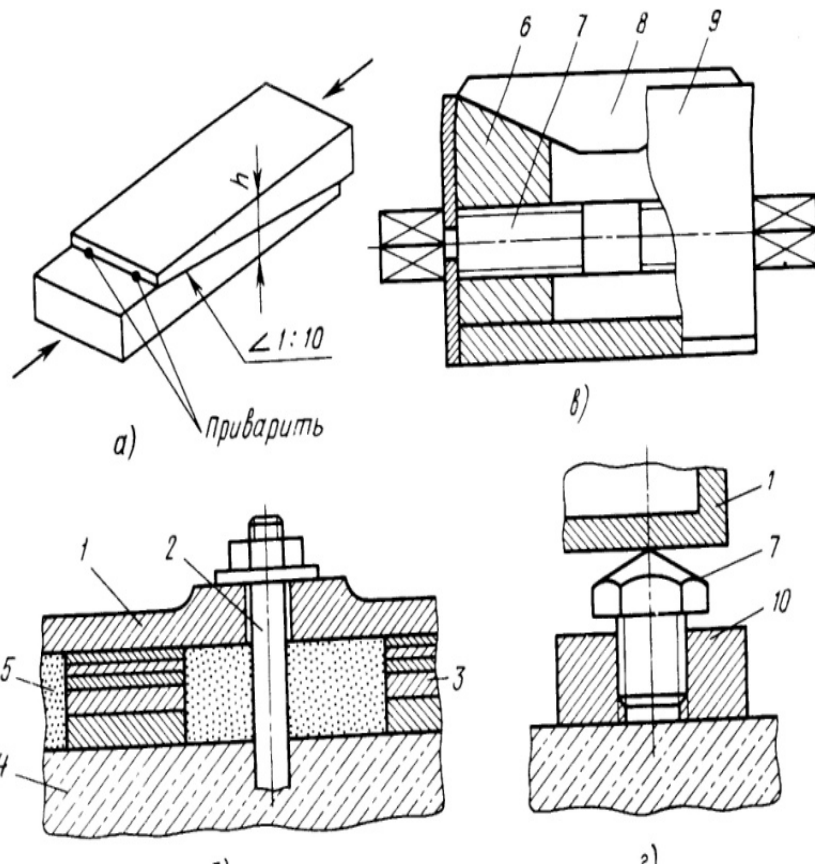
- продольные и поперечные оси (керном на плашке размером 30x150 мм),
- высотные отметки (реперы).

Оси и высотные отметки служат ориентирами при установке оборудования.

Методы выверки и установки оборудования на основания

- Для большинства деревообрабатывающих станков при выверке допускаются отклонения в пределах 0,1... 0,2 мм на длине 1000 мм.
- В качестве базы установки уровня с ценой деления 0,06... 0,1 мм используют рабочие столы машин, направляющие, плоские горизонтальные поверхности, шпиндели и подающие вальцы.
- Положение машины в горизонтальной плоскости и по высоте регулируют посредством *плоских и клиновых подкладок, регулировочных клиньев и башмаков.*

Подкладки бывают установочные и регулировочные



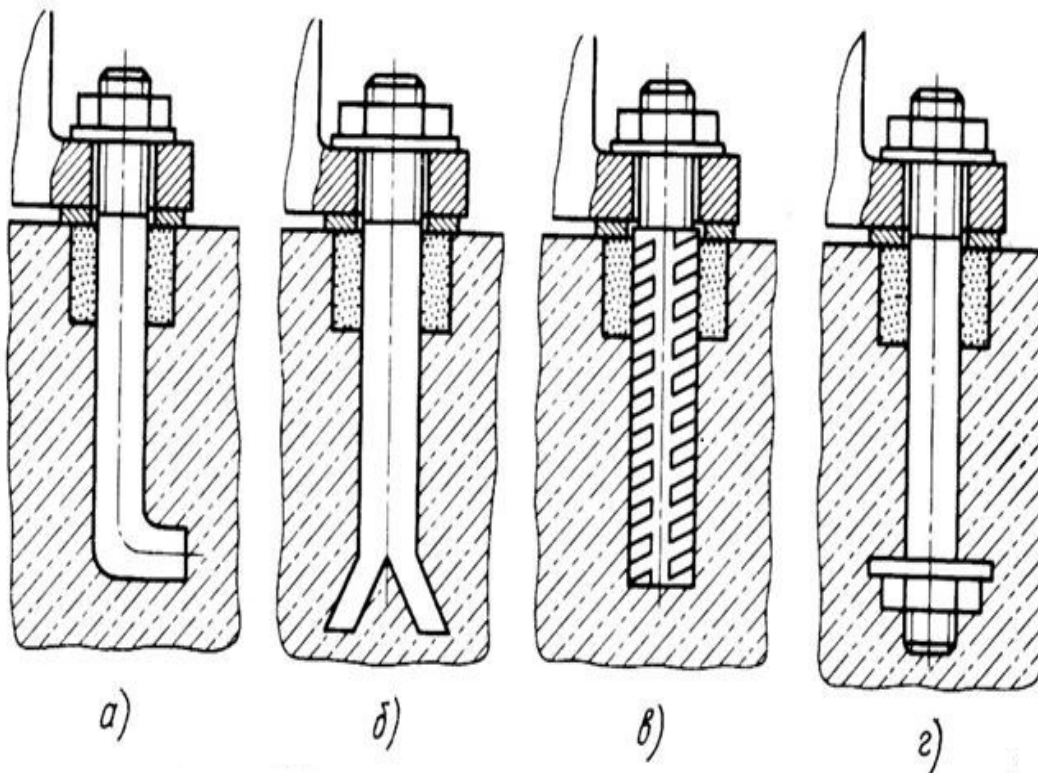
Монтаж оборудования

- Подкладки под опорную часть оборудования (рамы, плиты, станины) устанавливают с двух сторон каждого фундаментного болта. Если нет динамических нагрузок, подкладки можно устанавливать с одной стороны болта.
- Высота зазора для подливки, а, следовательно, высота пакета подкладок должна быть 40...60 мм.
- Зазор между фундаментом и подошвой станка заливают цементным раствором 1:3.
- В машинах, требующих периодической выверки, используют регулирующие башмаки (винтовые подкладки).

Способы соединения оборудования с фундаментом

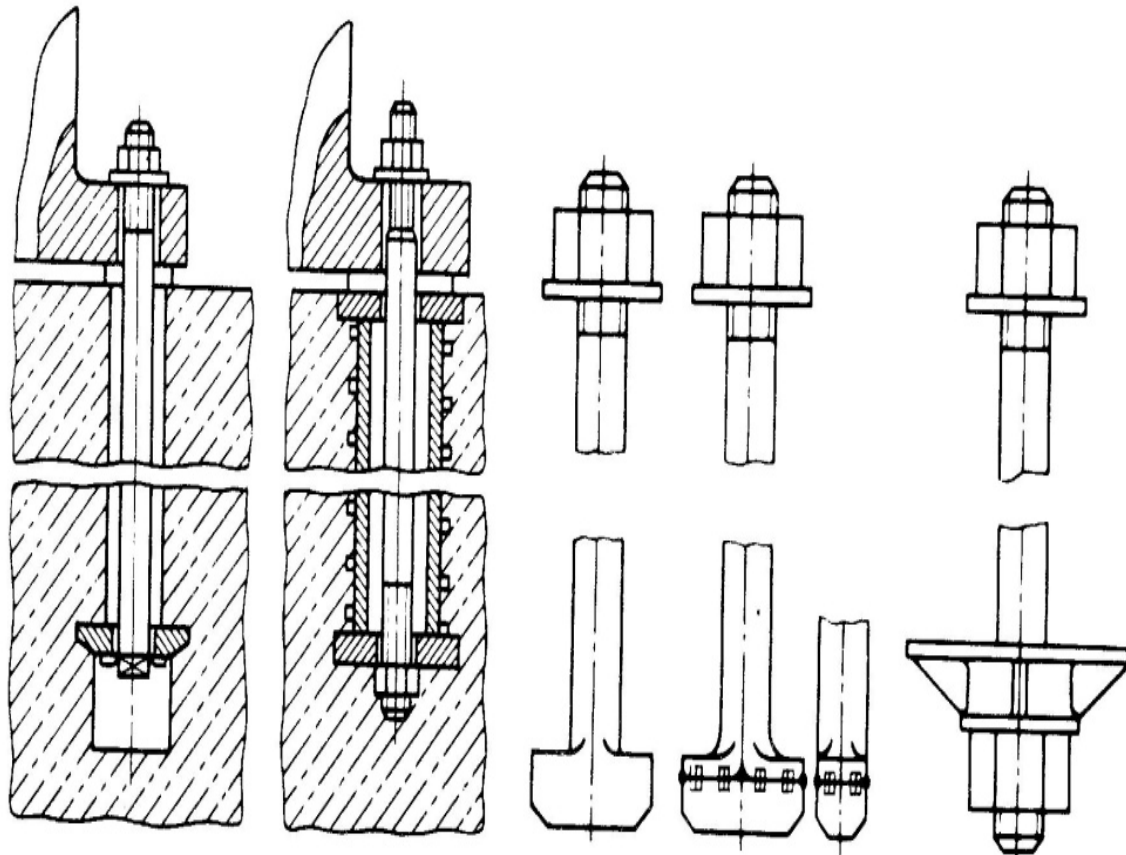
- Наиболее простой способ крепления машины на фундаменте – подливка цементным раствором 1:3 после выверки машины.
- Однако надежнее закрепить станок фундаментными болтами. Фундаментные болты делятся на 4 группы:

- 1) глухие или заливные болты

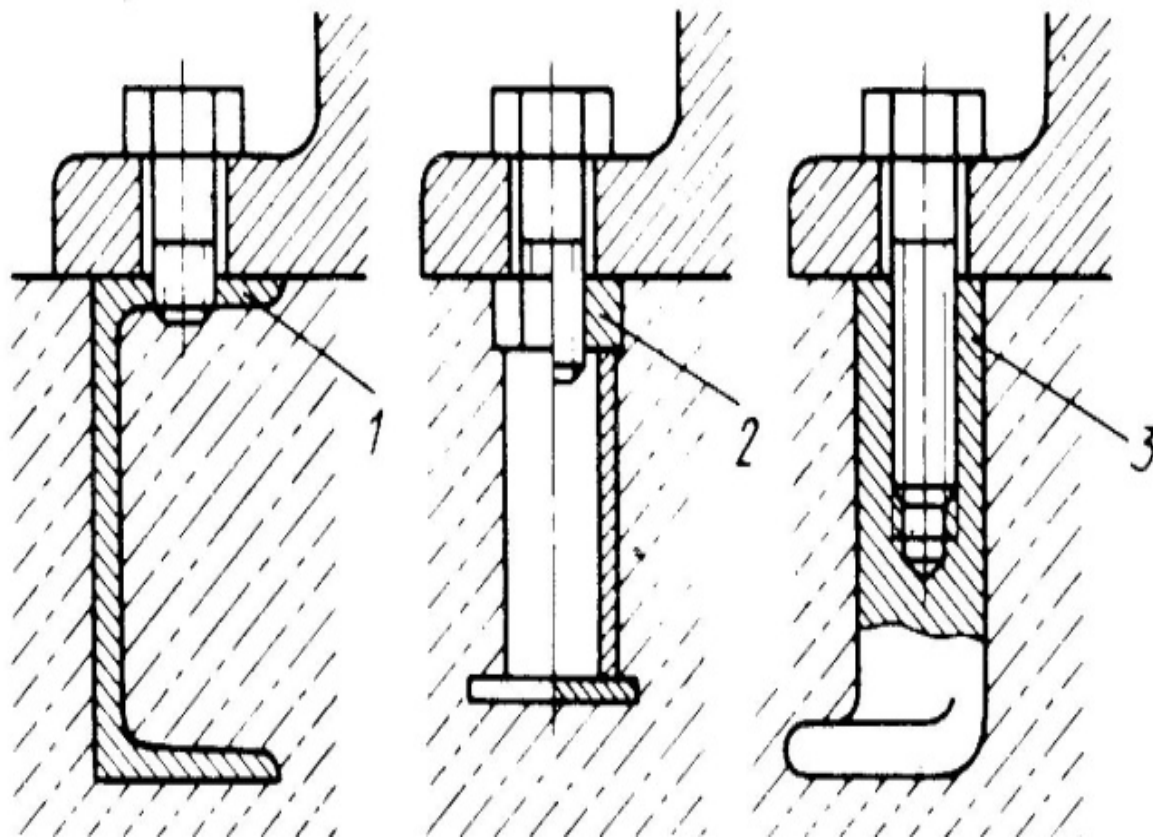


a, б - с отгибом; *в* - из периодического проката;
г - с анкерной плитой

- 2) съёмные болты, не имеющие сцепления с бетоном, а анкеровка выполняется с помощью, например, закладных плит

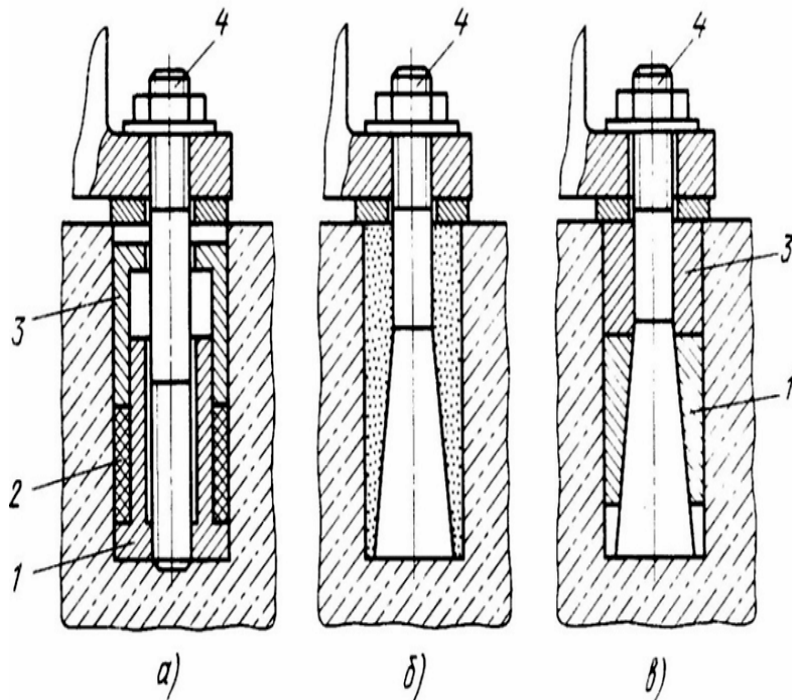


- 3) болты, ввертываемые в предварительно заделанные в фундамент гайки

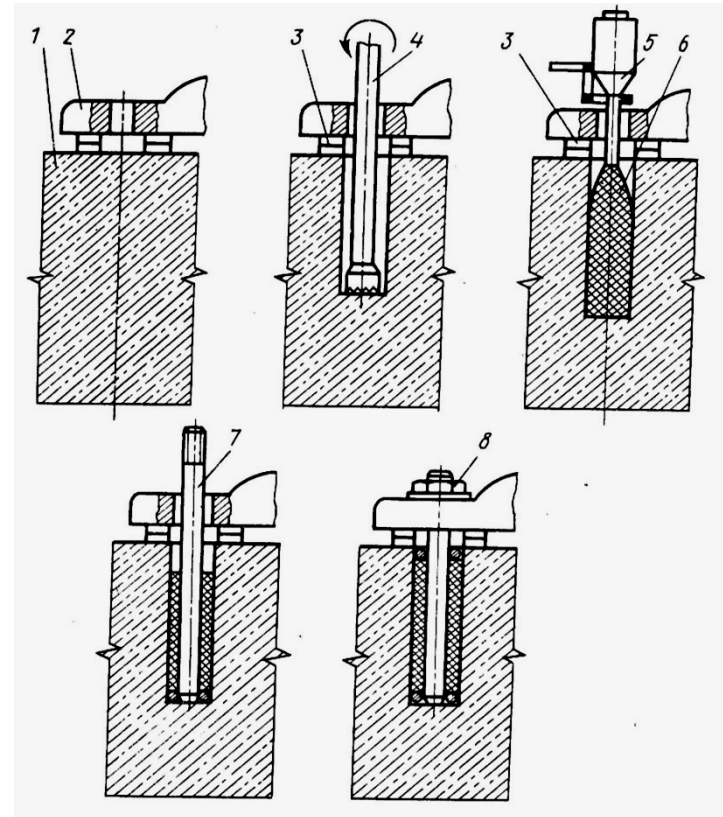


Монтаж оборудования

- 4) болты, устанавливаемые в скважины на готовых фундаментах



a - распорные втулки; *б* - цементный раствор;
в - распорные цанги



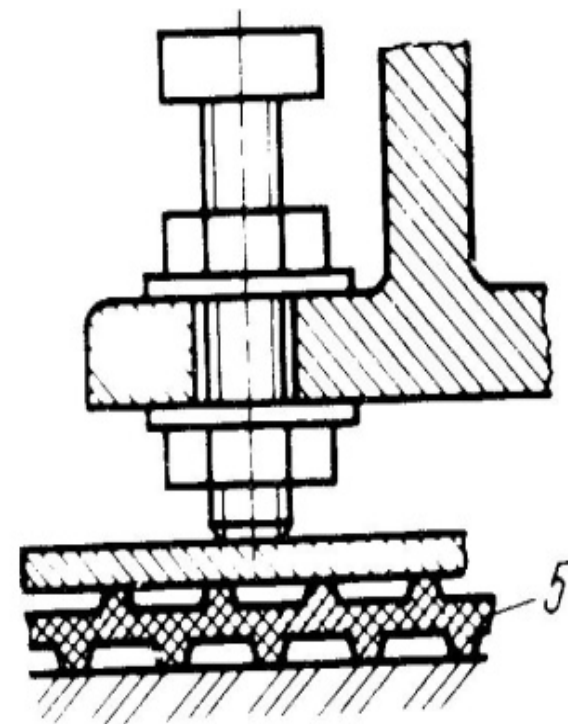
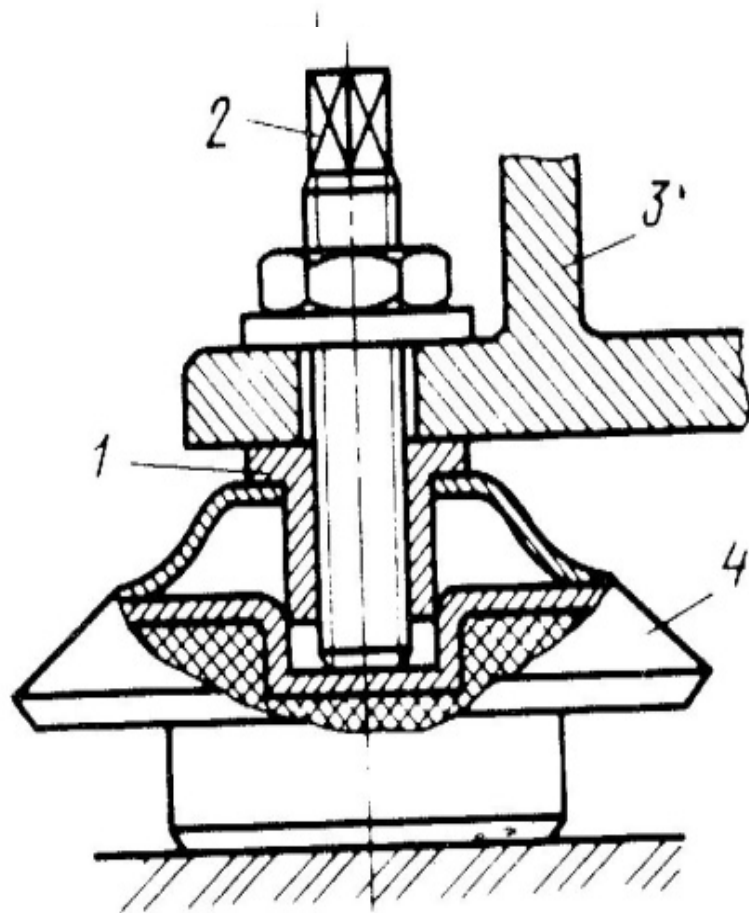
Закрепление эпоксидной смолой

Виброопоры

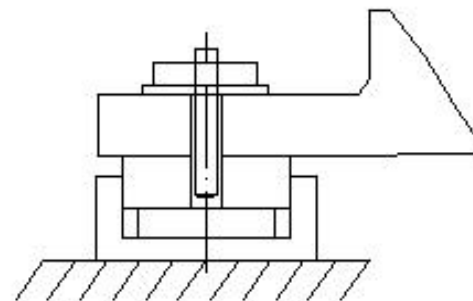
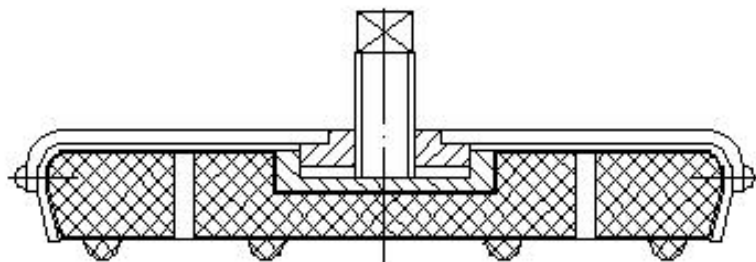
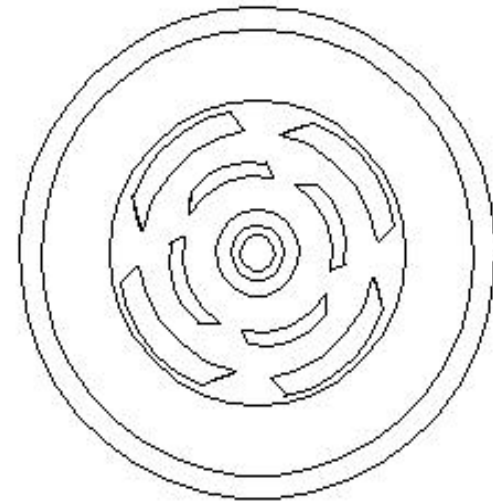
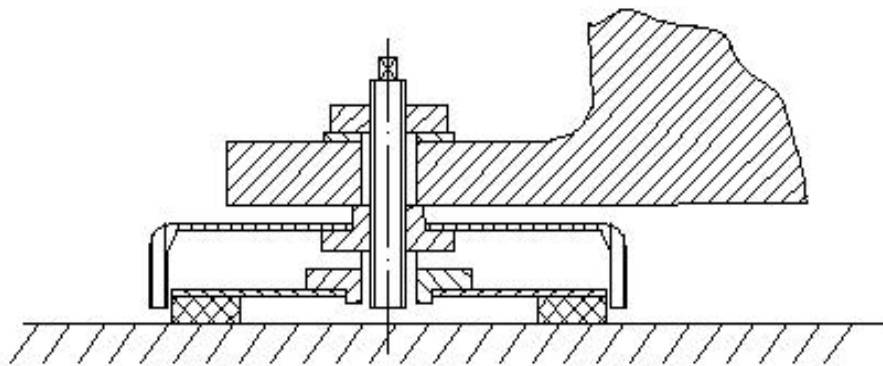
- позволяют легко перемещать станок при перепланировке цеха;
- ослабляют вибрацию от станков к фундаменту и обратно;
- выбирают в соответствии с массой станка.

Простейшими опорами являются резиновые профильные коврики, которые вырезаются нужных размеров. Более совершенны специально выпускаемые резинOMETаллические опоры, позволяющие производить выверку станка по уровню. Имеют регулировку по высоте до 10 мм.

Монтаж оборудования



Монтаж оборудования



Электронный архив УГЛТУ
Монтаж оборудования

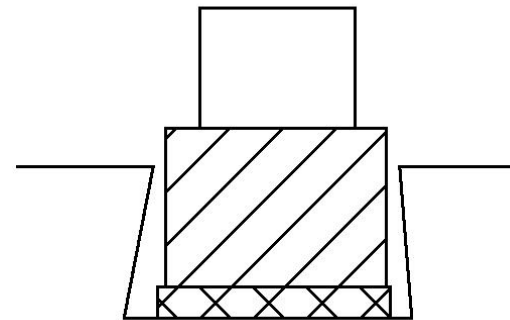
- Частота собственных колебаний станка для предотвращения резонанса должна в 1,5 ... 2 раза отличаться от частоты возмущающих сил. Для предотвращения резонанса иногда приходится использовать виброопоры меньшей жесткости.
- Оборудование устанавливается либо на виброизолирующие прокладки (коврики), либо виброизолирующие прокладки и коврики помещают под фундаментным блоком. При этом снижается частота собственных колебаний и исключается явление резонанса. Частота собственных колебаний равна

$$\omega = 9,55 \sqrt{\frac{C * S}{m}}$$

C – коэффициент упругого равномерного сжатия грунта Н/мм³;

S – площадь основания фундамента, мм²;

m – масса колеблющегося тела, кг.



Испытания , пуск оборудования и сдача в эксплуатацию

Испытания оборудования проводят как после его монтажа , так и периодически в процессе эксплуатации

- внешний осмотр и проверка паспортных данных;
- проверка на холостом ходу;
- проверка под нагрузкой;
- проверка станка на геометрическую и технологическую точность;
- испытания станка на жесткость;
- испытания на виброустойчивость;
- специальные испытания станков (на шум, на мощность, измерение температурных полей и т.д.).

Пуско-наладочные работы

Программы выполнения пуско-наладочных работ
включают:

- *наладку отдельных узлов и механизмов оборудования;*
- *пуск оборудования;*
- *комплексное опробование;*
- *составление технического отчета*

Сдача станка в эксплуатацию

- Прием смонтированного оборудования и передача его в эксплуатацию оформляются актом приема-передачи основных фондов по типовой форме № ОС-1.
- В акте сдачи смонтированного оборудования требуется подробно изложить порядок проведенного пуска (опробования), регулирования, обкатки и оформления сдачи.
- Принятое оборудование передается ОГМ в соответствующий цех (подразделение) для его дальнейшей эксплуатации. При этом на оборудование масляной краской наносится инвентарный номер и заводится паспорт.
- Закрепление оборудования за эксплуатационным персоналом производит руководитель подразделения.

Электронный архив УГЛТУ

Монтаж оборудования

Наименование предприятия

«Утверждаю»

Гл. инженер Фамилия И.О.

• Подпись

«___»_____ 20__ г.

•

Город _____

дата__ __ 20__ г.

АКТ

приемки из монтажа и сдачи в эксплуатацию оборудования

Комиссия в составе, действующая на основании приказа по заводу №__ от _____, провела осмотр, испытание и приемку станка (наименование), установленного в цехе.

Порядок проведенного пуска (опробования), регулирования и обкатки приведены в приложении.

Комиссия признает станок годным к эксплуатации с обязательным устранением замечаний в срок до _____. Список замечаний прилагается.

Подписи комиссии:

от монтажной организации

от эксплуатирующей организации

2. Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Понятие о технологической системе

- Свойство технологического процесса сохранять показатели точности в заданных пределах в течении некоторого времени называется *стабильностью технологического процесса*.
- Свойство оборудования сохранять свои показатели в заданных пределах называется *надежностью*.
- *Технологической системой* по ГОСТ 27.004 – 85 называется совокупность функционально взаимосвязанных средств производства, предметов производства и исполнителей.
- При эксплуатации технологическая система под действием внутренних и внешних воздействий теряет своё начальное качество, которое восстанавливается с помощью различных управляющих воздействий.
- Технологическая система может находиться в ***работоспособном и неработоспособном состоянии***.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- **Неработоспособным** называется такое состояние системы, при котором значение хотя бы одного параметра: качества изготавливаемой продукции, производительности, стоимости затрат не соответствуют требованиям нормативно-технологической документации.
- **Работоспособным** называется состояние, при котором машина выполняет заданные функции в соответствии с нормативно-технической документацией. При исправном состоянии машина соответствует всем требованиям нормативно-технической документации.
- Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния машины, называется ***отказом***.
- ***Повреждение*** - это нарушение исправного состояния с сохранением работоспособного.
- Различают исправное и работоспособное состояния изделия. Оборудование может быть неисправным, но работоспособным, имеющим повреждения.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- Для оценки надежности работы оборудования выбран *показатель вероятности безотказной работы элементов технологического оборудования* $P_z(t)$, который характеризует вероятность того, что в заданном интервале времени $t = T$ не возникнет отказа элемента.
- В качестве *показателя стабильности технологического процесса* можно использовать вероятность выполнения технологической системой задания по одному i -му параметру изготавливаемой продукции $P_n(t)$, определяемую как вероятность выполнения требований нормативно-технологической документации по этому параметру для единицы продукции, изготовленной в момент времени t :
- $$P_n(t) = P \{ X_{\text{ни}} \leq X_i(t) \leq X_{\text{ви}} \},$$
- Где $X_i(t)$, $X_{\text{ни}}$, $X_{\text{ви}}$ – соответственно фактическое, нижнее и верхнее предельные значения контролируемого i -того параметра.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- Отказ технологической системы может возникнуть в результате полного прекращения её функционирования (отказы элементов) или при выходе за пределы значения одного или нескольких параметров качества (параметрические отказы).
- Вероятность безотказности технологической системы
- $P_{ТС}(t) = P_{п}(t) \cdot P_{э}(t)$.
- При достижении технологической системой предельных состояний по критериям качества или отказе элементов оборудования необходимо проведение управляющих воздействий. А именно: изменение режима, регулировка и настройка, смена инструмента, техническое обслуживание и ремонт. Это позволит приблизить состояние технологической системы к первоначальному.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Причины изменения технического состояния машины

- Потеря начального качества машины происходит под действием внешних и внутренних воздействий механической, тепловой и химической энергии. Это усилия, вибрации, трение, коррозия и др.
- В машине протекают процессы различной скорости, приводящие к **обратимым и необратимым изменениям**.
- В результате наступает **старение машины**. Старение, происходящее при соблюдении всех правил и условий эксплуатации называется **нормальным**, а вызванное нарушением этих правил и условий – **преждевременным**.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- Различают процессы *быстро протекающие, средней скорости и медленные*.
- *Быстро протекающие* это вибрации узлов, колебания рабочих нагрузок и др.; влияют на положение узлов машины в каждый момент времени и искажают цикл ее работы. Обычно *обратимые*.
- *Процессы средней скорости* связаны с периодом непрерывной работы машины: *обратимые* – температурные деформации; *необратимые* – износ режущего инструмента, разрегулировка и т.д.
- *Медленные процессы* обычно *необратимы*: это износ подвижных стыков, коррозия, накопления усталостных повреждений, перераспределение внутренних напряжений, ползучесть и старение материалов.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- Для оценки технического состояния машины используют **показатели ее технического состояния**: износ рабочих поверхностей, геометрическая точность, жесткость, отклонения от заданных законов перемещения подвижных элементов машины, динамическое качество, степень разрегулировки и уровень вибрации. Ухудшение этих показателей увеличивает скорость протекающих в машине процессов.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Процессы, приводящие к потере машиной работоспособности

Закономерности, описывающие взаимосвязи обратимых процессов называют ***законами состояния***.

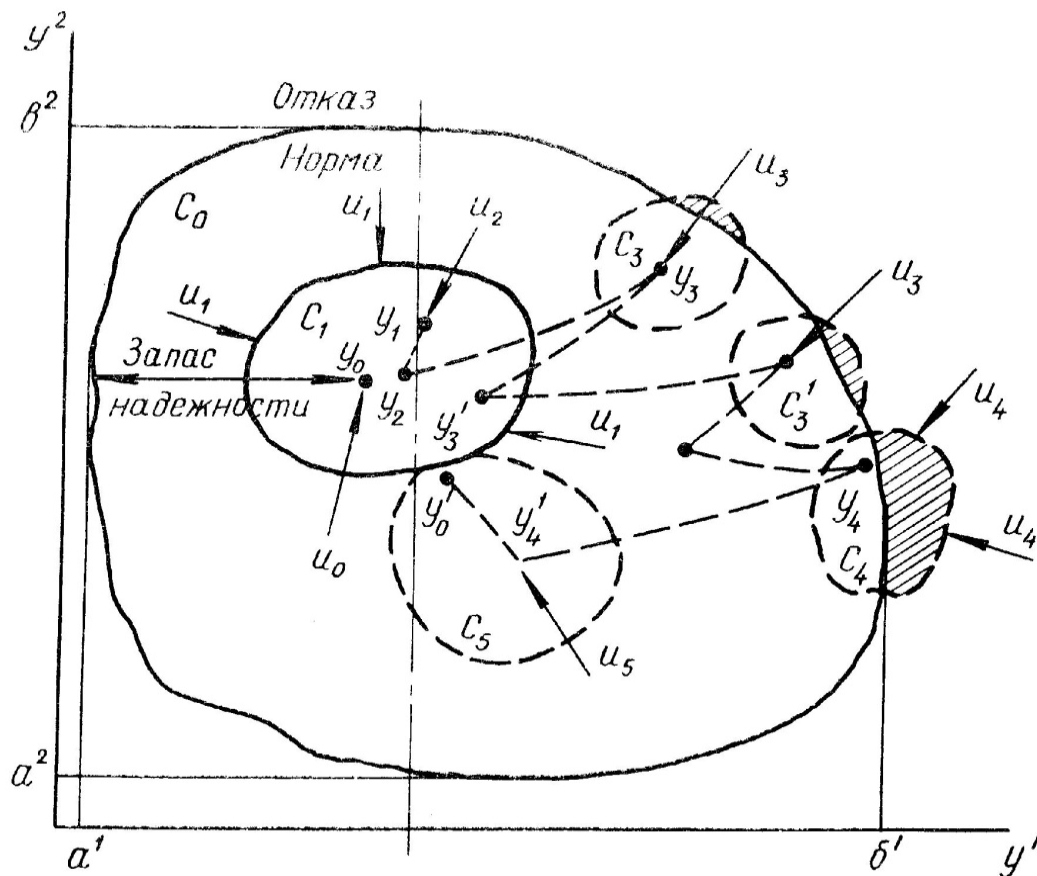
Закономерности, описывающие необратимые процессы и, следовательно, позволяющие оценить изменения начальных свойств материала в процессе эксплуатации изделий называются ***законами старения***.

Законы старения, непосредственно связанные с фактором времени, называются ***основными законами старения***. Те же, в которых время непосредственно не фигурирует называются ***законами превращения***, например, коррозия.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Общая схема управления техническим состоянием оборудования

Управление техническим состоянием оборудования осуществляется в процессе проектирования, монтажа и эксплуатации оборудования.



Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Показатели технического состояние оборудования

Технический уровень характеризует соответствие машины современным достижениям науки и техники и степень ее пригодности по назначению. Технический уровень определяется сопоставлением показателей оцениваемого образца машины с показателями конкретных аналогов, отражающих высшие мировые достижения.

Выбранные для оценки показатели должны характеризовать функциональное назначение, полезный эффект, затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов, а так же показателей, характеризующих технологичность, безопасность, экологичность, эргономичность и др.

Под **техническим состоянием** оборудования (ТСО) понимается совокупность фактических значений показателей его эксплуатационных свойств, определяющих степень пригодности оборудования для использования по назначению.

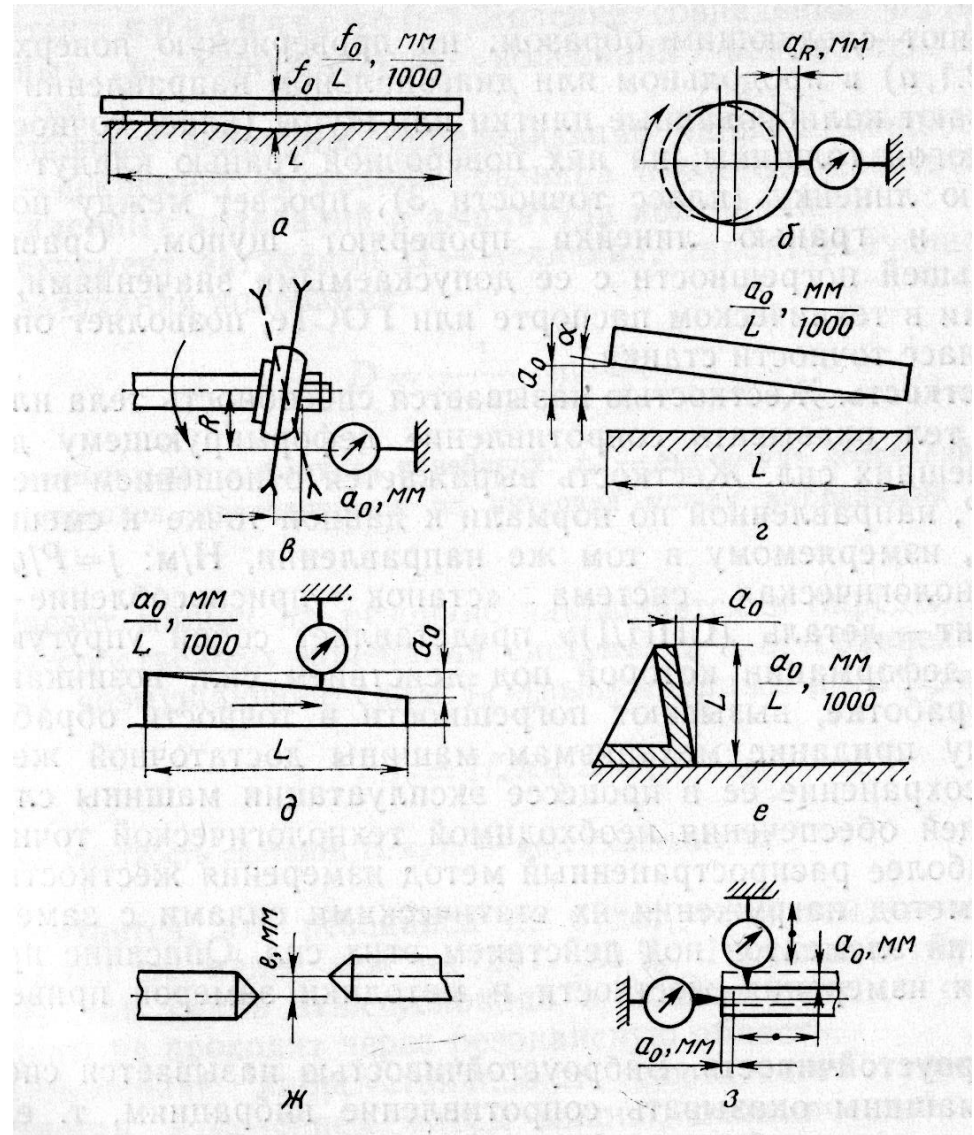
Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Номенклатура показателей технического состояния

- ❖ Показатели назначения - это классификационные показатели (название машины, назначение, техническая характеристика).
- ❖ Показатели функциональной и технической эффективности (производительность, качество обработки деталей: точность и шероховатость).
- Технологическая точность должна обеспечивать взаимозаменяемость деталей при сборке. Методы определения технологической точности методом мгновенных выборок мы рассматривали.
- Параметры шероховатости деревянных поверхностей регламентированы ГОСТ 7016-82. Методы определения шероховатости изделий из древесины установлены ГОСТ 15612-85.
- 8-12 класс $R_{z \max}$ до 60 мкм – МИС 11
- 4-7 класс $R_{z \max}$ 100-500 мкм – ТСП-4
- 1-3 классы $R_{z \max}$ 800-1600 мкм рискомер, индикатор-глубиномер

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- ❖ Геометрическая точность
- ❖ Жесткость (рассматривали).
- ❖ Виброустойчивость.
- ❖ Показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость).



Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- ❖ Показатели безопасности обслуживающего персонала, например, вероятность безопасной работы в течение определенного времени, время срабатывания защитных устройств, сопротивление изоляции токоведущих проводников, наличие блокирующих устройств и сигнализации и т.д. Существуют ГОСТы по безопасности труда.
- ❖ Экологические показатели – характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, например, содержание вредных примесей и пыли, выбрасываемых в окружающую среду.
- Эргономические показатели характеризуют систему «человек-машина»:
 - а) гигиенические показатели (освещенность, температура, влажность, запыленность, излучение, шум, вибрации, токсичность);
 - б) антропометрические показатели – соответствие машины размерам, форме и массе тела человека;
 - в) физиологические и психофизиологические показатели, учитывающие скоростные и силовые возможности человека, а также пороги слуха и зрения;
 - г) психологические показатели – соответствие изделия психологическим особенностям человека. (например машина издает неприятные звуки или выглядит устрашающе).

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

❖ Эстетические показатели:

- а) информационная выразительность;
- б) рациональность формы;
- в) целостность композиции;
- г) совершенство исполнения и стабильность товарного вида.

❖ Экологические показатели – характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, например, содержание вредных примесей и пыли, выбрасываемых в окружающую среду.

❖ Патентно-правовые показатели:

- а) патентная защита (новизна защищена А.С. и патентами);
- б) патентная чистота (не использованы без лицензии А.С. и патенты, возможность беспрепятственной реализации).

❖ Показатели технологичности это показатели трудоемкости, материалоемкости и себестоимости.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- **Надежность оборудования**

Надежность это свойство объекта сохранять во времени и установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Надежность – сложное свойство, состоящее из сочетания свойств: ***безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.***

Безотказность – свойство машины непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Характеризуется показателем наработка на отказ T_0 . Показатель определяет наработку изделия, приходящуюся в среднем на один отказ. T_y – установленная безотказность при вероятности $V=0,95$.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Вероятность безотказной работы $P(t)$ (его еще называют коэффициент надежности $P(t)$) - характеризует вероятность того, что в заданном интервале времени $t=T$ не возникнет отказа машины.

Долговечность – это свойство машины сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Долговечность оценивается средним ресурсом по точности $T_{рт}$. $T_{рт}$ определяется средней наработкой изделия от начала эксплуатации до выхода за пределы норм точности, регламентированных стандартами и техническими условиями.

Ремонтопригодность – это свойство изделия, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

- Для оценки ремонтнопригодности используется среднее время восстановления работоспособного состояния T_v и удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания и ремонтов $S_{т.о.р.}$

$$\bar{S}_{т.о.р.} = \frac{\sum S_{ТО} + \sum S_{РЕМ}}{\sum T} \quad \frac{\text{сумма времени ТО и ремонтов}}{\text{суммарная наработка}}$$

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортировки. Имеет значение для современного оборудования, имеющего системы управления, сильно подверженные процессам старения.

Комплексным показателем надежности является коэффициент технического использования $K_{\text{ти}}$

$$K_{\text{ти}} = \frac{T_{\text{раб}}}{T_{\text{раб}} + \sum_{i=1}^n T_{\text{рем}}}$$

Используется и такой показатель как коэффициент готовности – вероятность того, что машина окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

• Причины возникновения, физическая сущность и классификация отказов

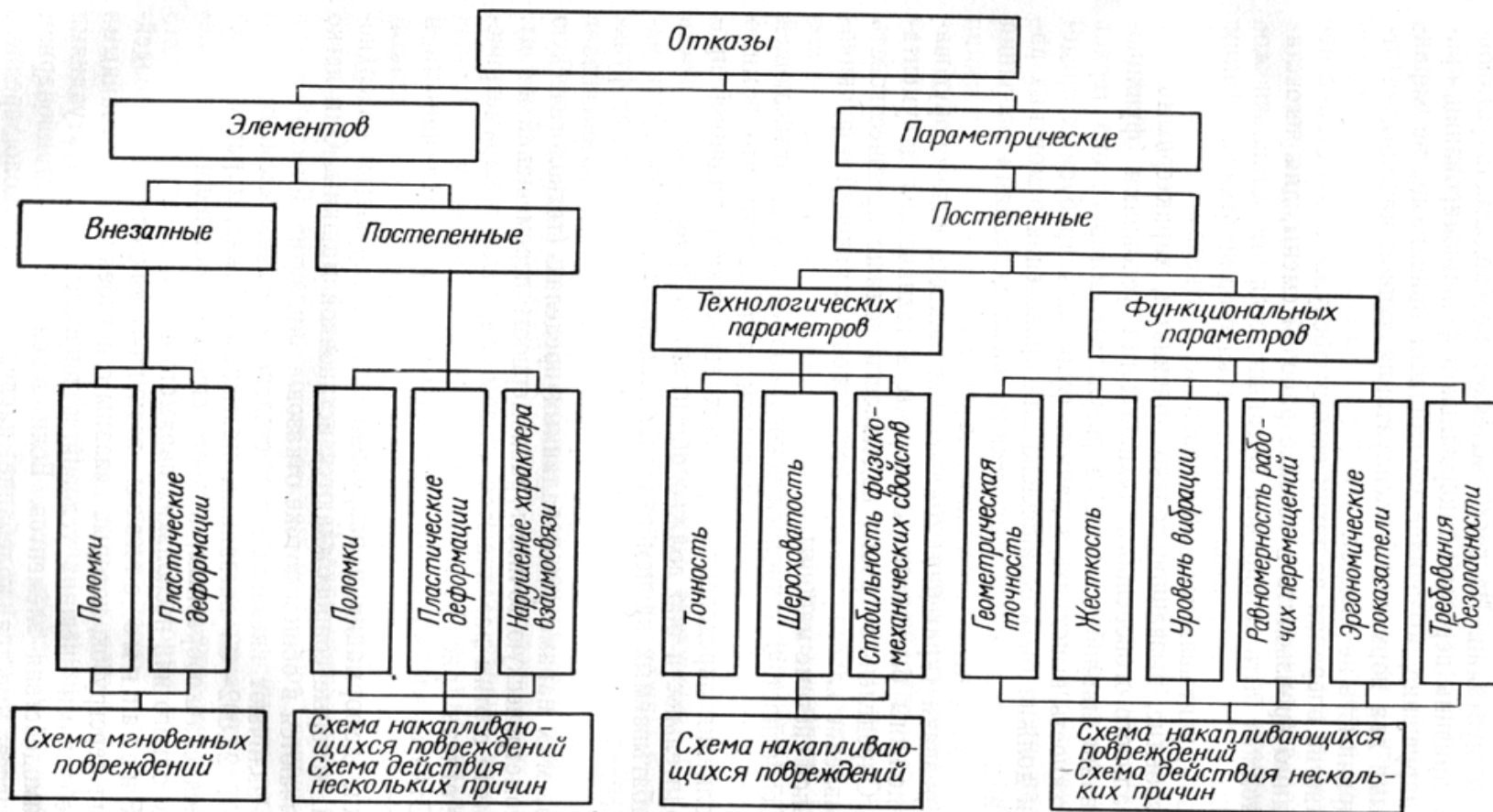


Рис. 3.1. Классификация отказов

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- **Внезапные отказы** элементов машины возникают как следствие воздействия перегрузок, которые связаны с неизбежными случайными колебаниями нагрузки.
- Поток внезапных отказов имеет экспоненциальный закон распределения с постоянной интенсивностью $\lambda = \text{const}$. Вероятность безотказной работы описывается уравнением

$$P(t) = e^{-\lambda t} \text{ и следовательно}$$

$$\ln P(t) = -\lambda t$$

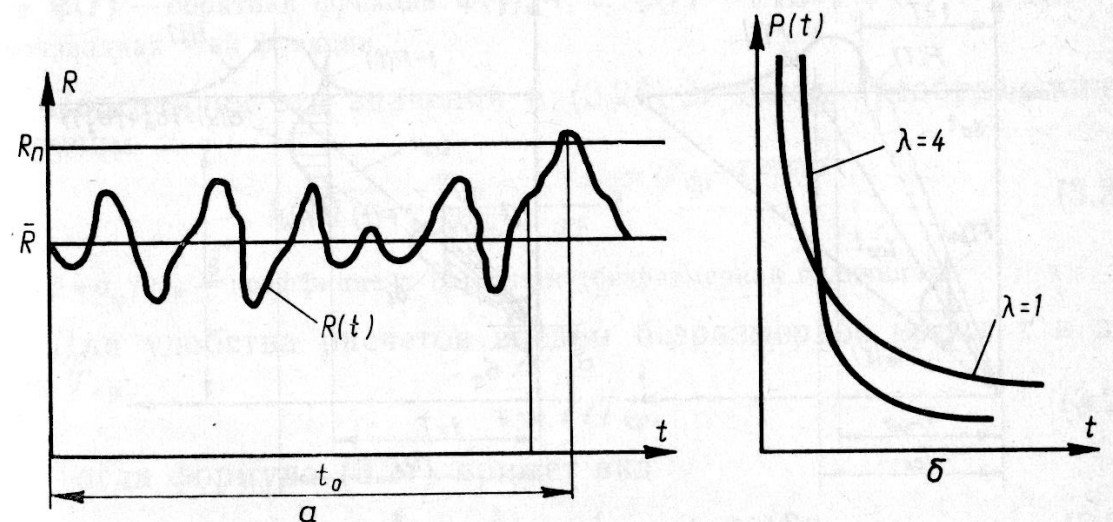
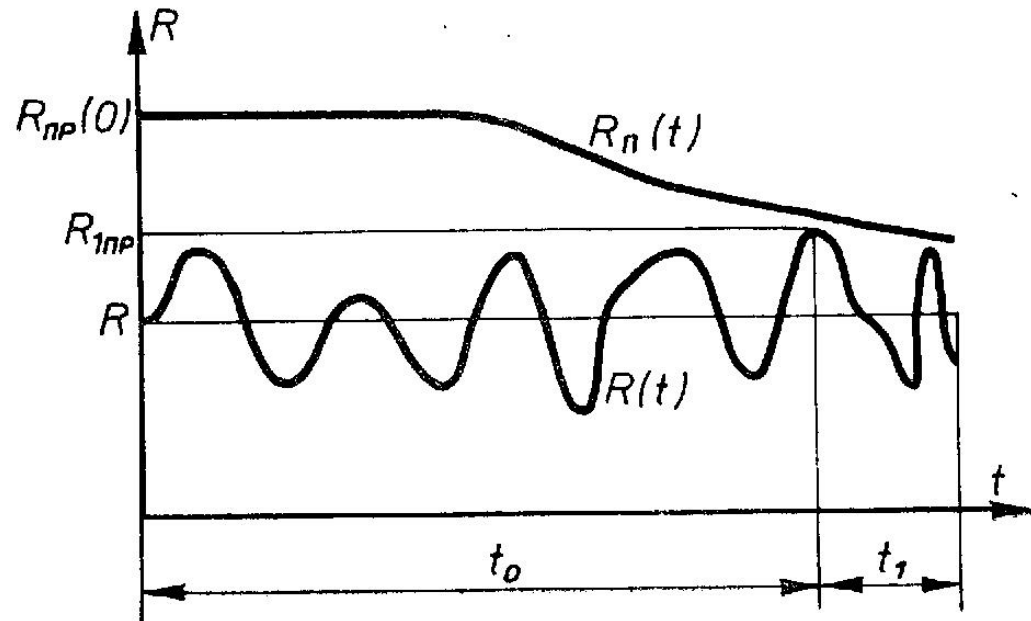


Рис. 3.2. Внезапный отказ:

a — схема формирования отказа; b — экспоненциальный закон распределения вероятности безотказной работы

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

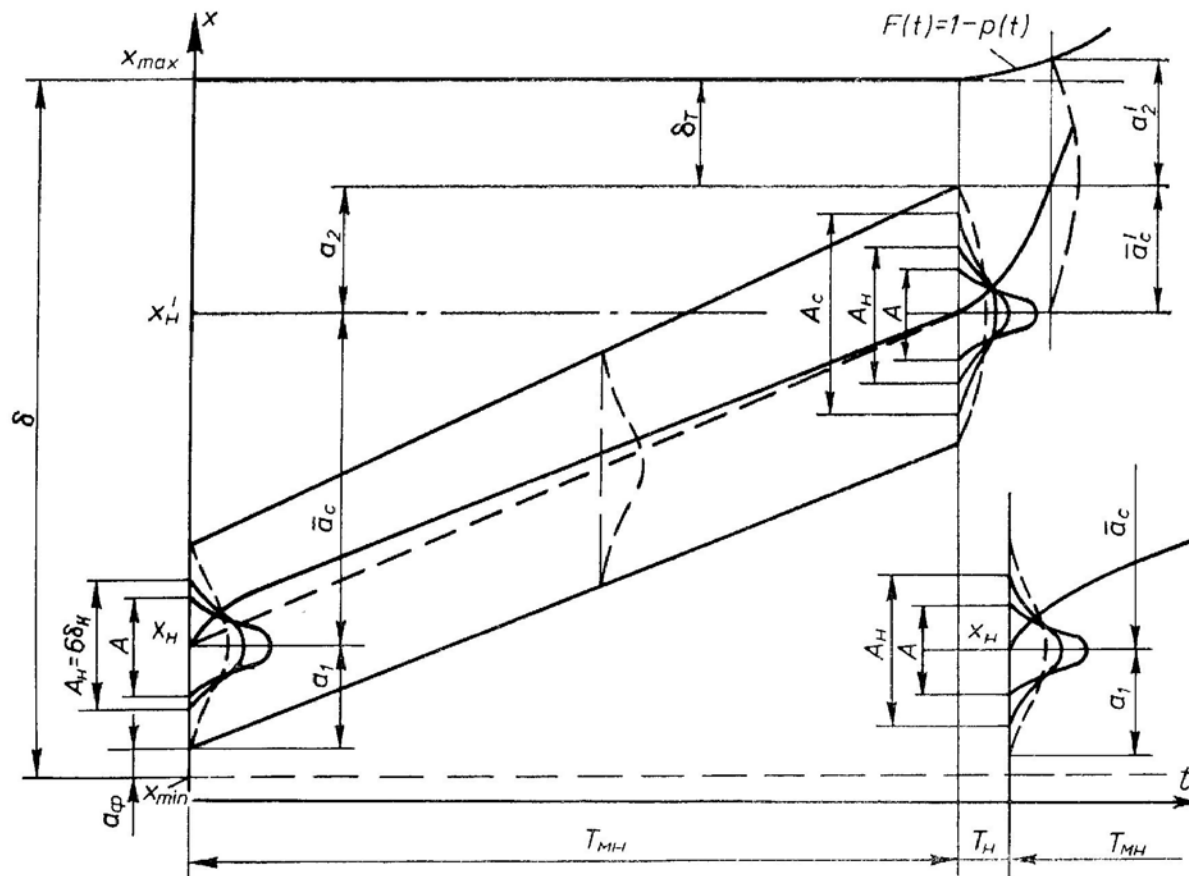
- **Постепенные отказы** элементов машины происходят в результате накапливающихся повреждений (износ, усталость). Деталь теряет прочность и ломается или деформируется. Это постепенный отказ с внезапным его проявлением.
- Усталостные разрушения относят к постепенным отказам, так как на вероятность отказа влияет время предшествующей эксплуатации (число циклов нагружения).



Параметрические отказы не связаны с поломками, но приводят машину в состояние, когда выходные характеристики выходят за допустимые пределы и машина начинает выпускать бракованную продукцию. При этом машина продолжает функционировать, но процент брака постоянно увеличивается.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- Схема изменения технологической точности



- В конце межналадочного периода может наступить период ускоренного износа инструмента.

Определение надежности машины

Для расчета показателей надежности нужна информация об отказах машины и её элементов или о скорости и характере процесса старения. Имея такую информацию можно прогнозировать поведение машины

Используют в основном 3 основных источника информации о надежности машины:

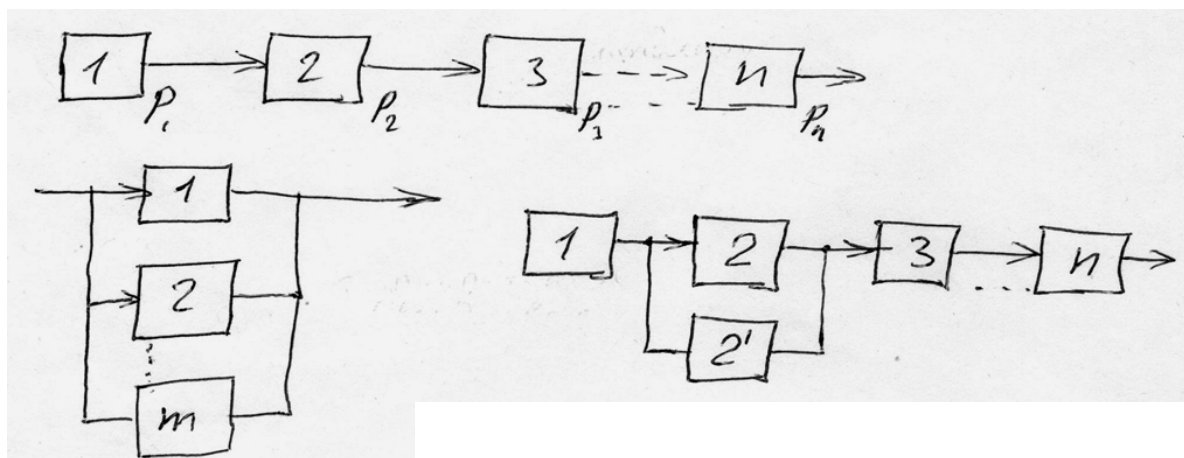
- **эксплуатационные испытания;**
- **стендовые испытания;**
- **аналитический (расчетный) метод.**
- В процессе испытаний определяют фактические сроки службы основных деталей машины, выявляют наименее долговечные; устанавливают причины отказов; исследуют динамику износа основных деталей и узлов; рассчитывают показатели надёжности и закономерности их изменения во времени.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Один из методов расчета рассматривает машину как сложную систему, состоящую из отдельных узлов, деталей, агрегатов, систем управления и т. д.

Элементами в автоматической линии служат отдельные станки и агрегаты; в рабочей машине – функциональные узлы; в узле – детали, сопряжения, поверхности.

Элементы могут быть соединены в систему последовательно, параллельно и последовательно-параллельно.



Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Большинство систем д/о оборудования состоит из последовательно соединённых элементов. Если один элемент выходит из строя, вся система перестаёт функционировать.

Вероятность безотказной работы такой системы

$$P(t) = P_1 P_2 \dots P_n = \prod_{i=1}^n P_i$$

Если имеют место только внезапные отказы

$$P_1 = e^{-\lambda_1 t} \quad P_2 = e^{-\lambda_2 t} \quad P_n = e^{-\lambda_n t}$$

$$P(t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t} = e^{-\lambda_0 t}$$

где

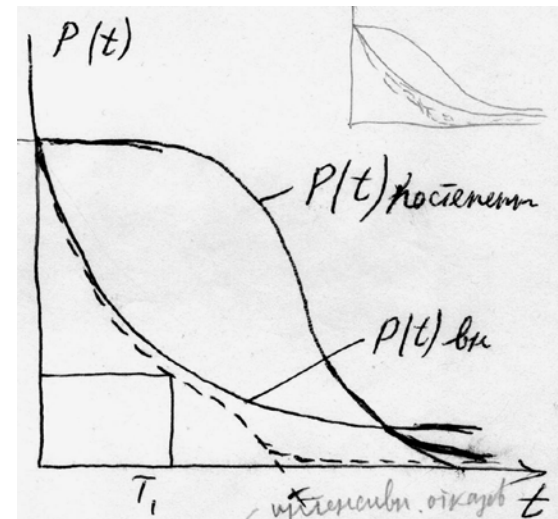
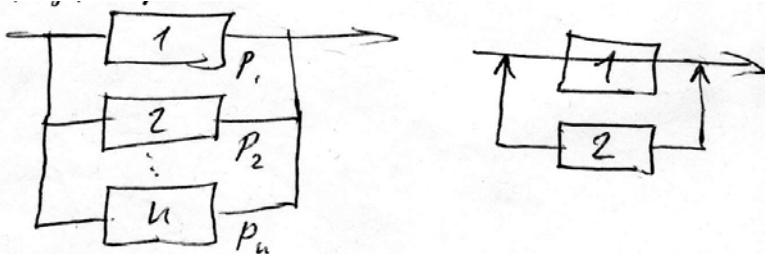
$$\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- В большинстве случаев имеют место и внезапные и постепенные отказы. В этом случае вероятность безотказной работы системы

$$P(t) = P_{\text{пост}}(t) \cdot P_{\text{вн}}(t)$$

Для повышения надёжности сложных систем применяют Резервирование. Различают Нагруженное и ненагруженное Резервирование.



Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- В нагруженном резервировании вероятность отказа

$$F(t) = F_1 \cdot F_2 \cdot F_n = \prod_{i=1}^n F_i$$

И вероятность безотказной работы

$$P(t) = 1 - F(t) = 1 - \prod_{i=1}^n F_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

Средняя наработка на отказ T_i является величиной обратной интенсивности отказов λ_i

$$T_i = \frac{1}{\lambda_i}, \quad \lambda_i = \frac{1}{T_i} \quad \text{и} \quad P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}}$$

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- При ненагруженном (холодном) резервировании вероятность безотказной работы

$$P^x(t) = e^{-\frac{t}{T_o}}$$

Средняя наработка на отказ при холодном дублировании определяется по формуле

$$T_o = \frac{1}{\lambda} + \frac{0.5}{\lambda M},$$

где M – среднее время восстановления работоспособности (время ремонта), ч.

Пример расчета надёжности сложной системы

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

- **Закономерности изменения и методы управления техническим состоянием оборудования в эксплуатации**
МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Техническое состояние оборудования в процессе эксплуатации изменяется.

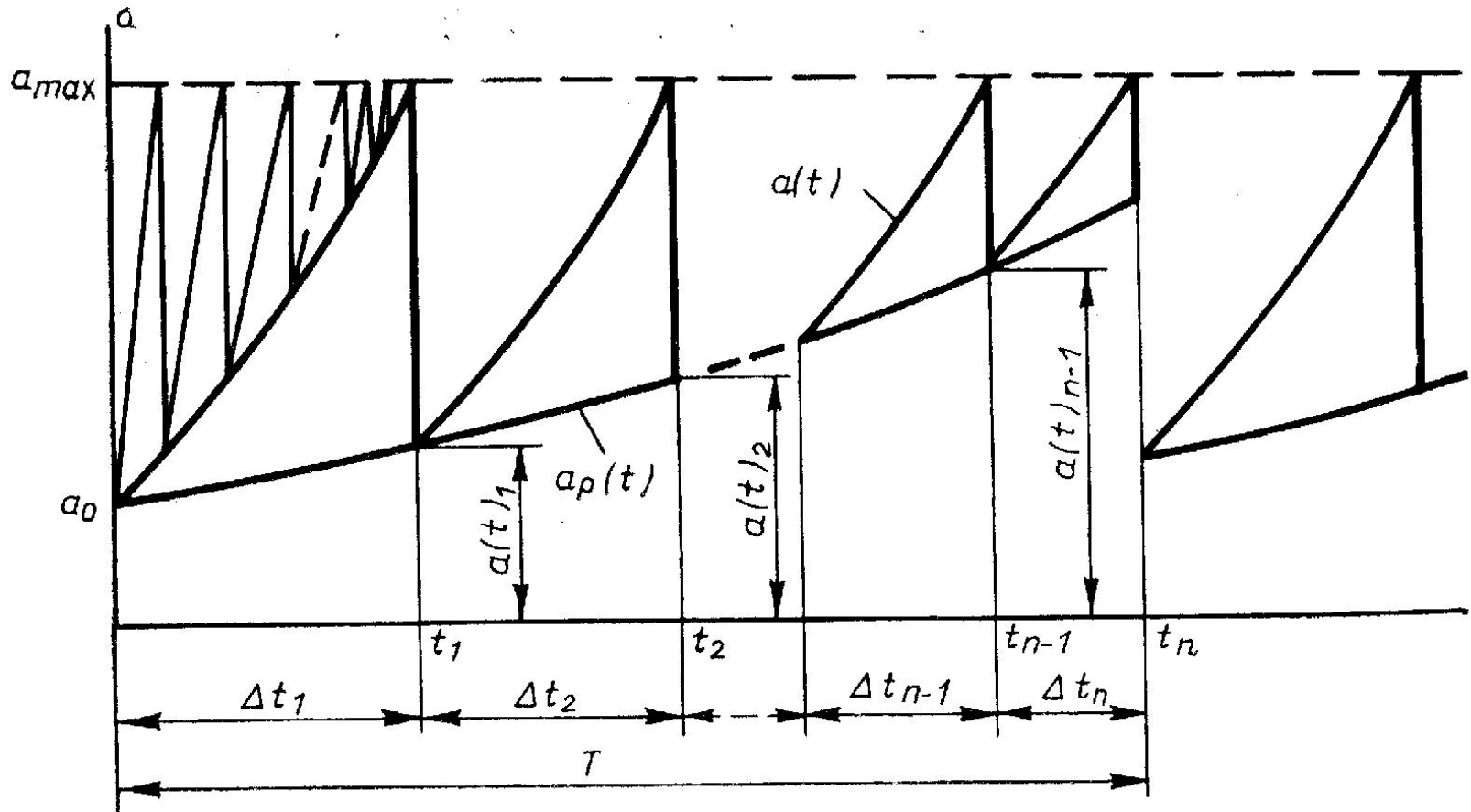
В результате медленно протекающих процессов старения машина из **работоспособного состояния** переходит в **неработоспособное**. Граница между этими состояниями зависит от требований производства.

Работоспособное состояние восстанавливается в результате мероприятий технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Точность машины в эксплуатации меняется в пределах допуска на обработку от a_0 до a_{max} .

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Графическая интерпретация математической модели технологической долговечности



Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием
оборудования в процессе эксплуатации

$a(t)$ - точность работы в начале межналадочного периода
(разрегулировочная кривая);

$a_p(t)$ – точность отрегулированной машины (кривая износа);

a_0 - начальная точность машины;

a_{max} – максимально допустимая неточность машины;

Δt – время работы между регулировками;

T - время работы между ремонтами.

В момент времени T дальнейшая эксплуатация машины нецелесообразна так как время между регулировками сильно сокращается. В этот момент производится ремонт машины, но достичь начального уровня a_0 не удастся, так как ремонтируются не все детали и узлы машины.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Электронный архив УГЛТУ

Приблизительно можно считать

$$a(t) - a_p(t) = K (t_i - t_{i-1});$$

При $t_i - t_n$

$$a_{max} - a_p(t_n) = K \cdot \Delta t_n$$

Исследованиями доказано, что скорость изменения потери точности вследствие износа $(a_p(t) - a_0)'$ пропорциональна точности (в пределах межрегулировочного периода)

$$(a_p(t) - a_0)' = a_p(t)' = \lambda a(t),$$

где λ - коэффициент пропорциональности.

Решая это дифференциальное уравнение получим выражение для определения длительности межрегулировочных промежутков

$$\Delta t_i = \frac{-\ln\left(1 - \frac{\lambda \Delta t_{i-1}}{1 + \lambda \frac{a_{max}}{K}}\right)}{\lambda} .$$

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Электронный архив УГЛТУ

Период работы до ремонта

$$T = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad ;$$

Коэффициенты K и λ рассчитываются по формулам

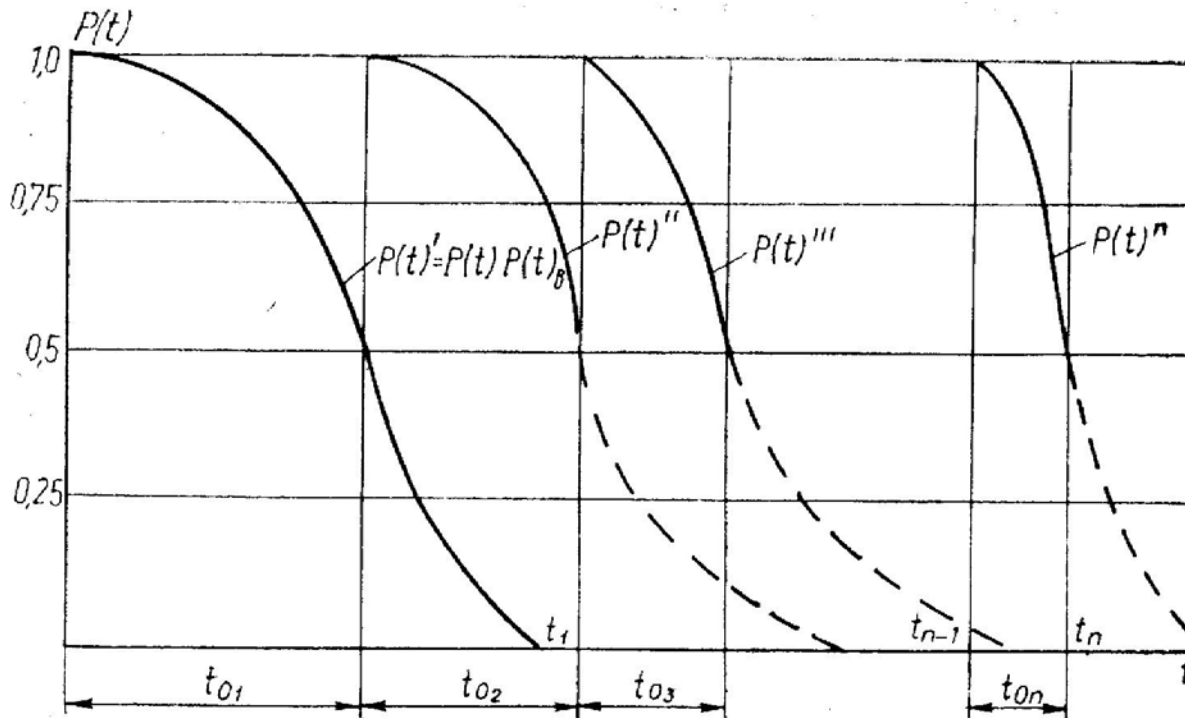
$$K = \frac{a(t_i) - a_p(t_i)}{\Delta t_i} \quad ;$$

$$\lambda = \frac{2}{\Delta t} \cdot \frac{a_p(t_i) - a_p(t_{i-1})}{a(t_i) + a_p(t_{i-1})} \quad .$$

$a(t_i)$, $a_p(t_i)$, $a_p(t_{i-1})$ — определяются из экспериментальных замеров.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Модель безотказности



Модель безотказности показывает характер изменения вероятности безотказной работы $P(t)$ во времени.

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Предельный уровень безотказности после которого работа машины нецелесообразна для механических систем д/о оборудования принимают равным $P(t)_{\text{пред}} = 0,5 \dots 0,8$.

В момент времени t_{oi} машина должна подвергаться операциям восстанавливающим её качество до максимально возможного $P(t) \rightarrow 1$. Затем цикл вновь повторяется, но закон изменения $P(t)$ может отличаться от $P(t)$ так как не все узлы ремонтируются одновременно.

В общем виде

$$P(t) = P_{\text{пост}}(t) \cdot P_{\text{вн}}(t)$$

$P_{\text{пост}}(t)$ - изменяется в соответствии с нормированной функцией Лапласа;
 $P_{\text{вн}}(t)$ - изменяется в соответствии с экспоненциальным законом.

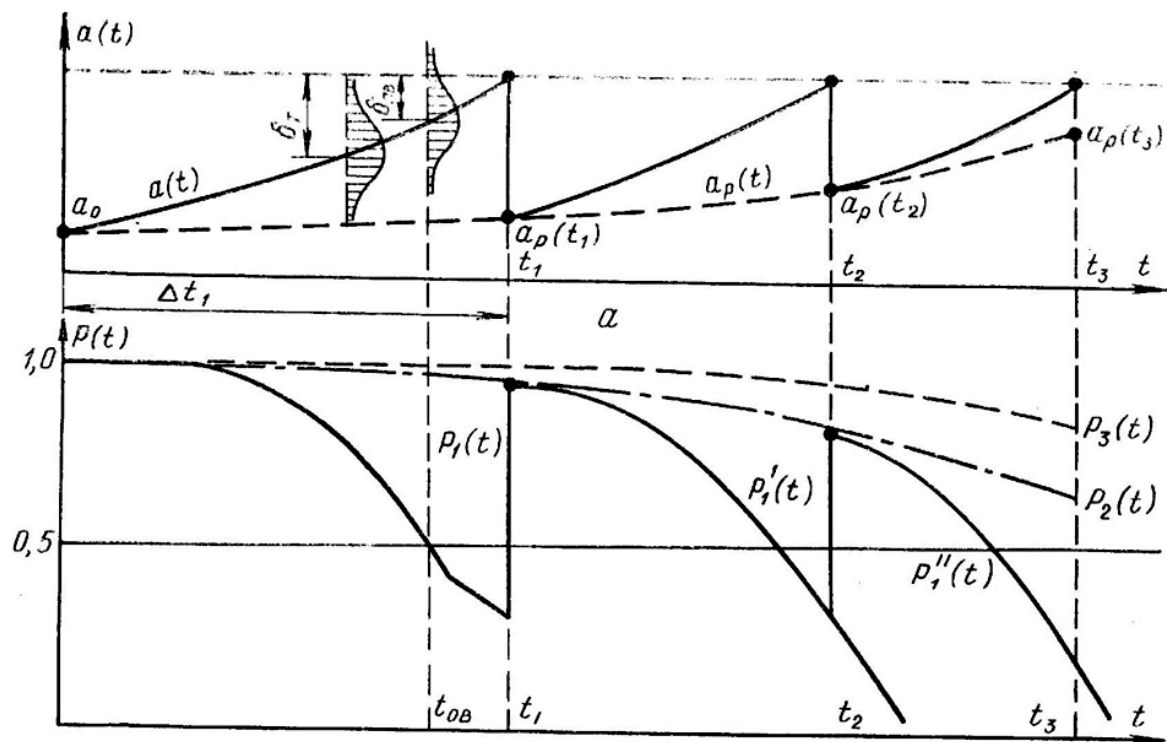
И общий вид распределения вероятности безотказной работы, моделирующей техническое состояние станка будет иметь вид

$$P(t) = e^{-\left(\frac{Kt}{Q}\right)^\delta} [1 - F_0(tg\beta t)]$$

Вывод в учебнике Амалицкого, стр. 75...78

Теоретические основы оптимального управления техническим состоянием оборудования в процессе эксплуатации

Модель технического состояния оборудования



Техническое состояние оборудования характеризуется его технологической точностью (долговечностью) и безотказностью элементов.

Изнашивание машин и смазка

3. Изнашивание машин и смазка

- Вопросы трения и смазки изучает наука «трибоника».
- Трибоника занимается проблемами:
 - 1) улучшения качества смазочных материалов;
 - 2) разработкой новых антифрикционных материалов;
 - 3) разработкой технологических, конструкционных и эксплуатационных методов повышения износостойкости.

Трение и его виды

Слой смазки 0,01 мм снижает износ в 100 раз.

Различают трение **внутреннее** – в самой среде, жидкости или газе и **внешнее**, связанное с контактом твердых тел при их относительном движении. Внешнее трение - это явление сопротивления относительному перемещению.

- **Сила трения T** – это сила сопротивления относительному перемещению двух тел при трении, направленная противоположно перемещению.
- Различают ***трение покоя*** – это трение при малом относительном перемещении до перехода от покоя к скольжению и ***трение движения***. Трение движения бывает трех видов: трение скольжения, трение качения и трение качения с проскальзыванием.
- **Внешнее трение** протекает в тончайших приповерхностных слоях на границе раздела твердых тел в зоне контакта. Сила трения зависит от физико-механических свойств этих слоев. Для уменьшения силового взаимодействия трущихся тел применяют смазку.

- В зависимости от состояния поверхностей различают:
- **трение без смазки**, характеризуется объемным деформированием материала и преодолением межмолекулярных связей;
- **граничное трение**, характеризуется наличием на поверхностях трения тонкого слоя жидкости ($\sim 0,1$ мкм), обладающего свойствами, отличающимися от объемных. Обычные уравнения гидродинамики неприменимы. Полностью износ не устраняется, так как имеются разрывы тонкого слоя смазки, усталостные напряжения в материале и пластические деформации микронеровностей. Коэффициент трения $0,01 \dots 0,15$.
- **жидкостное трение**, характеризуется наличием слоя жидкости между поверхностями трения, в котором проявляются её объемные свойства. Контакт трущихся поверхностей устраняется. Износ за счет разрушения окисной пленки на поверхности трения. Коэффициент трения $0,001 \dots 0,01$.

Классификация видов изнашивания

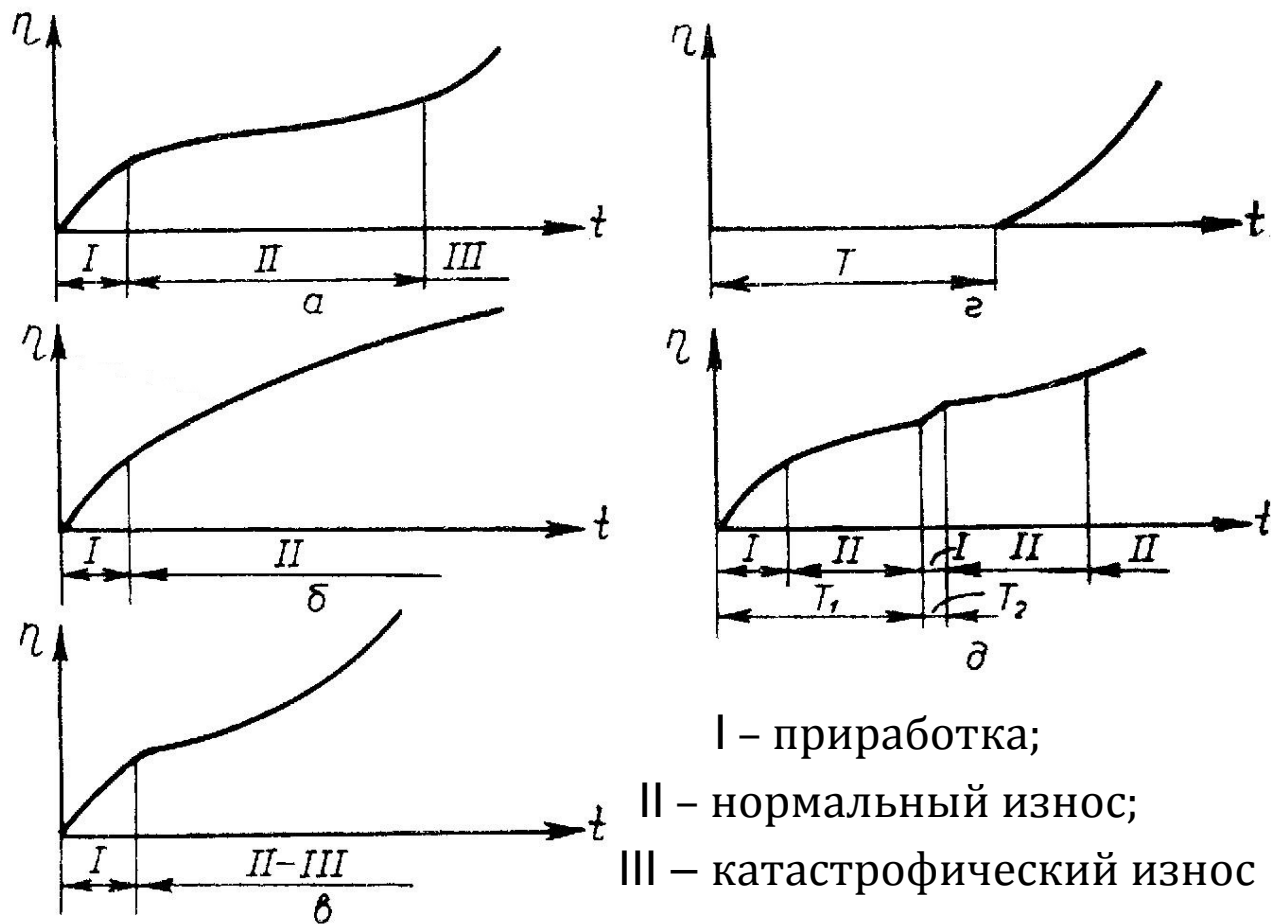
Изнашивание – это процесс постепенного изменения размеров тела при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения материала и его остаточной деформации. **Износ** η измеряется в направлении перпендикулярном поверхности трения.

Скорость изнашивания $\xi = d\eta/dt$, t – время износа.

Интенсивность изнашивания $l = d\eta/dS$, S – путь.

Износостойкость величина обратная скорости или интенсивности изнашивания $1/\xi$; $1/l$. Износостойкость характеризует свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию.

Кривые износа простейших сопряжений



Все виды изнашивания можно разделить на механические, молекулярно-механические и коррозионно-механические.

Классификация видов изнашивания

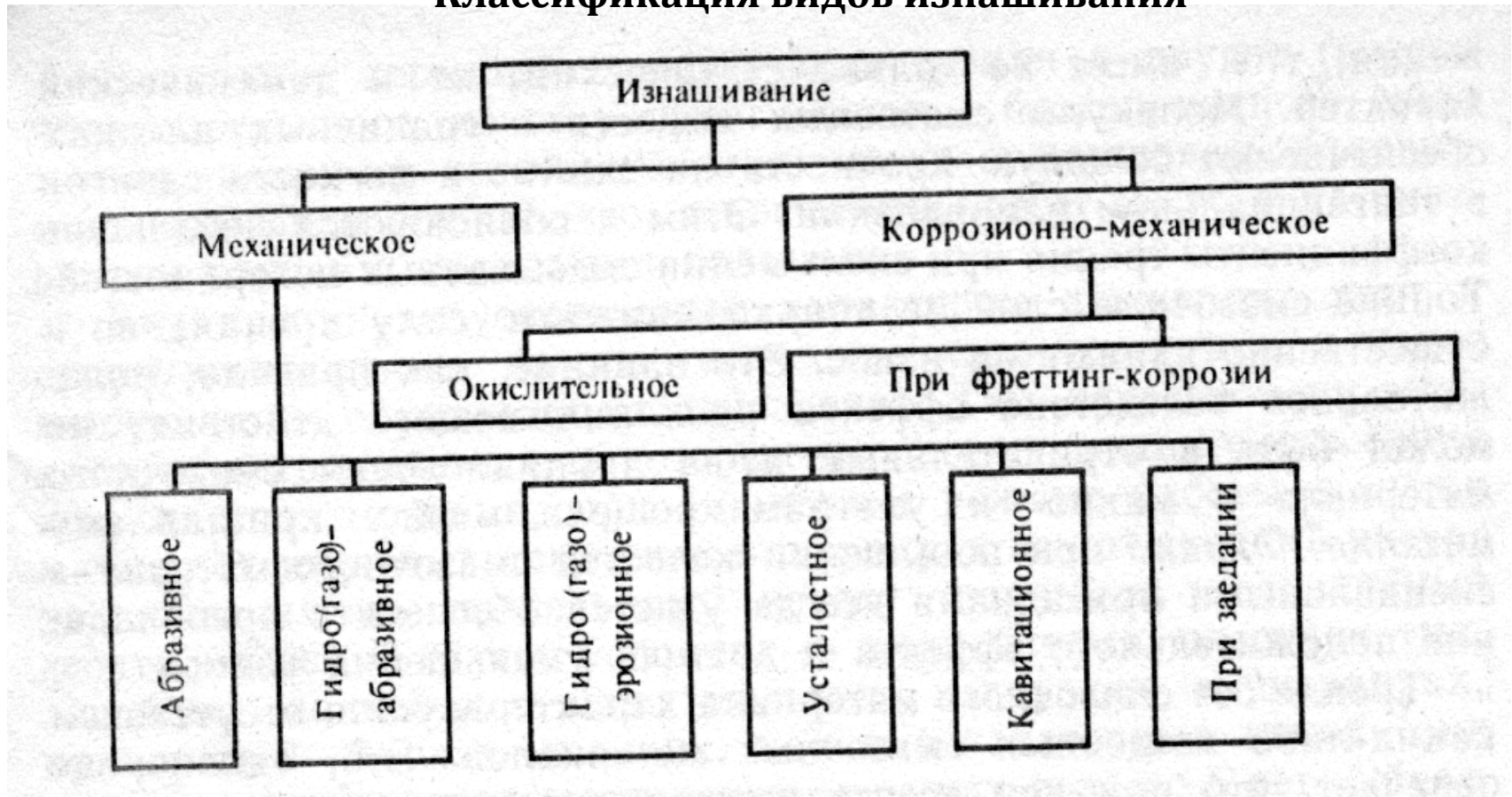


Рис. 22. Виды изнашивания в машинах

- **Механическое изнашивание:**

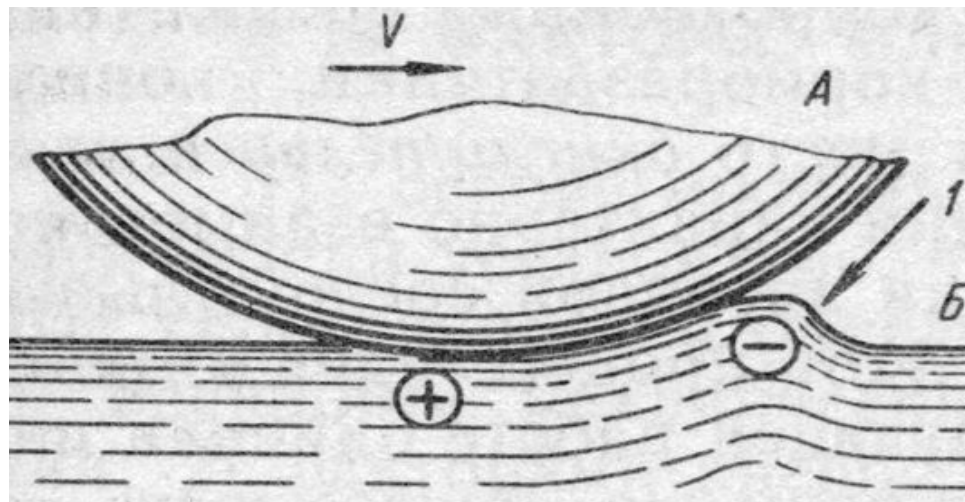
Абразивное изнашивание под действием режущего или царапающего действия твердых тел или частиц (грязь, песок, стружка и опилки). Характерно для деревообрабатывающего оборудования (формообразующие элементы: столы, направляющие, каретки, вальцы и т.д.). В древесине примерно 1% кремневых соединений. Большое количество примесей в смазке.

Гидроабразивное изнашивание – это изнашивание в результате воздействия твердых тел и частиц, увлекаемых потоком жидкости (масла). Подвержены такому изнашиванию гидросистемы станков.

Газоабразивное изнашивание – тоже что и гидроабразивное изнашивание, только рабочая среда – воздух. Подвержены стружкоотсасывающие установки.

Усталостное изнашивание – изнашивание поверхности трения в результате повторного деформирования микрообъемов материалов, приводящего к возникновению трещин и отделению частиц.

Усталостное изнашивание характерно для узлов трения защищенных от попадания абразивных частиц, не подверженных коррозии и схватыванию, в частности для таких узлов трения, как зацепление закрытых зубчатых передач, подшипники качения и др. Такой вид изнашивания называют *оспидным изнашиванием, контактной усталостью и питтингом*.



Эрозионное изнашивание под действием потока жидкости (газа) Характерно для деталей насосов, распределителей высокого давления гидропрессов.

Кавитационное изнашивание – изнашивание при относительном движении твердого тела в жидкости. Пузырьки газа и пара, образовавшиеся в потоке жидкости, в области высокого давления лопаются (конденсируются) и происходит гидравлический удар по поверхности, если пузырек был на поверхности. Наблюдается в гидронасосах, трубопроводах и т.д.

Молекулярно-механическое изнашивание имеет место при одновременном механическом воздействии и воздействии молекулярных или атомарных сил. Например, изнашивание при заедании когда происходит схватывание и глубинное вырывание материала. Имеет место при больших удельных давлениях и высоких температурах.

- **Коррозионно-механическое изнашивание** происходит при трении материала, вступившего в химическое взаимодействие со средой.

Встречаются следующие виды такого изнашивания:

Окислительное изнашивание – когда на поверхностях трения имеются окисные пленки. Подвержены все элементы машин.

Изнашивание при фреттинг-коррозии происходит при относительных колебательных перемещениях контактирующих поверхностей в результате вибрации. Протекают процессы схватывания, абразивного разрушения, усталостно-коррозионные явления, например, в направляющих качения.

Изнашивание при трении скольжения

Для условий граничного трения и трения без смазки скорость изнашивания

$$z = kp^m V^n$$

где p – давление на поверхность трения;

V – скорость относительного скольжения;

k – коэффициент износа, характеризующий материал пары и условия изнашивания (смазка);

$m = 0,5...3$; $n = 1$ – для большинства пар трения.

Для абразивного изнашивания $m = n = 1$ и величина линейного износа

$$\eta = zt = kpVt = kpS$$

где $S = Vt$ – путь трения.

Износостойкость зависит от твердости H , предела текучести σ_s , модуля упругости E и др. Больше всего от твердости. Относительная износостойкость абразивного изнашивания для чистых металлов прямо пропорциональна твердости

$$\varepsilon = b \cdot H,$$

где b – коэффициент пропорциональности, $b \approx 7,3$.

Для термически обработанных сталей износостойкость увеличивается с увеличением твердости в меньшей степени.

Условия в зоне контакта зависят от свойств поверхностного слоя, внешних условий (температура, вибрация и др.) и от вида трения и смазки. Велика роль смазки. Чаще всего имеет место граничное трение.

Иногда смазка играет и разрушительную роль. Попадая в микротрещины на поверхности трения, она производит расклинивающее действие и разрушает поверхность.

Изнашивание при трении качения

Имеют место усталостное, окислительное и абразивное изнашивание. Два последних являются сопутствующими. **Усталостное изнашивание (питтинг)** – это процесс интенсивного разрушения поверхности под действием пластической деформации, внутренних напряжений и усталости металлов. На поверхности трения появляются микротрещины, единичные и групповые впадины. Возникают добавочные динамические усилия, вибрация, появляется шум.

Усталостную прочность контактирующих поверхностей оценивают по максимально выдерживаемой материалом величине наибольшего контактного давления P_0 и величине максимального касательного напряжения τ_0 . Эти величины определяются по формулам теории упругости.

Скорость износа пропорциональна расчетному касательному напряжению τ_0 , и обратно пропорциональна твердости H

$$\xi = f\left(\frac{\tau_0}{H}\right)$$

- **Методы измерения износа**

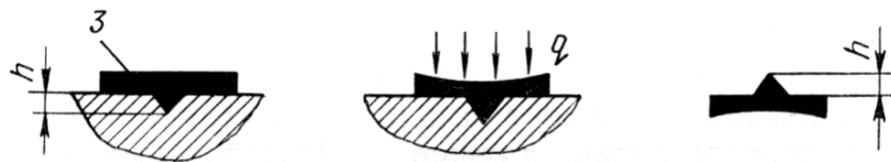
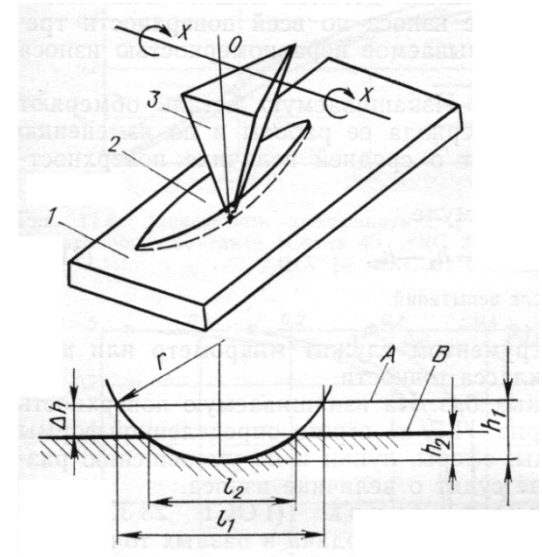
- Используются три метода.
- **1. Интегральный метод.** Определяется суммарный износ по поверхности трения путем взвешивания детали или определением содержания продуктов износа в смазке.
- **2. Дифференциальные методы.** Применяются наиболее широко. Позволяют определить распределение износа по всей поверхности и оценить влияние износа на выходные параметры сопряжения.
- а) *Метод микрометража.* Деталь измеряют в нескольких местах до и после определенного периода работы.
- б) *Метод искусственных баз.* На изнашиваемую поверхность наносят углубления в виде конуса, пирамиды, сферы, лунки и по уменьшению размера в плане судят о величине износа.

- Широко применяется метод вырезанных лунок. Размер лунки: длина до 3 мм, глубина до 15 мкм.

Износ рассчитывается по результатам замеров длины лунки с помощью микроскопа до работы l_1 и после работы l_2 по формуле:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = 0.125(l_1 - l_2) \frac{1}{r}$$

Менее точен метод негативных отпечатков, при котором наносят перпендикулярно друг другу 2 риски: основную длиной 6...10 мм и вспомогательную длиной 4 ... 5 мм. На лунки до работы и после работы накладываются свинцовые пластинки и делаются оттиски по которым на микроскопе МИС-11 определяется износ.



- в) *Метод поверхностной активации (МПА)*. На исследуемой поверхности делается радиоактивная метка глубиной 0,05...0,4мм. Линейный износ определяется по падению радиоактивности без разборки узла трения.
- **3. Метод измерения выходных параметров сопряжения.** Износ оценивается по выходным параметрам сопряжения, что дает косвенное представление о величине износа. Прикладываются силы и измеряются смещения, по которым оценивается износ.

Расчет предельных состояний по износу

Параметрический или функциональный отказ, наступивший вследствие износа какой либо трущейся пары станка, характеризует предельное значение износа для деталей данной пары. В практике предельное значение износа нормируют. Нормированное значение износа выбирают такой величины, чтобы при достижении его параметрический отказ ещё не наступил. Называют такой износ максимально допустимым износом η_{\max} .

Электронный архив УГПТУ Изнашивание машин и смазка

Для деталей ремонтируемых при периодических плановых ремонтах, допустимые износы $\eta_{\text{доп}}$ будут \leq предельных износов η_{max} , так как деталь не должна выйти из строя в течение последнего межремонтного периода T_1 .

Допустимый износ

$$\eta_{\text{доп}} = \eta_{\text{max}} - \xi T_1$$

но

$$\xi = \frac{\eta_{\text{доп}}}{T}$$

и

$$\eta_{\text{доп}} = \eta_{\text{max}} - \frac{\eta_{\text{доп}} \cdot T_1}{T}$$

Если принять $T = k \cdot T_1$,

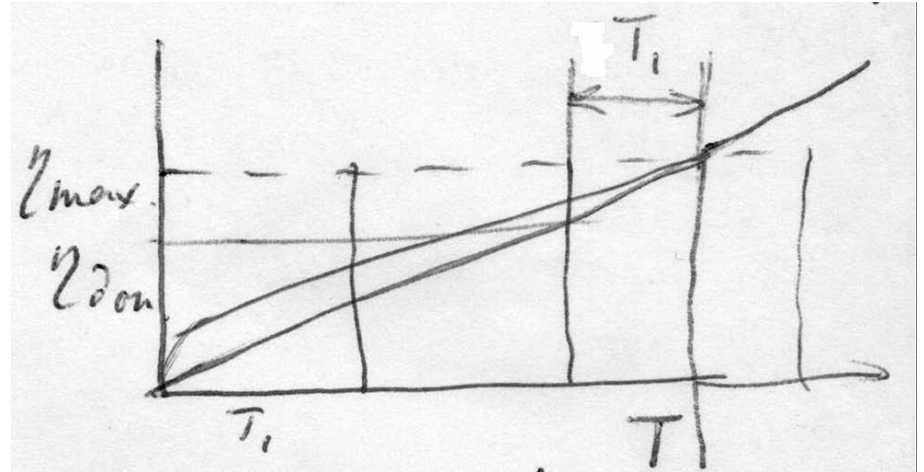
где k – количество межремонтных периодов до выхода детали из строя, то

$$\eta_{\text{доп}} = \eta_{\text{max}} \frac{k}{k + 1}$$

Обычно значение $\eta_{\text{доп}}$ лежит в конце периода нормального износа. Износ направляющих деревообрабатывающих станков не должен превышать 0,2 мм на 1000 мм. Износ шеек вала под подшипниками качения $\leq 0,04$ мм.

Срок службы детали

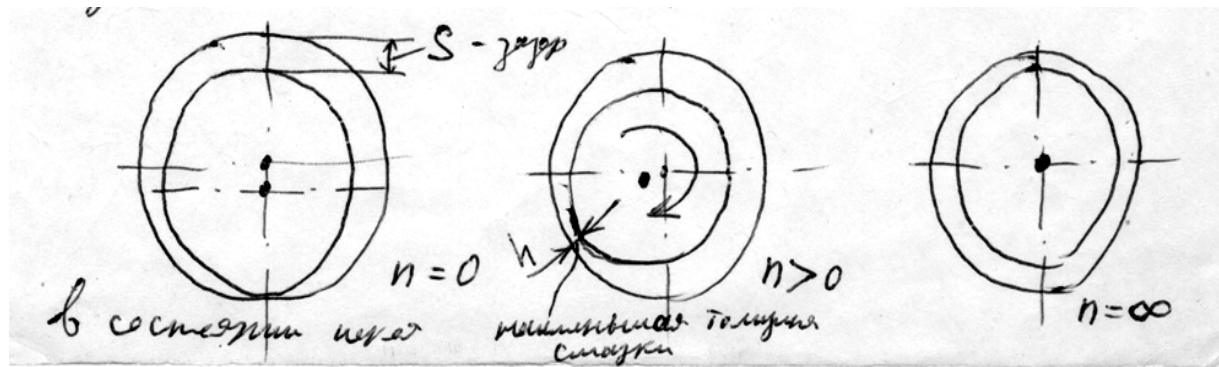
$$T = \frac{\eta_{\text{доп}}}{\xi}$$



Основы упруго-гидродинамической теории смазки

Настоящее жидкостное трение имеет место, когда трущиеся поверхности равномерно обволакиваются слоем масла (смазки).

Рассмотрим работу подшипника скольжения в условиях жидкостного трения.



В состоянии покоя, когда $n=0$, вал опирается на подшипник.

При возрастании частоты вращения $n>0$, вал захватывает смазку и проталкивает её в самую узкую часть клиновой щели. Смазка приподнимает вал и смещает его в сторону движения. Следовательно, при определенной частоте вращения нагруженный вал «всплывает» в подшипнике и рабочие поверхности разделяются слоем смазки. При дальнейшем увеличении частоты вращения центр вала еще приподнимается, и слой смазки становится толще. Трение становится жидкостным.

При $n = \infty$ центр вала и центр подшипника совпадают.

Изнашивание машин и смазка

Наименьшая толщина смазочного слоя в самом узком месте клиновидной щели может быть подсчитана по формуле

$$h = \frac{d^2 n \eta}{18.36 k S \left(\frac{d+l}{l} \right)} \quad \text{мм,}$$

где d – диаметр вала, мм;

η – абсолютная (динамическая) вязкость масла, Па·с;

k – удельная нагрузка на вал, Па;

S – зазор ($d_{\text{подшипника}} - d_{\text{вала}}$), мм;

n – частота вращения, мин⁻¹;

l – длина подшипника, мм.

Чем меньше толщина смазочного слоя, тем вероятнее переход от жидкостного трения к граничному.

Из анализа формулы видно, что величина слоя смазки увеличивается с увеличением диаметра вала, частоты вращения и вязкости смазки. И слой смазки уменьшается с увеличением удельной нагрузки на вал и зазора в подшипнике.

При граничном трении уменьшения износа можно добиться использованием высококачественных смазочных материалов и улучшением качества отделки трущихся поверхностей.

- Основные требования к смазке трущихся поверхностей

Назначение смазки деталей и узлов в том, чтобы уменьшить коэффициент трения, нагрев, износ и непроизводительную потерю энергии. Одновременно смазка защищает детали от коррозии, очищает трущиеся поверхности, может являться уплотняющим средством.

Смазка должна образовывать на трущейся поверхности прочную поверхностную пленку и модифицировать поверхностные слои трущихся материалов, уменьшая коэффициент трения. На эти процессы оказывают большое влияние ПАВ (поверх. активн. вещ.).

Большое значение имеет применение специальных противоизносных присадок, улучшающих условия трения, способствующих снижению износа трущихся деталей и предотвращающих заедание поверхностей.

В качестве смазочных материалов в машинах применяются жидкие масла, пластичные (консистентные) мази и твердые смазки (графит, дисульфид молибдена, фторопласт, графитопласт, капрон, металлокерамические композиции, пластичные металлы и их сплавы и др.)

Типы смазок и их применение

Современные машины и агрегаты характеризуются конструктивной сложностью и повышенной точностью, работой узлов трения при высоких нагрузках, температурах и скоростях. В этих условиях их надежная работа может быть обеспечена только безотказно работающими смазочными устройствами и применением высококачественных смазочных материалов.

Основным руководящим материалом, обеспечивающим правильность и своевременность смазывания поверхностей трения, являются инструкции по эксплуатации оборудования.

Производство смазок и масел базируется на механизмах перегонки нефти, так как нефть – основной и наиболее часто используемый компонент смазок. Кроме неё для изготовления смазочных материалов могут использоваться синтетические или органические масла растительного происхождения. По показателям вязкости все смазки в соответствии с международной классификацией делят на твёрдые, полутвёрдые (пластичные), полужидкие, жидкие, газообразные.

На выбор смазочного материала влияют рабочие нагрузки, условия окружающей среды, тип механизма, скорость движения детали. Общие требования, предъявляемые к смазкам, сводятся к следующему:

- иметь однородную структуру;
- обладать хорошей смазывающей способностью;
- не застывать при низких температурах;
- не содержать влаги и механических примесей;
- иметь хорошую механическую и химико-физическую стабильность;
- создавать герметичную защиту детали;
- обладать антиокислительными свойствами.

Смазка промышленных станков и механизмов производится согласно картам смазки, в которых обозначаются смазываемые места, временной интервал и наиболее подходящая марка смазки. Подшипники качения могут нагреваться до высоких температур. В таких условиях масло не сможет удерживаться в узлах трения, поэтому не обеспечит необходимой защиты. Пластичная смазка имеет стойкий коллоидный каркас, благодаря которому при нормальных температурах вещество остаётся полутвёрдым, а при более интенсивных нагрузках приобретает свойства жидких масел, сохраняя все защитные и антифрикционные свойства.

Система смазки станка предусматривает применение жидких минеральных масел и пластичных смазок с подходящими показателями вязкости и пенетрации (проникающей способности). Выбор конкретной марки смазки зависит от условий работы станка и скоростей эксплуатации узла. Чем выше скорость относительного скольжения и меньше удельное давление в узле трения, тем более жидким должен быть смазочный материал.

Смазка выполняет ряд важных функций в механизме: уменьшает коэффициент трения, благодаря образованию смазочной плёнки, способствует отводу тепла от детали, уменьшает удельную нагрузку.

Смазка станков должна проводиться с определённой периодичностью, так как со временем смазка испаряется, стекает, загрязняется и начинает терять свои защитные свойства.

Квалифицированное обслуживание оборудования позволяет повысить КПД работы станков, увеличивает ресурс его деталей, гарантирует точное функционирование механизма и значительно снижает потери энергии при трении.

Необходимое количество смазочных материалов определяют, руководствуясь данными карты смазки и инструкцией по эксплуатации станка.

Жидкая смазка применяется при высоких скоростях скольжения. Применение жидкой смазки позволяет создать режим жидкостного трения без соприкосновения металлических поверхностей, а, следовательно, при минимальном износе трущихся поверхностей.

Положительные свойства жидких смазок:

- 1) низкий коэффициент внутреннего трения (малое сопротивление трению);
- 2) охлаждающее действие;
- 3) возможность смены без разборки узла;
- 4) возможность повторного использования смазки (регенерации);
- 5) возможность контролирования подачи смазки.

Недостатки: 1) легкое вытекание из корпуса, необходимость применения надежных уплотнительных устройств; 2) чувствительность к повышению температуры t° (вязкость с увеличением t° уменьшается).

Цифры в обозначении масел указывают, как правило, кинематическую вязкость. Например И-5А, ИГП-8, ИГП-72, ИРп-150 .

Для обслуживания узлов, находящихся в тяжелых условиях работы и испытывающих критические нагрузки, применяются специальные смазочные материалы – **пластичные, или консистентные смазки**. Их главная особенность – способность менять агрегатное состояние и совмещать признаки твёрдого и жидкого тела в зависимости от окружающих условий и эксплуатационных нагрузок. Пластичные смазки состоят из базового масла загущенного мылами, а также присадок и разнообразных добавок, которые улучшают рабочие характеристики продукта, позволяя увеличить срок службы смазки и КПД агрегатных узлов. Во многих случаях пластичная смазка наносится на весь срок службы детали и требует замены только при ремонте.

Для консистентных смазок основной характеристикой является температура каплепадения, при которой происходит падение первой капли смазки.

Пластичные смазки условно можно разделить на две большие группы:

- смазки общего назначения, применяемые в широком спектре узлов промышленных агрегатов, транспорта и строительной техники;
- специальные смазки, предназначенные для применения в конкретных областях и рассчитанные на специфические условия работы.

К *смазкам общего назначения* относят смазочные материалы, пригодные для применения в различных узлах трения, начиная от ступичных подшипников и заканчивая шарнирами равных угловых скоростей. Они водостойки, способны работать в широком диапазоне скоростей, имеют стабильные защитные свойства. Смазки общего назначения обычно используются для обслуживания узлов трения в станках на промышленных предприятиях, сельскохозяйственной техники, механического или ручного рабочего инструмента. Однако они не заменяют морозостойкие и другие виды отраслевых смазок. Наиболее известные продукты – Графитная смазка, Солидол, Консталин, Циатим, Литол-24.

- К *специальным смазкам* относятся:
- - **смазки для электрических машин:** ВНИИНП-242, ЛДС-1, ЛДС-3, СВЭМ;
- - **автомобильные:** Литин-2, ШРУС-4, ДТ-1, ШРБ-4;
- - **термостойкие смазки** – могут работать при температурах до 150 - 200°C, а некоторые и выше. Используются, например, в узлах нанесения клея-расплава кромкооблицовочных машин. Это дорогие смазки и использовать их в нормальных условиях работы не рационально.

Способы и системы смазки

Классификация способов смазки. Различают индивидуальный и централизованный способы смазки. При индивидуальном способе смазка подводится к каждой трущейся паре отдельным независимым устройством. При централизованном способе одно устройство обеспечивает смазку нескольких трущихся пар.

По времени действия смазка бывает периодической и непрерывной. При периодической смазке, смазка подается порциями через некоторые промежутки времени. Непрерывной называется смазка, подаваемая непрерывно или через короткие одинаковые промежутки времени.

Смазка может подаваться без принудительного давления за счет силы тяжести или капиллярных свойств специальных фитилей и с принудительным давлением, создаваемым насосом с механическим или ручным приводом.

Смазка может быть использована однократно или многократно. В последнем случае, пройдя через трущиеся поверхности, смазка снова возвращается к ним для повторного использования (это относится только к жидкой смазке). По характеру циркуляции масла в системе разливают проточные и циркуляционные системы. При проточной системе масло после использования не возвращается к трущимся парам. В циркуляционной системе отработавшее масло многократно возвращается к трущимся парам, предварительно пройдя очистку.

Подбор смазочных материалов и особенности их эксплуатации

1. Смазочные материалы для подшипников качения и скольжения

При выборе марки смазки нужно обращать внимание на рабочую температуру смазки. Чаще всего используется для смазки подшипниковых узлов в нормальных условиях литиевая консистентная смазка Литол 24.

Наиболее употребляемый способ смазывания подшипников качения мазями – набивка. Смазку закладывают в корпус подшипника примерно на 2/3 его объема. Ориентировочное количество смазки Q , в граммах можно подсчитать по формуле:

$$Q = 3,5d$$

где d – диаметр вала, мм.

Пополнение смазки выполняют через пресс-масленки или при снятой крышке подшипника. Широко распространилась практика использования закрытых подшипников с заложеной в них смазкой на весь срок службы подшипников. Такие узлы не требуют пополнения смазки.

При высоких скоростях могут использоваться жидкие смазки, которые подаются в подшипник через масленки (фитильные, наливные, плунжерные и др.) или организуется непрерывная подача масла из резервуара.

2. Смазочные материалы для направляющих скольжения

Для смазки направляющих скольжения предпочтительней минеральные масла. Пластичные смазки используются только в тех случаях, когда в силу каких-либо обстоятельств невозможно или затруднено смазывание маслами. Смазки легко засоряются пылью, стружкой и, удерживая их в себе, создают неблагоприятные условия для работы направляющих. Масла смывают стружку и абразивы и предупреждают тем самым износ. Используется централизованная или индивидуальная система смазки.

3. Масла для зубчатых и червячных передач

Смазочные материалы для передач выбираются с учетом режима работы, нагрузок, скоростей и температуры. Для червячных передач масла должны содержать антифрикционную, а для гипоидальных – противозадирную присадки.

Зубчатые передачи при окружных скоростях шестерни до 15 м/с смазываются посредством масляных ванн. При циркуляционном смазывании давление масла из сопла не должно превышать 0,05...0,08 МПа.

4. Масла и масляные смазки для цепей

Масла дают лучшие результаты смазки, так как легче проникают в зазоры. Перед нанесением на цепь пластичные смазки следует слегка нагреть. Для предотвращения загрязнения цепи механическими примесями излишки смазочного материала снимаются.

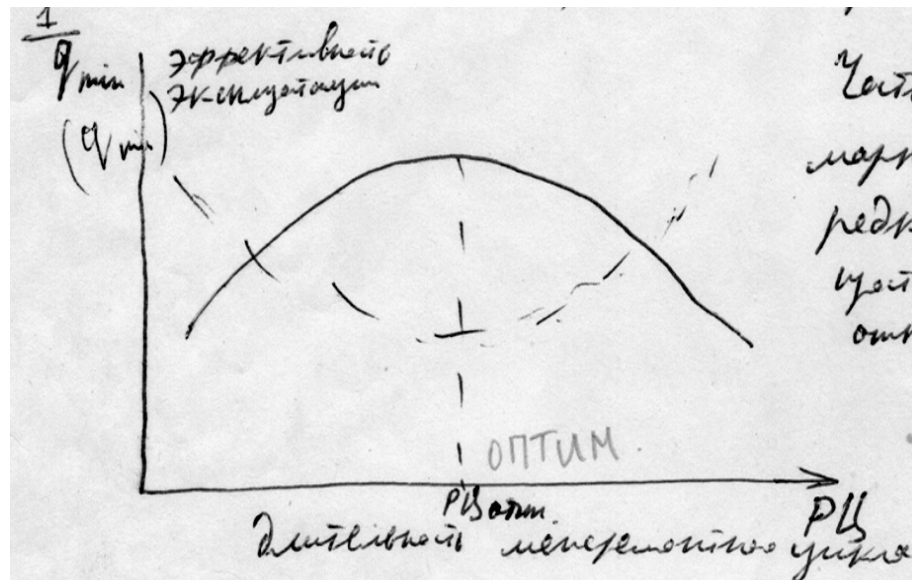
При смазывании цепей вручную, капельницей или в масляной ванне масло подается на холостую ветвь в месте набегания ее на малую звездочку. Чем больше скорость цепи, тем более вязкое масло следует применять, так как при вращении центробежные силы стремятся сбросить смазку.

4. Основы технической эксплуатации оборудования

Техническая эксплуатация машин

Различают: **эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт оборудования.** Основой является эксплуатация машины. ТО и ремонт имеют второстепенное, подсобное значение.

Система технической эксплуатации оборудования включает в себя взаимосвязанные мероприятия по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту.



Основы технической эксплуатации оборудования

Частые ремонты увеличивают суммарное время простоя и редкие ремонты увеличивают время простоя вследствие частых отказов.

Максимальная эффективность может быть выражена через минимум затрат на единицу продукции в системе технической эксплуатации оборудования

$$Q_{min} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_5}{\sum L}$$

где Q_1 – стоимость машины; Q_2 – затраты на эксплуатацию; Q_3 – затраты на ТО; Q_4 – затраты на ремонт; Q_5 – остаточная стоимость (при списании); $\sum L$ – объем продукции за весь срок эксплуатации.

- Для увеличения срока службы оборудования, необходимо его ремонтировать в таком состоянии, когда большинство изнашивающихся элементов находится в конце второй стадии износа. Затраты на все ремонты в процессе эксплуатации машины будут иметь минимальный размер. Такой ремонт называют *профилактическим*.
- Когда же большинство деталей имеют износ выше предельного - ремонт называют восстановительным и материальные и трудовые затраты возрастают.

Основы технической эксплуатации оборудования

Система технического обслуживания и ремонта

Техническое обслуживание (ТО) и ремонт (Р) служат одной цели, однако задачи, которые они решают и средства реализации задач, различны.

- Техническое обслуживание поддерживает работоспособность путем уменьшения или устранения износов и отказов оборудования.
- Ремонт служит для восстановления исправности оборудования за счет реставрации изношенных деталей.

Чем лучше поставлено на предприятии техническое обслуживание, тем меньше нужно ремонтных работ и наоборот, чем качественнее производится ремонт, тем меньше требуется работ по техническому обслуживанию.

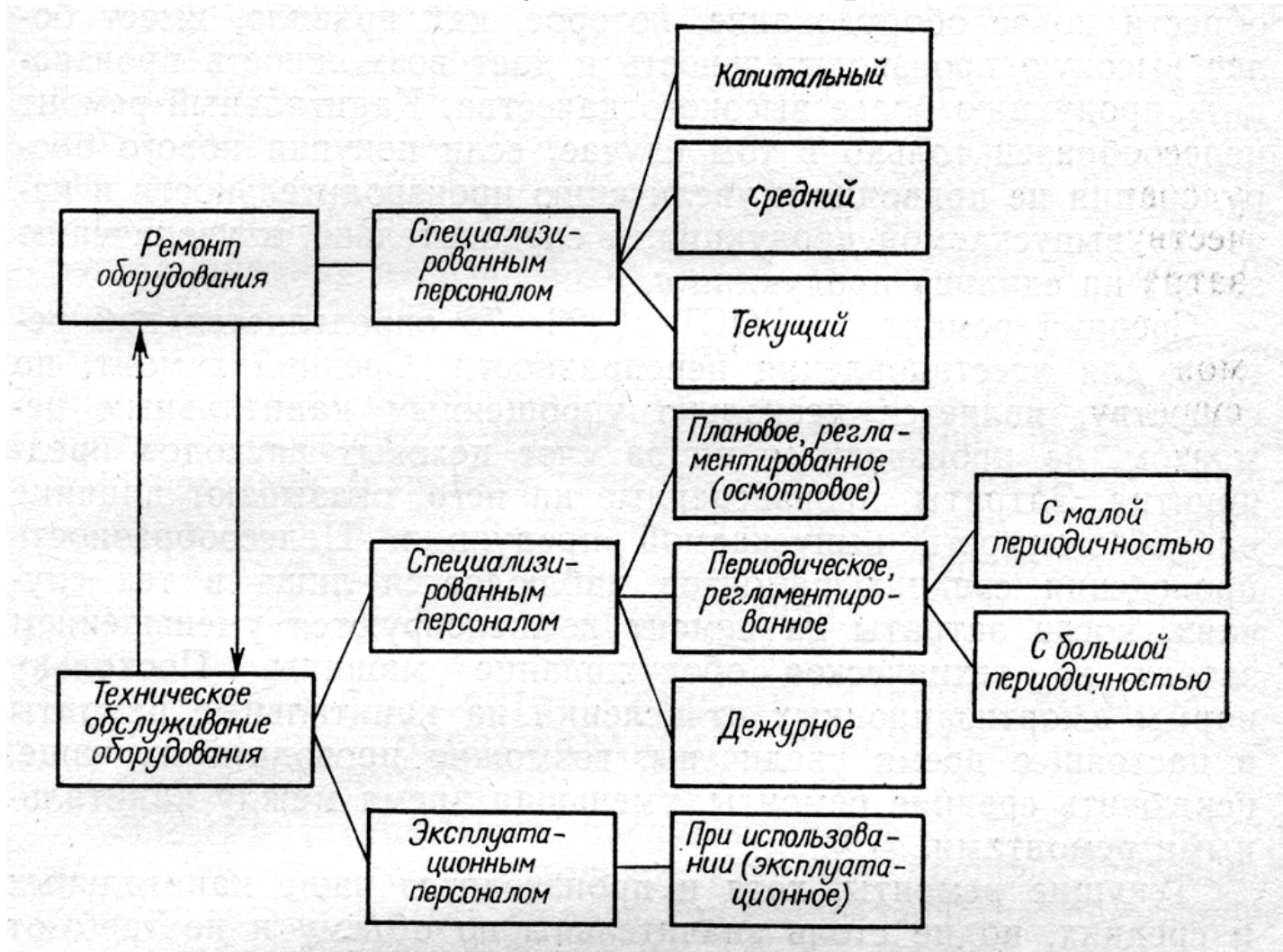
Основы технической эксплуатации оборудования

Основные пути построения системы технического обслуживания и ремонта

- Управление техническим состоянием оборудования осуществляется проведением межремонтного обслуживания и ремонтов. Задача стоит выбрать такую систему обслуживания и ремонта, чтобы обеспечить требуемую готовность машины при минимальной стоимости.
- Системой технического обслуживания и ремонта называется комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по поддержанию и восстановлению работоспособности оборудования для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества.
- В системе ТО и Р можно выделить две части: 1 - принципы построения; 2 – конкретные нормативы для базовых видов оборудования.

Основы технической эксплуатации оборудования

Система технического обслуживания и ремонта



Основы технической эксплуатации оборудования

Термины и определения

Техническое обслуживание (ТО) – операции по поддержанию работоспособности и исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировке.

Ремонт (Р) – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделия и восстановлению ресурса изделия и его составных частей.

Трудоемкость ТО (Ремонта) – трудозатраты на проведение одного ТО (ремонта) данного вида.

Другие термины изучить самостоятельно.

Основы технической эксплуатации оборудования

Техническое обслуживание

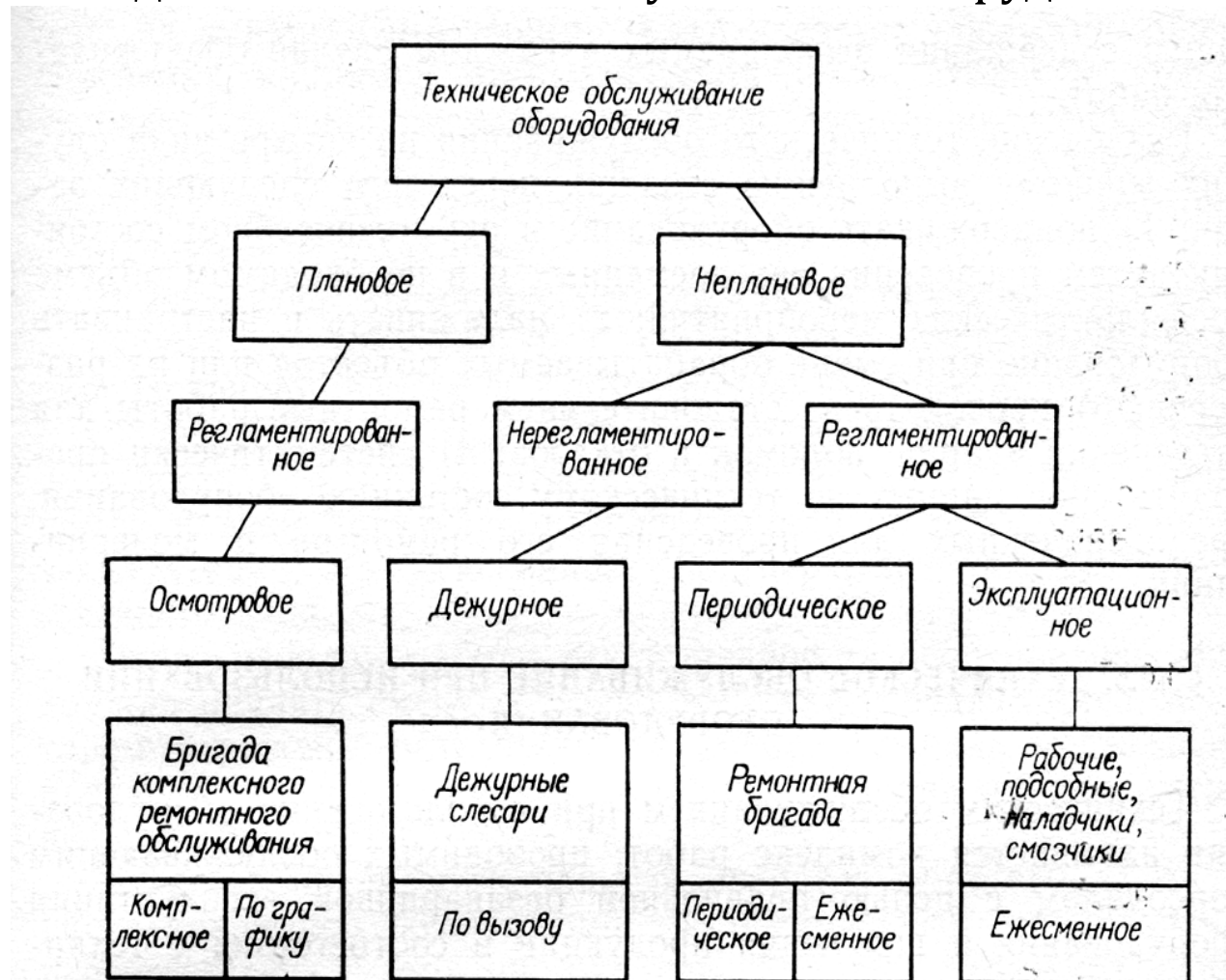
Техническое обслуживание – более гибкая форма поддержания работоспособности оборудования, так как оно состоит из мероприятий различных видов, используемых исходя из условий эксплуатации и характера потерь машиной работоспособности.

Задачи и содержание технического обслуживания

- 1) поддерживать оборудование в работоспособном состоянии путем проведения своевременных и в необходимом объеме профилактических мероприятий;
- 2) наладивать и настраивать оборудование при смене обрабатываемых объектов и их размеров;
- 3) проводить восстановительные ремонтные работы для устранения аварий, поломок и отказов;
- 4) систематически проводить сбор данных по техническому состоянию оборудования для проведения его ремонтов и модернизаций.
- Техническое обслуживание является первичным по отношению к ремонту.

Основы технической эксплуатации оборудования

Виды технического обслуживания оборудования



- **Техническое обслуживание имеет следующие виды:**
- 1. *Техническое обслуживание эксплуатационным персоналом, включающее смазку с периодичностью не более смены, уход за оборудованием, наладку, размерную настройку, устранение сбоев (здесь же приемка и сдача оборудования в начале и конце смены, соблюдение правил техники безопасности, определение показателей качества обработки взятием периодических выборок, соблюдение режимов эксплуатации, наблюдение за работой оборудования).*
- 2. *Периодическое регламентированное техническое обслуживание специализированным персоналом, включающее регламентированные работы по предотвращению отказов и повышенного износа оборудования, регулирование его механизмов, смазку с периодичностью более смены. Периодичность обслуживания устанавливают в соответствии с рекомендациями завода изготовителя оборудования или опытным путем по аналогии с другим работающим на предприятии оборудованием.*

Основы технической эксплуатации оборудования

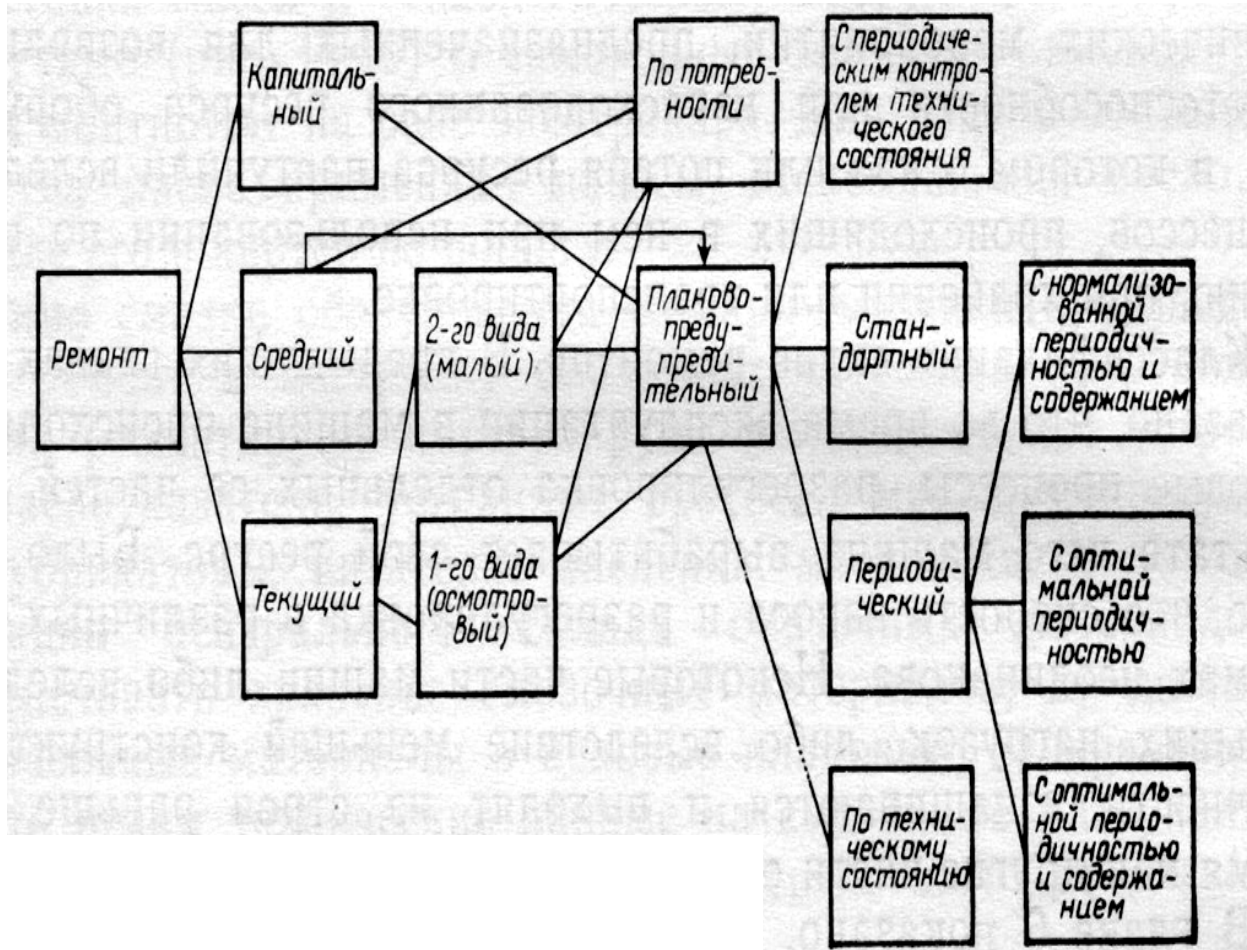
- *Плановое техническое обслуживание специализированным персоналом, проводимое с частичной разборкой машин для выполнения регламентированных работ по устранению причин назревающих отказов и поломок, для накопления информации к капитальному ремонту. Это обслуживание служит связующим звеном между системой ТО и системой ремонтов оборудования.*
- *Техническое обслуживание оборудования неплановое, проводимое специализированным персоналом, предназначенное для устранения внезапных отказов и поломок. Выполняется дежурным персоналом с привлечением, при необходимости, ремонтного персонала цеха и отдела главного механика (ОГМ).*

Ремонт оборудования

- Системой ремонта оборудования называют комплекс организационных и технических мероприятий, предназначенных для возвращения работоспособности или израсходованного ресурса оборудования.
- *Капитальный ремонт* – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановления ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Капитальный ремонт финансируется за счет амортизационных отчислений, относящихся на себестоимость продукции.
- *Средний ремонт* – это ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей. Производится за счет цеховых расходов предприятия.
- *Текущий ремонт* – это ремонт, выполняемый для обеспечения и восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене или восстановлении отдельных частей машины. Производится за счет цеховых расходов предприятия.

Основы технической эксплуатации оборудования

Классификация ремонтов оборудования



Ремонт оборудования может осуществляться с применением следующих стратегий ремонта:

I - регламентированная (стандартный);

II - смешанная (периодический);

III - по техническому состоянию или с периодическим контролем технического состояния;

IV - по потребности.

- Сущность стратегии регламентированного ремонта (*стандартный* ремонт) заключается в том, что ремонт выполняется с периодичностью и в объеме, установленном в эксплуатационной документации независимо от технического состояния составных частей оборудования в момент начала ремонта. Стратегия I применяется для обеспечения ремонта оборудования, эксплуатация которого связана с повышенной опасностью для обслуживающего персонала, в том числе оборудования, подконтрольного органам Ростехнадзора.

Основы технической эксплуатации оборудования

Электронный архив УГНТУ

- Сущность смешанной стратегии ремонта (*периодический* ремонт) заключается в том, что ремонт выполняется с периодичностью, установленной в нормативно технической документации (НТД), а объем операций восстановления формируется на основе требований эксплуатационной документации с учетом технического состояния основных частей оборудования. На основании стратегии II обеспечивается ремонт всего остального основного и неосновного оборудования предприятия.
- Сущность стратегии ремонта по техническому состоянию заключается в том, что контроль технического состояния выполняется или с *периодическим контролем технического состояния*, или с непрерывным контролем (*по техническому состоянию*), а момент начала ремонта и объем восстановления определяется техническим состоянием составных частей оборудования.

Особенно эффективна такая система для автоматических линий и оборудования большой сложности и непрерывного действия, когда убытки от внезапных и даже плановых остановок превышают затраты на создание такой системы. При этой системе выполняется непрерывный контроль технического состояния оборудования. Полученные данные контроля прогнозируются на определенный период и назначаются периодичность и объем управляющих воздействий.

Основы технической эксплуатации оборудования

- Сущность стратегии ремонта *по потребности* заключается в том, что ремонт оборудования производится только в случае отказа или повреждения составных частей оборудования.
- Стратегия IV рекомендуется к применению для оборудования первой и второй амортизационной групп (срок полезного использования от 1 до 3 лет). Она частично реализуется в форме внеплановых ремонтов после отказов.

- **Система периодических ремонтов** наиболее широко применяется в деревообработке. Требует учета отработанного оборудованием времени. Имеет 3 разновидности:
 1. Ремонт с нормализованной периодичностью и регламентированным содержанием ремонта (Т, С, К). Ремонт проводится через установленное число часов работы в определенной последовательности. Содержание ремонтов уточняется состоянием оборудования, определяемым во время последнего перед ремонтом осмотра.
 2. Ремонт с оптимальной периодичностью, которая рассчитывается по скорости износа и скорости разрегулировки оборудования.
 3. Ремонт с оптимальной периодичностью и содержанием. Оптимизация содержания ремонтов ведется на основании анализа безотказности отдельных элементов машины.

Электронный архив УГЛТУ
Основы технической эксплуатации оборудования

- **Основные положения системы периодических ремонтов**

Планово-предупредительная система периодических ремонтов наиболее теоретически разработана и основывается на следующих положениях:

- 1. Объем ремонтных работ для конкретных условий эксплуатации устанавливается на определенном уровне и в дальнейшем практически не изменяется. Изменение объема ремонтных работ происходит главным образом в результате увеличения числа часов отработанных оборудованием.
- 2. Уровень объема ремонтных работ можно определить в зависимости от ремонтных особенностей оборудования путем отнесения каждой машины к определенной группе ремонтосложности.
- 3. Основная потребность оборудования в ремонте может быть удовлетворена выполнением периодических ремонтов, составляющих структурно-тождественные повторяющиеся ремонтные циклы.
- На основании этих положений разработаны нормативы системы периодических ремонтов. Основой нормативов являются понятия о ремонтном цикле, ремонтосложности и условной единице ремонтосложности.

- **Структура ремонтного цикла**

- Структура ремонтного цикла представляет собой перечень и последовательность выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту в период между двумя капитальными ремонтами.
- Структура ремонтного цикла устанавливается в зависимости от вида и состояния оборудования, характера и организации ремонтной службы. Структура ремонтного цикла может быть уточнена в процессе эксплуатации.
- Для оборудования до 5 т рекомендуется трехвидовая шестипериодная структура ремонтного цикла:
 - К-О₁-О₂-Т₁-О₃-О₄-Т₂-О₅-О₆-С-О₇-О₈-Т₃-О₉-О₁₀-Т₄-О₁₁-О₁₂-К.
 - Эта структура может быть записана в виде: К-С-4Т-12О.
- Для оборудования массой больше 5 т рекомендуется трехвидовая девятипериодная структура ремонтного цикла:
 - К-О₁-О₂-Т₁-О₃-О₄-Т₂-О₅-О₆-С₁-О₇-О₈-Т₃-О₉-О₁₀-Т₄-О₁₁-О₁₂-С₂-О₁₃-О₁₄-Т₅-О₁₅-О₁₆-Т₆-О₁₇-О₁₈-К или: К-2С-6Т-18О.

Основы технической эксплуатации оборудования

- Может быть принята и двухвидовая пятипериодная структура ремонтного цикла для всех типов деревообрабатывающего оборудования:
- К-О₁-О₂-Т₁-О₃-О₄-Т₂-О₅-О₆-Т₃-О₇-О₈-Т₄-О₉-О₁₀-К
или: К-4Т-100.
- Ящера предлагает двухвидовую восьмипериодную структуру ремонтного цикла: К-7Т-160.
- Для других видов оборудования «Типовая система» предусматривает свою структуру ремонтного цикла.
- Операции контроля и проверки в структуре не показывают, так как их совмещают с ТО.
- Промежуток времени от капитального ремонта до капитального ремонта называется ремонтным циклом (РЦ).
- Продолжительность ремонтного цикла в часах обозначают - $T_{цр}$. Для деревообрабатывающего оборудования всех групп
 - $T_{цр} = 11200 K_{po} K_{\partial}$,
- где K_{po} - коэффициент ремонтных особенностей;
- K_{∂} - коэффициент долговечности.
- Для двухвидовой структуры ремонтного цикла

$$T_{цр}^{2в} = 0,62 T_{цр} ,$$

Электронный архив УГЛТУ
Основы технической эксплуатации оборудования

Коэффициент ремонтных особенностей

Группа оборудования	<u><i>K_{po}</i></u>
Оборудование для лесопильного производства	1,0
Оборудование для мебельного производства, столярно-строительных изделий, фанеры, спичек, древесно-стружечных плит, клеёных деревянных конструкций и другое специализированное оборудование	1,0
Оборудование общего назначения для деревообрабатывающего производства	1,125
Оборудование для заточки и подготовки деревообрабатывающего инструмента	1,5

Таблица

Коэффициент долговечности

Год выпуска оборудования	<i>K_d</i>
До 1988 г.	1,0
С 1988 г.	1,4

- Интервал времени между двумя ремонтами любой сложности называется межремонтным периодом (МП).
- Межремонтный период $T_{mr} = T_{cr} / n$,
- где n - число ремонтов в ремонтном цикле.
- $n = 6$ для оборудования массой до 5 т,
- $n = 9$ для оборудования массой свыше 5 т.
- Интервал времени между двумя осмотрами или между осмотром и ремонтом называется межосмотровым периодом (МОП).
- Межосмотровой период $T_{mo} = T_{mr} / m + 1$,
- где m – количество осмотров в межремонтном периоде.
- Продолжительность ремонтного цикла может быть определена и по таблицам «Системы технического обслуживания и ремонта оборудования» для конкретных групп оборудования.

Основы технической эксплуатации оборудования

- **Цикл технического обслуживания** – это повторяющаяся совокупность операций различных видов планового технического обслуживания.
- Цикл технического обслуживания определяется структурой и продолжительностью. Структуру цикла технического обслуживания записывают в виде

$$2O_{\text{п}} + EO_{\text{е}} + 4C_{\text{п}} + C_{\text{з}} + 2P,$$

приведенный цикл включает: 2 полных плановых осмотра, ежедневный осмотр, 4 пополнения смазки, одну замену смазки и 2 регулировки.

- Кроме этого цикл обслуживания может включать:
- $O_{\text{ч}}$ – осмотр частичный;
- $P_{\text{м}}$ – промывку механизмов;
- $Ч$ – периодическую чистку от пыли;
- $P_{\text{р}}$ – проверку геометрической и технологической точности;
- I - профилактические испытания.
- Ежедневные операции, выполняемые станочником, в цикл технического обслуживания не включаются.
- Продолжительность цикла технического обслуживания равна продолжительности межремонтного периода $T_{\text{цo}} = T_{\text{мр}}$.

Основы технической эксплуатации оборудования

Ремонтосложность оборудования. Единица ремонтосложности

Для сравнения объемов работ, выполняемых при ремонте различных станков, объемов ремонтных работ отдельных цехов и предприятий, а так же объемов работ за несколько лет, используется *стабильная единица ремонтосложности* или её называют просто *единица ремонтосложности*.

- **Единица ремонтосложности механической части r_m** – это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта механической части которой $\tau_{км}$, отвечающего по объему и качеству требованиям технических условий (ТУ) на ремонт, равна 50 часам в неизменных организационно-технических условиях среднего ремонтного цеха машиностроительного предприятия.
- **Единица ремонтосложности электрической части r_e** – это ремонтосложность некоторой условной машины, трудоемкость капитального ремонта электрической части которой $\tau_{кэ}$ равна 12,5 часам в тех же условиях, что и для механической части.

Основы технической эксплуатации оборудования

Объем работ при капитальном ремонте механической и электрической частей любого станка, который может быть оценен числом единиц ремонтосложности (ЕРС), называется *стабильной ремонтосложностью* данного станка и обозначается соответственно R_M и $R_{\text{Э}}$.

Ремонтосложность механической части станков состоит из ремонтосложности кинематической R_K и гидравлической R_{Γ} частей

$$R_M = R_K + R_{\Gamma}$$

- Ремонтосложность электрической части станков состоит из ремонтосложности аппаратов, приборов, проводки R_a и ремонтосложности электродвигателей R_d

$$R_{\text{Э}} = R_a + R_d$$

- Ремонтосложность механической и электрической частей оборудования определяется из справочных таблиц или рассчитывается по эмпирическим формулам.

Основы технической эксплуатации оборудования

- Для распространенных видов оборудования разработаны и эмпирические формулы для вычисления ремонтосложности моделей не вошедших в справочные таблицы и вновь разрабатываемого оборудования.
- Например, для ленточнопильного станка

$$R_M = K_{KO} (K_1 D_{Ш} + 1), \text{ где}$$

$K_{KO} = 1,0$ для станков с ручной подачей материала;

$K_{KO} = 1,25$ для станков с механической подачей;

$K_1 = 0,002$; $D_{Ш}$ - диаметр шкива пилы, мм.

Основы технической эксплуатации оборудования

Норматив трудоёмкости ремонтов и плановых осмотров
оборудования в человеко-часах на единицу ремонтосложности

Вид работ	Назначение работ	Ремонт			Осмотр	
		капитальный	средний	текущий	<u>внут- рицик- ло-вой</u>	перед кап. рем.
Механическая часть/Электрическая часть						
Станочные	Изготовление заменяемых деталей	<u>10,7</u> 2,0	<u>3,0</u> -	<u>2,0</u> 0,3	<u>0,1</u> -	<u>0,1</u> -
	<u>Восстановление</u> деталей	<u>3,0</u> -	- / -	- / -	- / -	- / -
	Пригонка при сборке	<u>0,3</u> -	- / -	- / -	- / -	- / -
	Итого	<u>14,0</u> 2,5	<u>3,0</u> -	<u>2,0</u> 0,3	<u>0,1</u> -	<u>0,1</u> -
Слесарные и прочие	Изготовление заменяемых деталей	<u>1,1</u> 0,2	<u>0,3</u> -	<u>0,2</u> -	- / -	- / -
	<u>Восстановление</u> деталей	<u>0,8</u> -	- / -	- / -	- / -	- / -
	Разборка, сборка и др.	<u>34,1</u> 9,8	<u>5,7</u> -	<u>3,8</u> 1,2	<u>0,75</u> 0,2	<u>1,0</u> 0,25
	Итого	<u>36,0</u> 10,0	<u>6,0</u> -	<u>4,0</u> 1,2	<u>0,75</u> <u>0,2</u>	<u>1,0</u> 0,25
	Всего	<u>50,0</u> 12,5	<u>9,0</u> -	<u>6,0</u> 1,5	<u>0,85</u> 0,2	<u>1,1</u> 0,25

Основы технической эксплуатации оборудования

- Нормами предусмотрено изготовление 100 % заменяемых деталей механической части предприятием, эксплуатирующим оборудование. При получении части деталей со специализированных заводов нормы станочных и слесарных работ на изготовление деталей должны быть уменьшены пропорционально проценту запасных частей, поступающих со стороны.
- 3. Нормами предусмотрено упрочнение рабочих поверхностей базовых деталей. При выполнении капитального ремонта без упрочнения деталей норма слесарных работ (на пригонку и сборку) должна быть уменьшена на три часа, а норма станочных работ (на восстановление) - на один час.
- 4. Нормами предусмотрено восстановление рабочих поверхностей базовых деталей шлифованием. При вынужденной замене шлифования шабрением норма на станочные работы должна быть уменьшена на 0,6 ч, а норма слесарных работ увеличена на 2,5 ч.
- 5. Для предприятий с низкой технологической оснащённостью РМЦ и ЦРБ нормы трудоёмкости ремонта могут быть увеличены на 10%.
- Для определения фактических трудозатрат расчет ведут по фактическим ремонтным операциям на каждую единицу оборудования в данный год. Эти данные берутся из годового графика ППР.

Годовой график ППР

Годовой график ППР является основным документом, регулирующим работу ремонтной службы. График составляется для каждого цеха предприятия и является как бы продолжением фактического выполнения ремонтов в предшествующем году.

На основании годового графика ППР составляются месячные планы работ механиками цехов и ремонтно-механического цеха (РМЦ).

График ППР согласуется с начальником цеха, главным механиком и утверждается главным инженером предприятия.

График ППР оформляется по форме 15.1.

Методика составления плана-графика ППР

Исходной точкой является дата и вид последнего ремонта, выполненного в предшествующем году. Ко времени окончания последнего ремонта (осмотра) прибавляют время межремонтного (межосмотрового) периода и время простоя в ремонте (осмотре) – получают дату очередного ремонта (осмотра) по структуре ремонтного цикла. В графике записывают вид ремонта (осмотра) и дату его начала в соответствующей графе месяца. Здесь же записывают время простоя в ремонте и трудозатраты на ремонт механической и электрической частей.

Для каждого станка подсчитывают суммарный простой и трудозатраты за год. Подсчитывают суммы трудозатрат по всем станкам за месяц и записывают их в итоговой строке под графиком.

Затем производится корректировка графика с учетом равномерной загрузки ремонтников, вывода оборудования в ремонт по потокам, типам станков и другим факторам. Передвигают обычно капитальные ремонты в пределах межремонтного периода (до 2-х месяцев).

Для технического обслуживания составляется отдельный план-график с указанием периодичности ТО отдельных видов (осмотров, промывок, замены масла, регулировок и т. д.) без указания точных дат.

Планирование простоев оборудования ведется по нормам продолжительности простоя оборудования в ремонте и при техническом обслуживании.

Годовые планы-графики ППР оборудования составляются механиками подразделений, которые предварительно согласовывают их с другими службами предприятия и представляют в трех экземплярах в ОГМ к 10 ноября года, предшествующего планируемому.

Представленные годовые планы-графики подписываются главным механиком, согласовываются с главным энергетиком (при наличии такового), с производственным отделом и утверждаются главным инженером предприятия. Один экземпляр утвержденных графиков ОГМ направляет в подразделения, другой экземпляр остается в ОГМ для контроля.

В годовые планы-графики ППР включается все оборудование, подлежащее ремонту в планируемом году, а также регламентированному ТО.

Месячные планы-графики-отчеты ремонта составляют механики подразделений на основе годовых планов-графиков ремонта оборудования, согласовывают их со службами производства, подписывают у руководителя подразделения и представляют на утверждение главному механику за десять дней до конца месяца, предшествующего планируемому. В месячные графики включается регламентированное ТО.

Календарные сроки ремонта неосновного оборудования по месячному плану-графику-отчету, как правило, приурочиваются к срокам ремонта основного оборудования, работу которого оно обеспечивает.

Утвержденные месячные графики ремонта не позднее чем за неделю до начала планируемого месяца направляются в подразделения по принадлежности и являются для них планом-заданием на предстоящий месяц. Они же являются и отчетным документом о производственной деятельности ремонтного персонала.

Планирование текущего и капитального ремонтов оборудования предусматривает оформление (разработку) следующих документов: ведомость дефектов (форма 3); смета затрат (форма 4); заявка на запасные части и материалы.

На проведение капитального ремонта сложного оборудования составляются сетевые (линейные) графики ремонта.

Основы технической эксплуатации оборудования

Определение годового расхода материалов и запасных частей

Потребность в материалах и запасных частях для ремонта на год может быть примерно подсчитана по нормам приведенным в Типовой системе технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования

Детали потребляемые в больших количествах, которые изготавливаются сериями (партиями) в запас называют **запасными частями.**

Постоянное наличие номенклатурных запчастей достигается использованием системы возобновления запаса «максимум-минимум» Есть две разновидности этой системы: система 3-х точек (max, min и точка заказа) и системы 2-х точек (max и точка заказа).

Основы технической эксплуатации оборудования

Минимальный запас запчастей требуется как страховой

$$N_{\min} = (K - 1) \text{Ц} P_{\text{м}}, \text{ шт.},$$

Максимальный запас запчастей

$$N_{\max} = N_{\min} + \Pi_{\text{н}}, \text{ шт.}$$

где Ц – цикл изготовления (заказа) партии запчастей в месяцах;

$P_{\text{м}}$ – среднемесячный расход данных запчастей, шт./мес;

К – коэффициент возможного увеличения расхода запчастей,

$$K = 1,3 \dots 1,5;$$

$\Pi_{\text{н}}$ – нормальная партия заказанных деталей, шт.

$$\Pi_{\text{н}} = 2 \text{Ц} P_{\text{м}}, \text{ шт.}$$

Точка заказа

$$N_{\text{тз}} = \text{Ц} P_{\text{м}}, \text{ шт.}$$

Основы технической эксплуатации оборудования

Среднемесячный расход деталей, шт./мес определяется по формуле

$$P_m = \frac{m n}{T_{сл}}$$

где m – число станков, использующих данные детали;

n – число деталей на одном станке, шт.;

$T_{сл}$ – срок службы одной детали, мес.

Нормы складских остатков материалов и комплектующих изделий приведены в таблицах «Системы».

Основы технической эксплуатации оборудования

Расчет численности рабочих для плановых ремонтов и межремонтного обслуживания

Численность слесарей, станочников, электрослесарей и прочих рабочих определяется по формуле

$$N = \frac{T_i}{T_{эф}}$$

где T_i – трудоемкость i -того вида работ (слесарных, станочных, электрослесарных, смазочных и т.д.), чел.-ч;

$T_{эф}$ – годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч.

Основы технической эксплуатации оборудования

Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта металлорежущего, деревообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования для двухвидовой системы ППР приведены в справочнике А.И. Ящура.

Оборудование, краткая характеристика	Периодичность ремонта (числитель) и продолжительность простоя (знаменатель), ч		Трудоем- кость одного ремонта чел.-ч	
	Т	К	Т	К
Станки деревообрабатывающие				
Лесопильные рамы одно- этажные (просвет пильной рамки, мм) до 500	4320/12	34560/59	36	190
	750	4320/18	34560/83	54
Лесопильные рамы двухэтаж- ные с ручным подъемом валяцов (просвет пильной рамки, мм) 750	4320/24	34560/98	72	320
Круглопильные станки для продольной распиловки бревен, однопильные (<i>H</i> пропила, мм): 320	8640/8	51840/53	24	165

Основы технической эксплуатации оборудования

Подготовка и сдача оборудования в ремонт

Основанием для остановки оборудования на ремонт служит годовой график ремонта.

На подготовку и остановку на капитальный ремонт сложного оборудования, выполняемого подрядной организацией, издается приказ по предприятию, в котором указываются:

сроки подготовки и ремонта; ответственные за безопасность работы; ответственные за подготовку оборудования к ремонту (механик подразделения); руководитель ремонта; ответственные за качество и выполнение ремонта в установленные сроки.

Подготовка и остановка остального основного оборудования осуществляется по распоряжению руководителя подразделения, в котором указывается лицо, ответственное за остановку и подготовку оборудования к ремонту.

Вывод в ремонт неосновного оборудования производится на основании распоряжения механика подразделения, предварительно согласованного с руководителем подразделения.

Основы технической эксплуатации оборудования

Полностью подготовленное к ремонту оборудование сдается лицом, ответственным за вывод оборудования в ремонт, руководителю ремонта.

Сдача оборудования в текущий и капитальный ремонты, выполняемые силами предприятия, оформляется записью в ремонтном журнале, а сдача в капитальный ремонт, выполняемый подрядными организациями, оформляется актом (форма 5).

Без двухстороннего подписания акта сдачи оборудования в капитальный ремонт руководитель ремонта от подрядной организации не имеет права приступить к ремонту, а лицо, ответственное за вывод и подготовку оборудования к ремонту, не имеет права допускать ремонтников к началу работ. Для руководителя ремонта от предприятия начало ремонта определяется датой подписи в ремонтном журнале.

Выдача оборудования из ремонта

Руководитель ремонта подтверждает готовность и представляет оборудование к обкатке и пробному пуску;

руководитель подразделения разрешает обкатку и пробный пуск.

Механик подразделения является ответственным за точное выполнение режима рабочей обкатки и соблюдение ППБ.

Порядок приемки оборудования в эксплуатацию следующий:
руководитель ремонта сдает оборудование; механик подразделения подтверждает готовность оборудования к эксплуатации; руководитель подразделения принимает оборудование.

Капитально отремонтированное оборудование после испытания и обкатки принимается с составлением акта на выдачу из капитального ремонта. Акт должен быть подписан не позднее чем через сутки после окончания рабочей обкатки.

Допускается приемка оборудования из капитального ремонта без оформления акта в том случае, если ремонт осуществлялся ремонтным персоналом предприятия, в подразделении которого эксплуатируется оборудование. В этом случае запись о приемке оборудования из капитального ремонта делается в ремонтном журнале.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

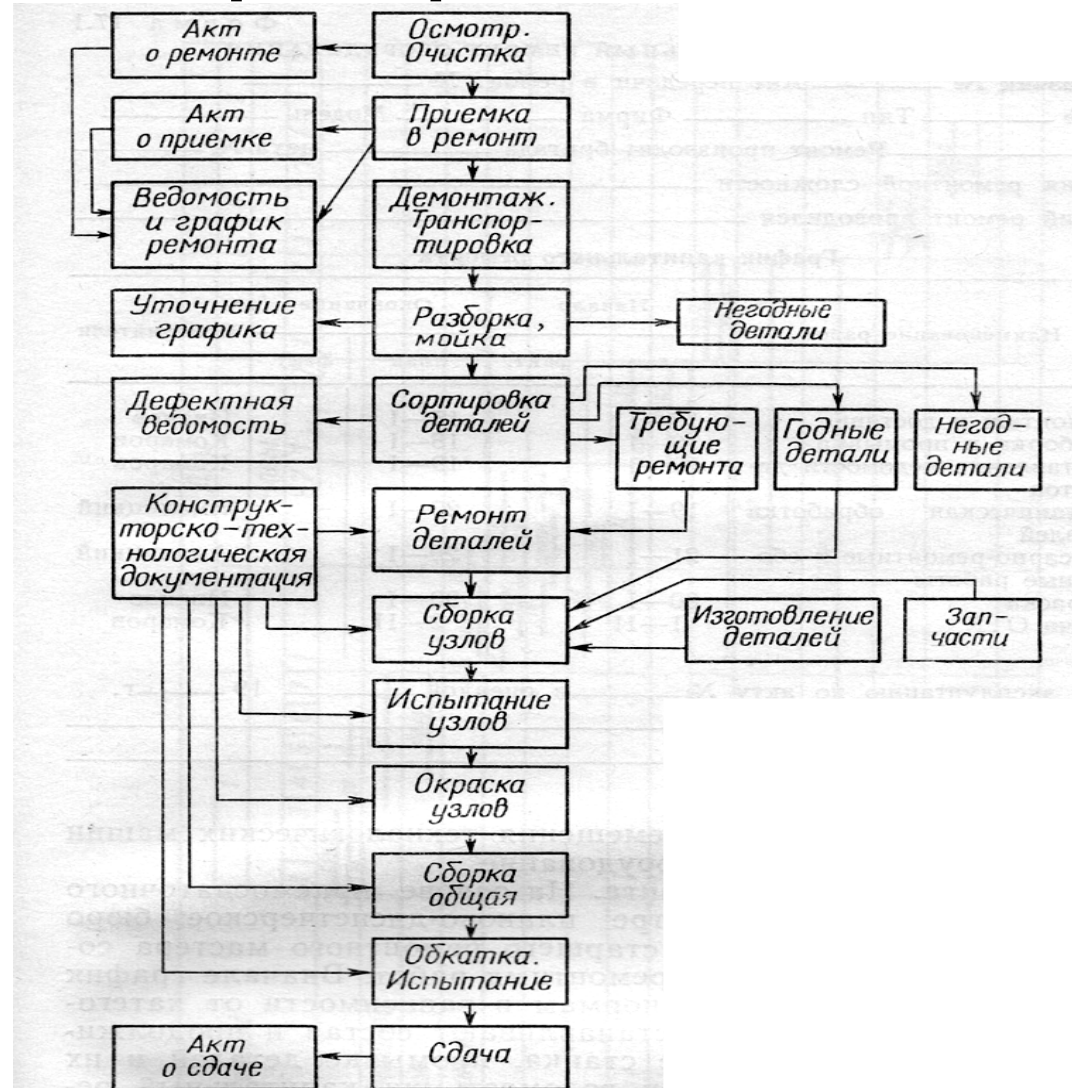
5.Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Ремонтная документация максимально унифицирована с документацией отраслевых «Систем технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования». Предусматривается ведение следующих форм ремонтной документации (формы 1—11):

- акт приема-передачи оборудования;
- ремонтный журнал;
- ведомость дефектов;
- смета затрат;
- акт на сдачу в капитальный ремонт;
- акт на выдачу из капитального ремонта;
- годовой план-график ТО и ремонта;
- месячный план-график-отчет ТО и ремонта;
- месячный отчет о ТО и ремонте;
- ведомость годовых затрат на ремонт;
- паспорт основного оборудования;
- акт о ликвидации оборудования.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Схема технологического процесса ремонта станка



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Дефектация деталей

Скрытые дефекты обнаруживают в основном следующими методами:

Метод опрессовки. Полость заполняют горячей водой и создают давление 0,3...0,4 МПа. Или деталь заполняют сжатым воздухом и погружают в воду.

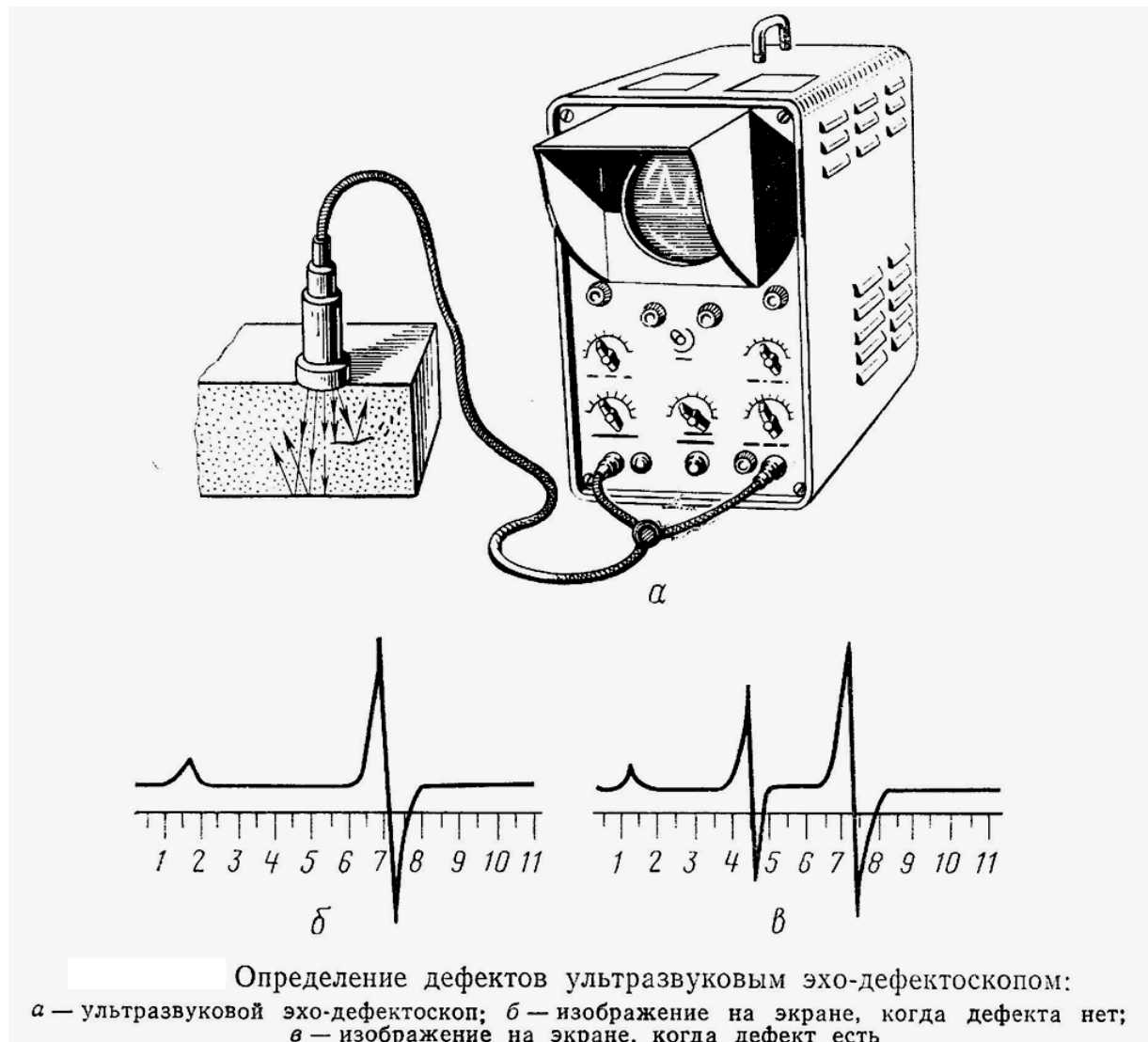
Метод красок. Деталь красят разведенной керосином красной краской. Краску смывают растворителем и красят белой краской. Можно обнаружить трещины шириной более 20 мкм.

Люминесцентный метод. Деталь погружают в ванну с флюоресцирующей жидкостью. Затем моют водой, сушат, посыпают порошком селикагеля и облучают ультрафиолетовыми лучами. Используется для обнаружения трещин более 10 мкм на не магнитных деталях.

Метод магнитной дефектоскопии. Деталь намагничивают и поливают суспензией магнитного порошка. Порошок очерчивает границы трещин более 1 мкм.

Ультразвуковой метод. Используется для обнаружения внутренних дефектов (трещин, раковин, шлаковых включений и т.д.)

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Технологические процессы ремонта деталей

Разрабатываются типовые технологические процессы ремонта деталей. Для этого все детали разбиваются на классы, группы и типы.

Наиболее широко используются следующие способы восстановления:

1. Механическая обработка.
2. Сварка.
3. Наплавка.
4. Металлизация распылением.
5. Гальваническая обработка (электрохимическое покрытие).
6. Химическое покрытие.
7. Наращивание полимерными материалами.
8. Пластическое деформирование.
9. Паяние.
10. Электрофизическая обработка.

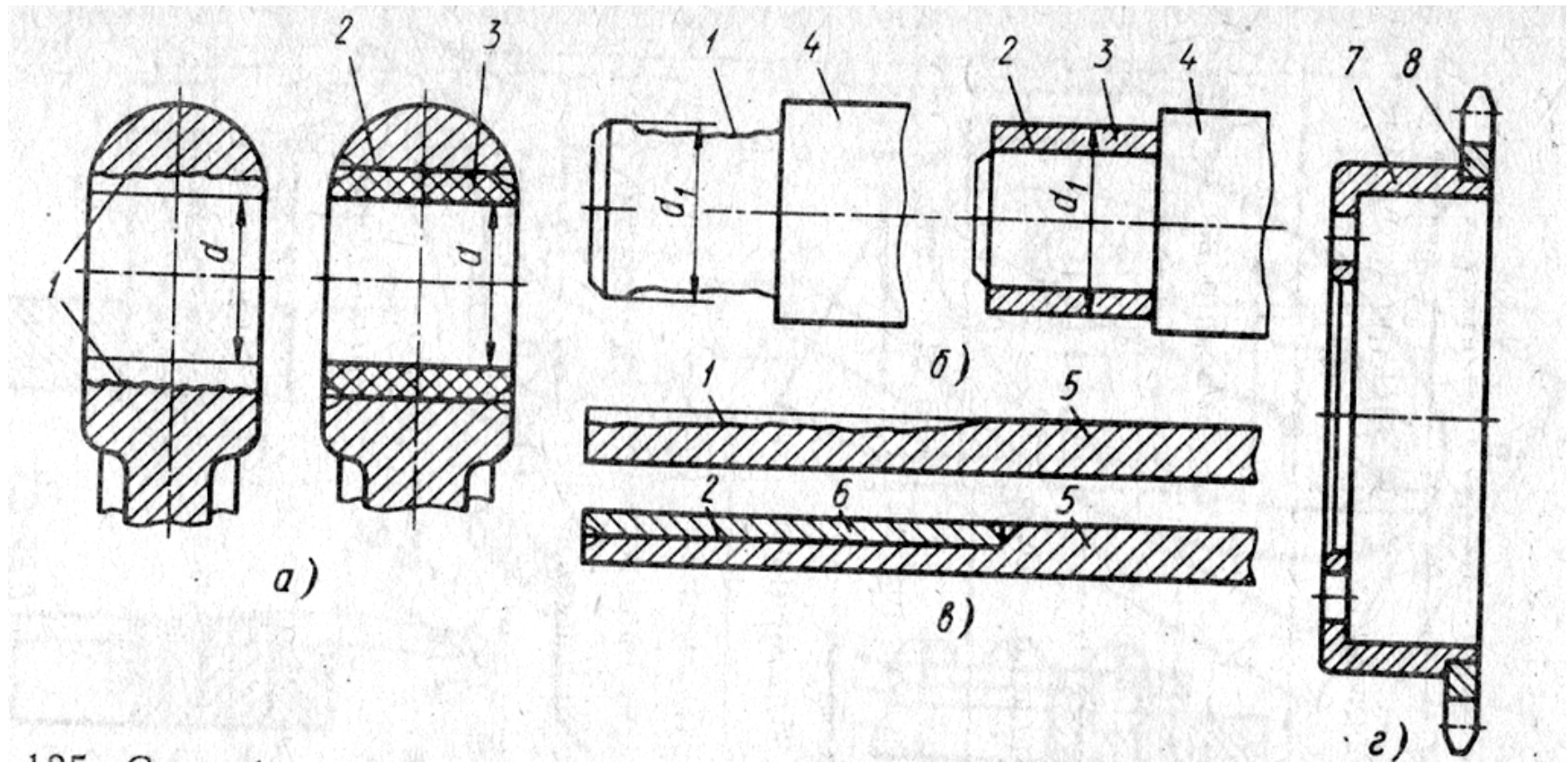
Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Существуют три способа восстановления поверхности:

1. Механическая обработка на ремонтный размер (опускание поверхности) с восстановлением плоскостности, параллельности и шероховатости.
2. Наращивание поверхности (поднятие поверхности) с последующей обработкой на требуемый размер.
3. Наращивание металла на наиболее изношенную часть поверхности с последующей обработкой на размер несколько меньший первоначального. Применяется для устранения местных дефектов, раковин, трещин, задиров и т.д.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

При опускании поверхности возможно применение дополнительных ремонтных деталей для компенсации износа рабочих поверхностей деталей и при замене изношенной или поврежденной части детали.



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Способы восстановления первоначальных размеров

Сварка и наплавка. Наиболее распространенные простые и производительные способы, пригодные для любых металлов и сплавов.

- *Сварка* применяется для устранения трещин, отколов, пробоев, раковин и т.д. Используются электродуговая, газовая, аргонодуговая, лазерная и другие виды сварки.
- *Наплавка* применяется для компенсации износа. Используются следующие виды наплавки: автоматическая дуговая под флюсом, в углекислом газе, вибродуговая, плазменная и лазерная.

Перед сваркой и наплавкой поверхности готовят зачисткой. После сварки и наплавки детали очищают от шлака и остатков флюса и механически обрабатывают до требуемых размеров.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Ручная дуговая сварка и наплавка применяется для устранения небольших дефектов. При этом нарушается термообработка, наплавленный металл окисляется, легирующие элементы выгорают. Важен правильный выбор электродов и режима сварки и наплавки.

Сварочные электроды изготавливают из проволоки Св-08, Св-08Г2С, Св-18ХГС.

Для наплавки используют проволоку Нп-65, Нп-65Г, Нп30ХГСА, ЭН-32, ЭНР-62.

Покрытие электродов может быть тонкое (80...85% мела и 15...20% жидкого стекла) или толстое , содержащее кроме ионизирующих веществ шлакообразующие, раскисляющие и легирующие.

Используется постоянный или переменный ток. Для снижения нагрева детали применяют постоянный ток обратной полярности (деталь -, электрод +).

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Газовая сварка используется для восстановления деталей из чугуна и алюминиевых сплавов. Наиболее распространена ацетиленокислородная сварка. Температура пламени 3100...3300 °С.

В качестве присадочного материала используются прутки из того же материала, что и свариваемый материал. Для защиты от окисления применяются флюсы (для стали и чугуна бура и бура в смеси с борной кислотой).

По сравнению с электродуговой газовой сварка более дорогая, но металл меньше окисляется так как можно регулировать температуру. При достаточной квалификации сварщика, предварительном нагреве детали и медленном охлаждении её после сварки, можно сваривать чугун, что практически невозможно при электродуговой сварке.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Автоматическая дуговая наплавка (сварка) под флюсом

Проволока та же, что и при ручной наплавке.

Флюсы АН-348А, АН-20
АНК-18, АНК-19.

Сила тока

$$I = 110d_3 + 10 d_3^2.$$

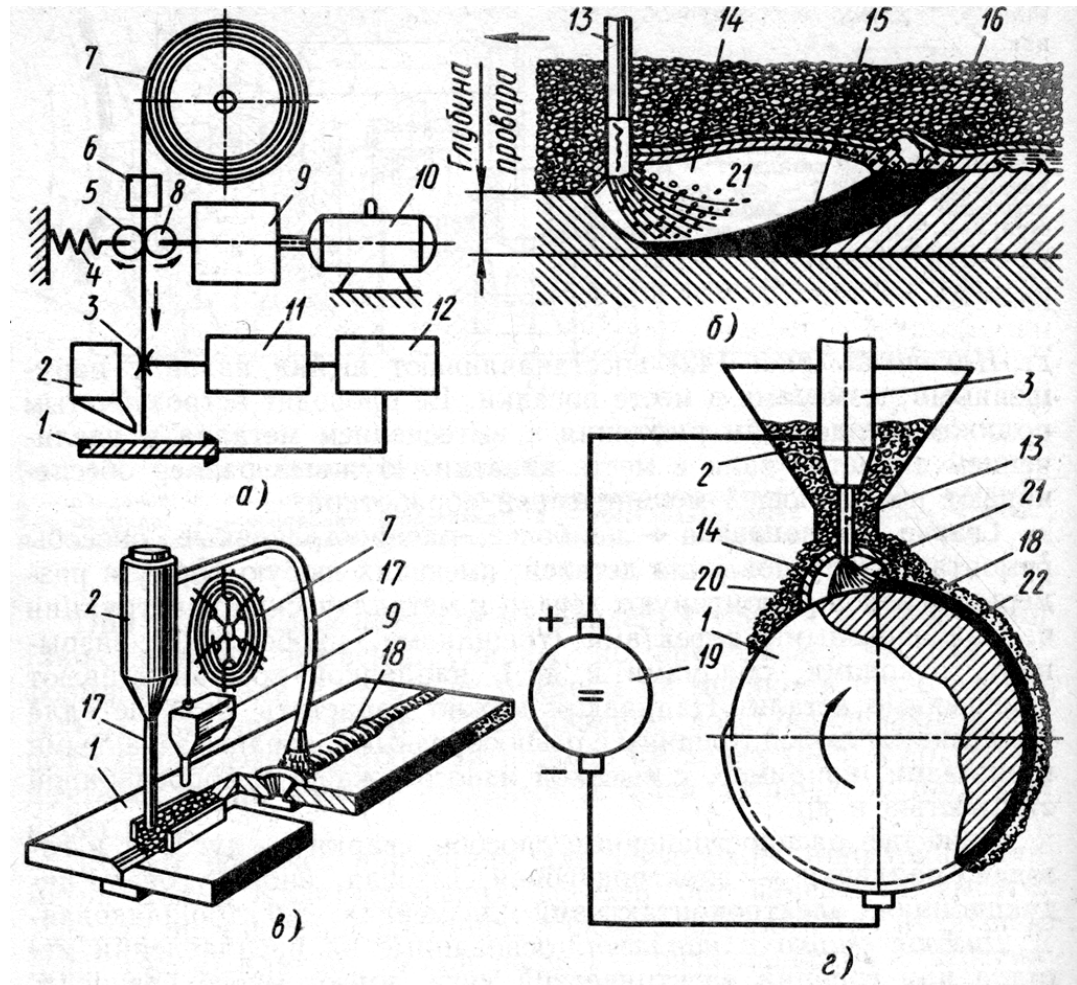
Напряжение 25...35 в.

Достоинства:

производительность,
экономичность.

Недостатки:

высокий нагрев;
диаметр детали не
менее 40 мм.



Сварка и наплавка в углекислом газе

Используется та же установка и те же материалы, что и для наплавки под слоем флюса, но вместо подачи флюса устанавливается мундштук для подачи защитного газа.

Напряжение 18...22 В. Ток 70...220А.

Проволока 0,8...2,0 мм. Расход CO_2 8...15 л/мин.

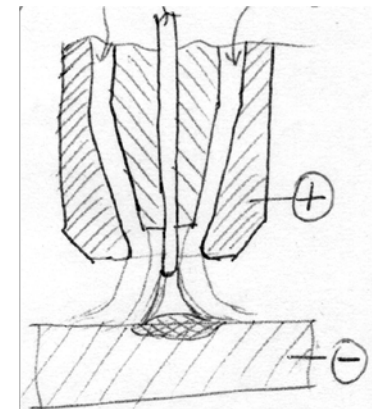
Производительность 80...100 м/ч.

Преимущества по сравнению с наплавкой под флюсом: меньший нагрев детали, любое пространственное положение детали, возможность наплавки деталей диаметром меньше 40 мм.

Недостаток :

применение легированной проволоки.

проволока CO_2



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Аргонодуговая сварка

Такая сварка широко применяется при ремонте алюминиевых сплавов и титана.

Дуга горит между вольфрамовым электродом и деталью. В зону сварки подается защитный газ **аргон**. Присадочный материал вводится в зону сварки в виде проволоки как и при газовой сварке.

Преимущества: высокая производительность (в 3...4 раза выше, чем при газовой сварке), высокая прочность шва, небольшая зона термического влияния.

Недостатки: высокая стоимость (в 3 раза выше чем при газовой), использование аргона.

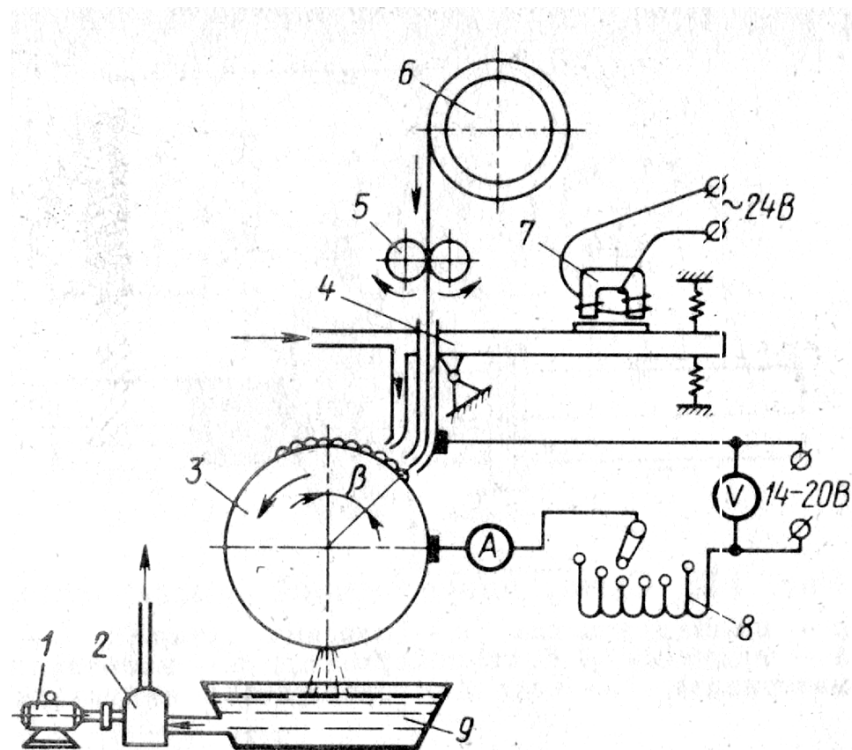
Автоматическая вибродуговая наплавка

При периодическом замыкании электродной проволоки и детали, происходит перенос металла с электрода на деталь.

Используется для восстановления деталей из стали, серого и ковкого чугуна, наружных и внутренних поверхностей.

Наплавку производят с охлаждением струей жидкости, без охлаждения и в углекислом газе.

Преимущества: небольшой нагрев детали, не влияющий на термообработку, высокая производительность $8...10 \text{ см}^2/\text{мин}$.
Недостаток: снижение усталостной прочности на 30...40%.



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Лазерная сварка и наплавка

Используется рубиновый или газовый лазер.

Преимущества: локальный нагрев, исключается зона термического влияния, возможность сваривать труднодоступные места, высокая производительность.

Дуговая наплавка с газопламенной защитой

Природный газ и продукты

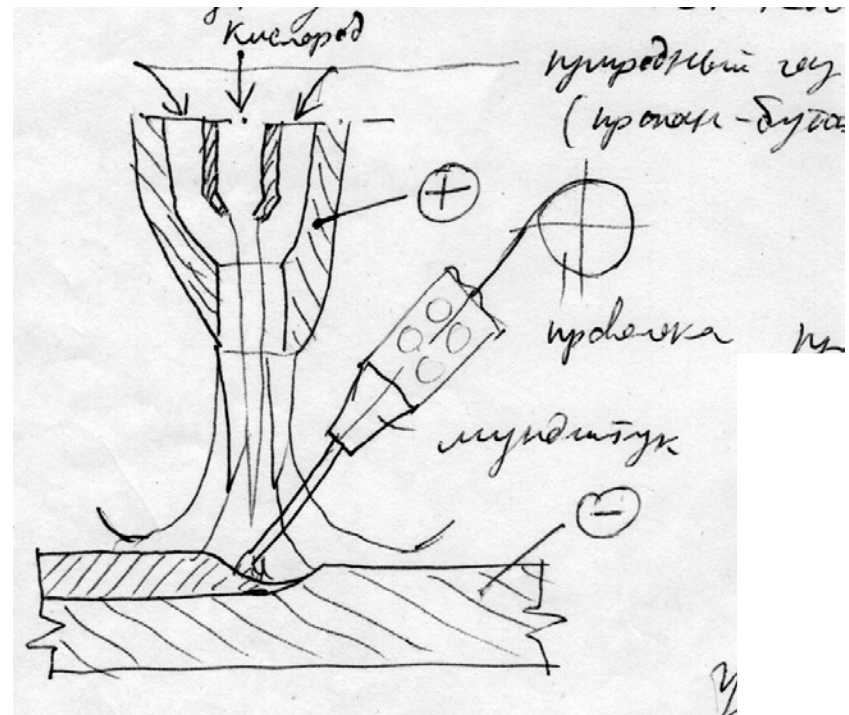
Горения защищают зону сварки от азота воздуха.

Узкая струя кислорода служит

Для снижения пористости

Наплавленного металла и для горения природного газа.

Деталь можно охлаждать при наплавке.



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Плазменная наплавка

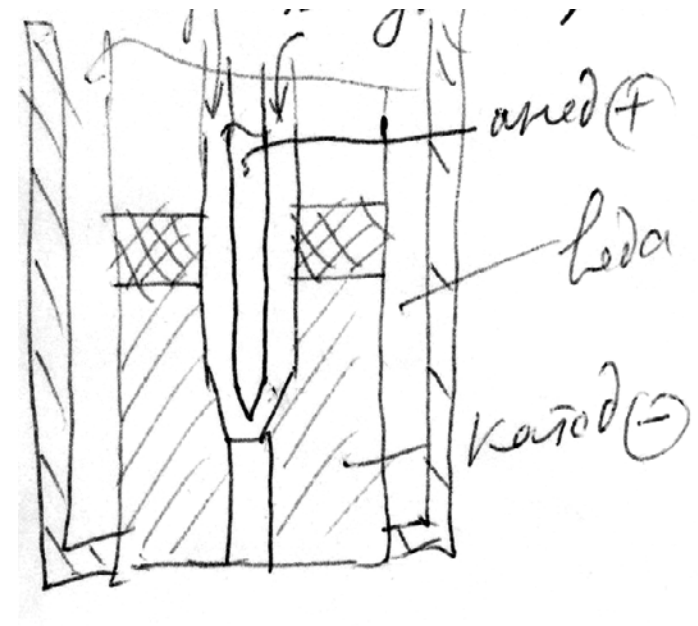
В качестве источника тепла используют струю плазмы (ионизированный газ, нагретый до высокой температуры и обладающий свойством электропроводности). Используют низкотемпературную плазму с температурой $(10...30) \cdot 10^3$ °С.

Плазмообразующий газ аргон, азот, гелий, водород и их смеси.

Анод – вольфрам

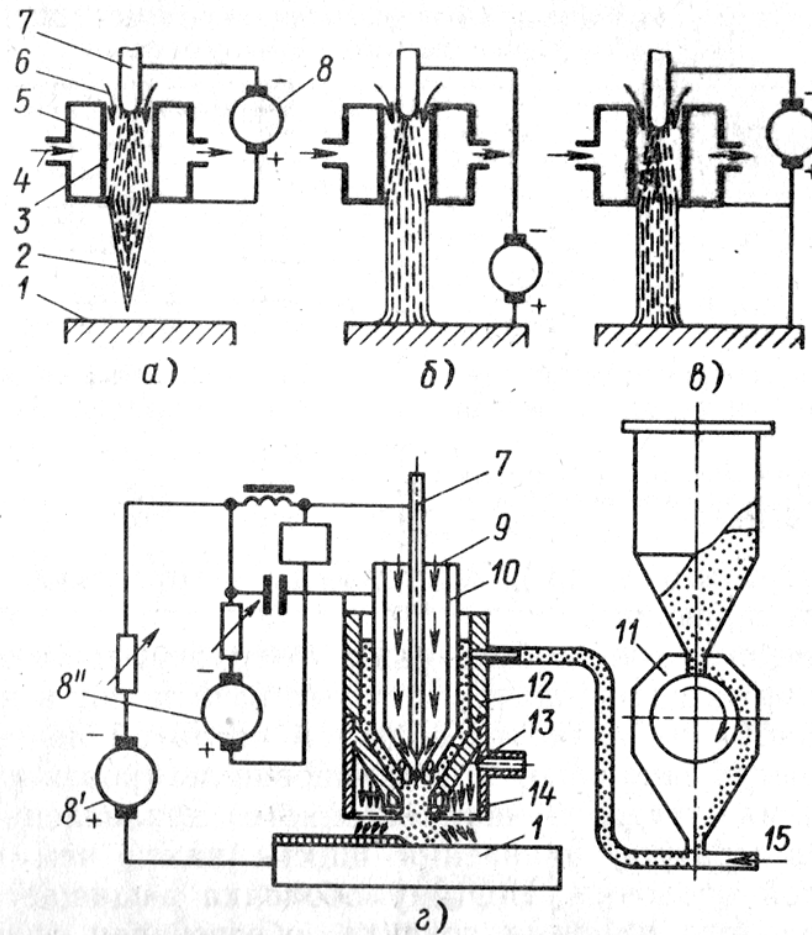
Катод – медь

Присадочный материал вводят в виде порошка или проволоки.



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Анод – вольфрам, Катод – медь, обрабатываемая поверхность. Присадочный материал вводят в виде порошка или проволоки.



Напыление металла

Мелкие капельки расплавленного металла наносятся на специально подготовленную поверхность детали (металлической, пластмассовой, деревянной, резиновой и т.д.). При ударе о поверхность детали распыленные частицы металла деформируются, проникают в поры и неровности детали и образуют покрытие.

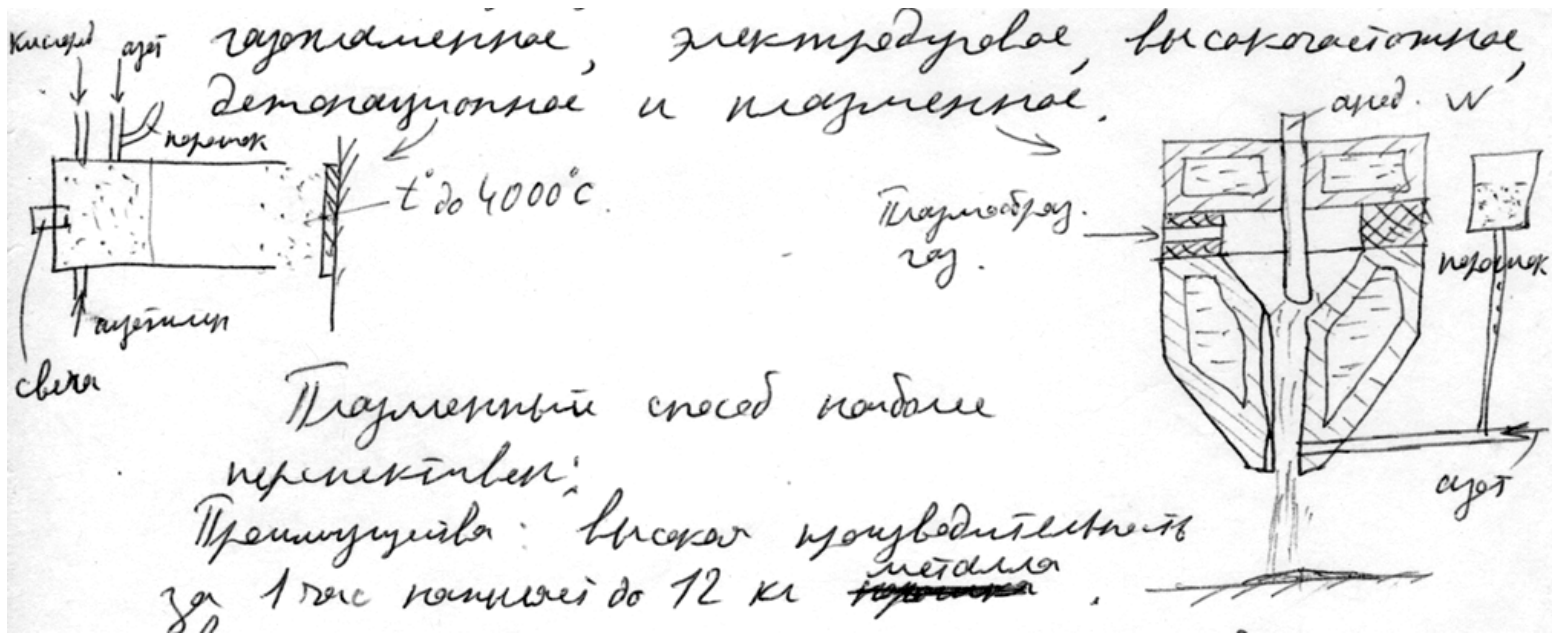
Соединение металлических частичек с поверхностью детали и между собой носит в основном механический характер. Только в отдельных точках происходит их сваривание. Напыление можно производить практически на любой материал (металл, дерево, пластмассу, резину и т.д.).

Преимущества: высокая производительность, небольшой нагрев детали (120...180 °С), высокая износостойкость покрытия, простота процесса, возможность нанесения покрытий толщиной 0,1...10 мм и более из любых металлов и сплавов.

Недостатки: пониженная механическая прочность покрытия и сравнительно низкая прочность сцепления покрытия с деталью.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

В зависимости от вида энергии, используемой в аппаратах для напыления, различают следующие способы напыления: газопламенное, электродуговое, высокочастотное, детонационное и плазменное.

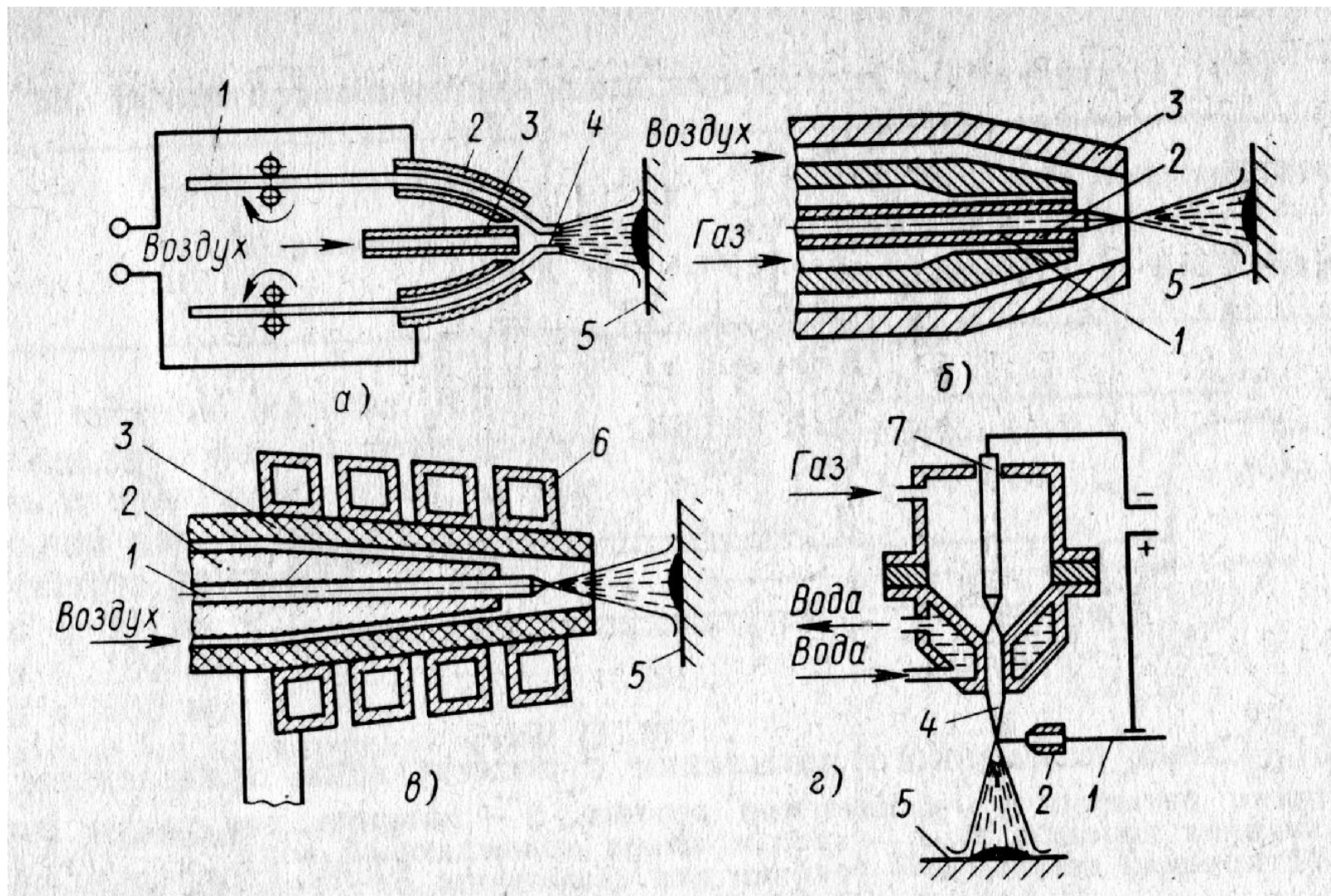


высокая прочность сцепления покрытия с деталью (до 50 МПа);

Автоматизация процесса.

Перед напылением деталь дробеструят для увеличения шероховатости

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

- Напыление с оплавлением

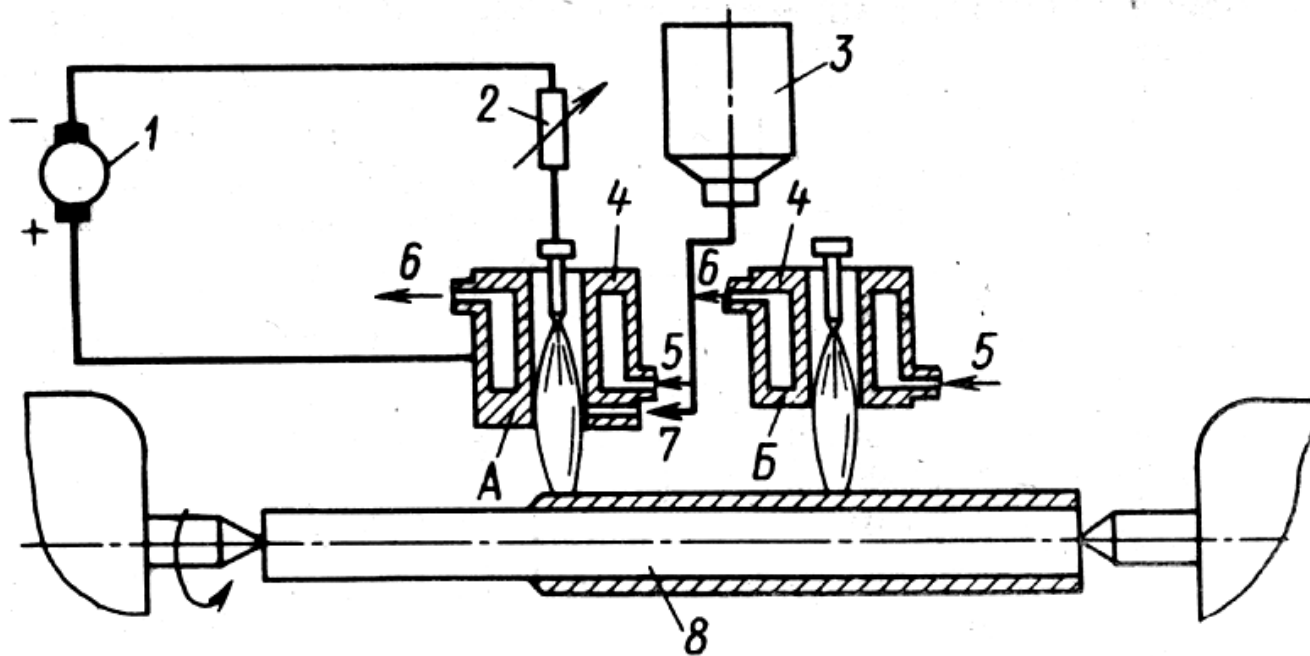


Рис. 151. Схема плазменного напыления с последующим оплавлением:

1 — источник питания; 2 — балластный реостат; 3 — питатель для подачи порошка;
4 — плазменная горелка; 5, 6 — ввод и вывод охлаждающей воды; 7 — трубопровод;
8 — ремонтируемая деталь; А — головка для напыления; Б — головка для оплавления

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Нанесение гальванических и химических покрытий

Гальванические и химические покрытия наносят для компенсации износа, как антикоррозионное или декоративное покрытие.

Из гальванических способов наиболее широко применяют хромирование, железнение, никелирование, цинкование, меднение; из химических – оксидирование и фосфатирование.

При нанесении гальванических покрытий, катод – деталь, анод – металлическая пластина. Подготовка деталей к нанесению гальванических покрытий включает следующие операции:

- - механическая обработка, с целью придания поверхности правильной геометрической формы;
- - очистка деталей от окислов (полирование);
- - обезжиривание растворителями;
- - изоляция поверхностей не подлежащих покрытию (лак, плёнки и др.);
- - электрохимическое обезжиривание в щелочных растворах;
- - промывка деталей в горячей и холодной воде;
- - активация (анодная обработка током обратной полярности);
- - гальванизация;
- - промывка;
- - механическая обработка в размер.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Для упрочнения деталей и восстановления их размеров наиболее широко распространены хромирование и железнение.

Хромирование используют для увеличения износостойкости, твёрдости, химической стойкости и прирабатываемости, обеспечения низкого коэффициента трения (со смазочным материалом), восстановления размеров изношенных деталей, а так же для декоративных целей.

Нанесение хрома часто осуществляют на подслои из других металлов. Например, сначала омеднение, а затем хромирование.

Железнение (осталивание) применяют, главным образом, для восстановления размеров деталей машин. Твёрдость электролитического железа достигает 8000 Мпа и более. Детали после железнения можно подвергать термической и термодиффузионной обработке.

Состав и свойства осажденного металла зависят от состава электролита и режимов наращивания.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Электронный архив УГЛУ

Процесс покрытия электролитическим железом осуществляют с использованием растворимых (стальных) и нерастворимых (угольных) электродов.

При использовании угольных электродов необходимо систематически корректировать состав электролита по мере его истощения.

Электролиты могут быть хлористые, сернокислые (сульфатные), смешанные и другие. По способу применения делятся на холодные и горячие.

Осадок электролитического железа, полученный в концентрированной хлористой ванне при высокой температуре близкой к температуре кипения и высокой плотности тока (10-12 А/дм²), характеризуется пластичностью и мелкозернистой структурой.

При осаждении в сернокислых растворах при этих же режимах создаются более хрупкие и крупнозернистые осадки.

В холодных электролитах обычно применяют малые плотности тока и скорость осаждения металла низкая (100-130 мкм/ч).

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Электронный архив УГЛТУ

Процесс покрытия электролитическим железом осуществляют с использованием растворимых (стальных) и нерастворимых (угольных) электродов.

При восстановлении размеров деталей чаще всего применяют хлористые электролиты, содержащие :

200 – 250 г/л хлористого железа;

50 – 70 г/л хлористого марганца;

0,8 – 1,0 г/л соляной кислоты.

Температура 55 – 65 °С, плотность тока 25 – 35 А/дм².

Электролит каждую неделю необходимо фильтровать.

Находят применение и другие составы электролита.

Например, для получения высокой твёрдости (650 – 700 НВ) используют такой состав электролита:

400 г/л - *Fe Cl* (хлористое железо),

2 г/л – *H Cl* (соляная кислота),

150 г/л – *Na Cl* (хлористый натрий).

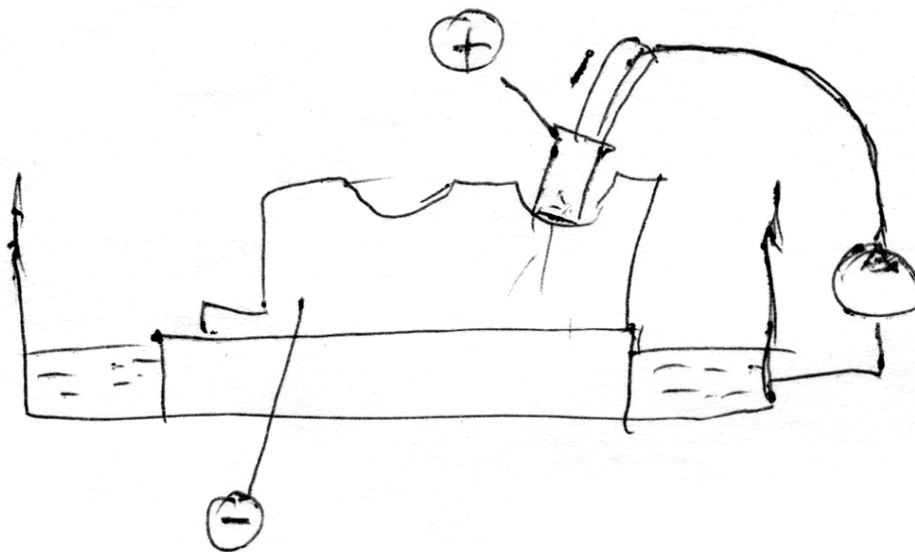
Температура 90 °С, ток 4 – 6 А/дм².

Электролитическое натирание

Используется для восстановления размеров посадочных мест или покрытий на крупных деталях, когда всю деталь поместить в ванну сложно.

Смоченный электролитом анодный тампон перемещают по покрываемой поверхности. Смачивание тампона либо периодическое погружением в ванну с электролитом, либо непрерывным прокачиванием электролита через тампон с помощью насоса.

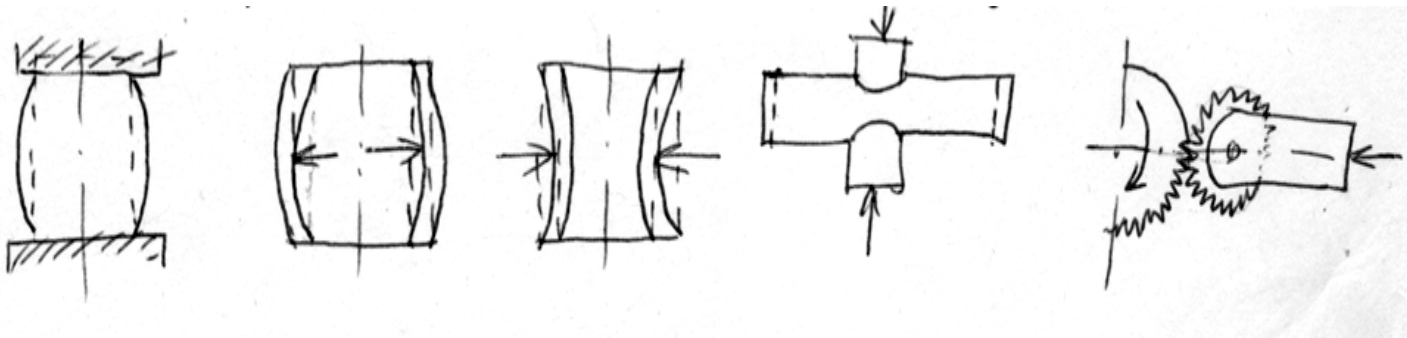
Скорость перемещения анодного тампона около 10 м/мин.



Обработка давлением

Для восстановления изношенных поверхностей применяют следующие виды обработки давлением:

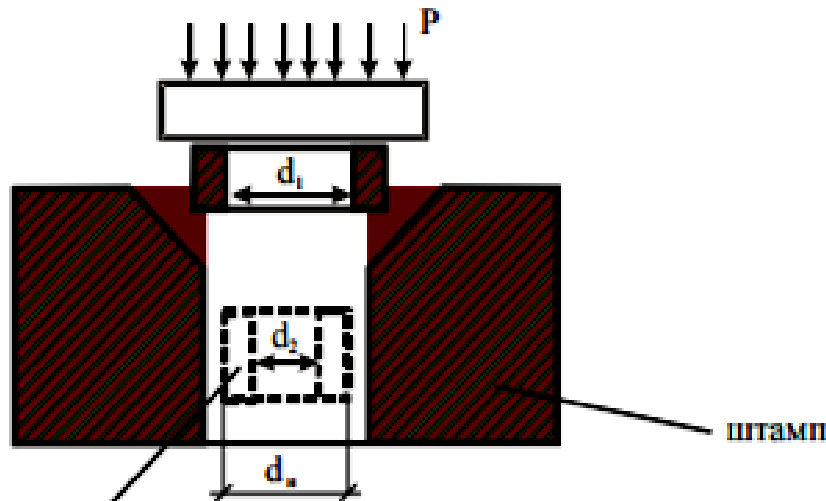
Осадку, раздачу, обжим, вытяжку и накатку.



Восстановление деталей методом пластического формоизменения

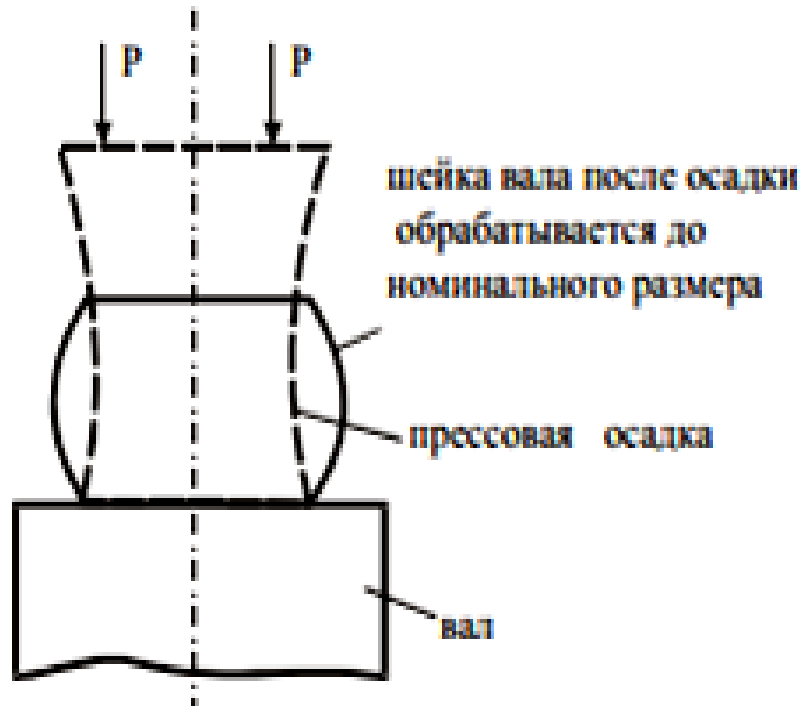
Способ используется для деталей, выполненных из пластических материалов: бронзы, латуни, вязких марок стали.

1) обжатие втулки в штампе: $d_1 > d_2 : d_2 < d_H$



Деталь восстанавливается по внутреннему диаметру,
наружный восстанавливается нанесением слоя
покрытия металлизацией, электрохимическим способом

2) прессовая осадка шейки вала



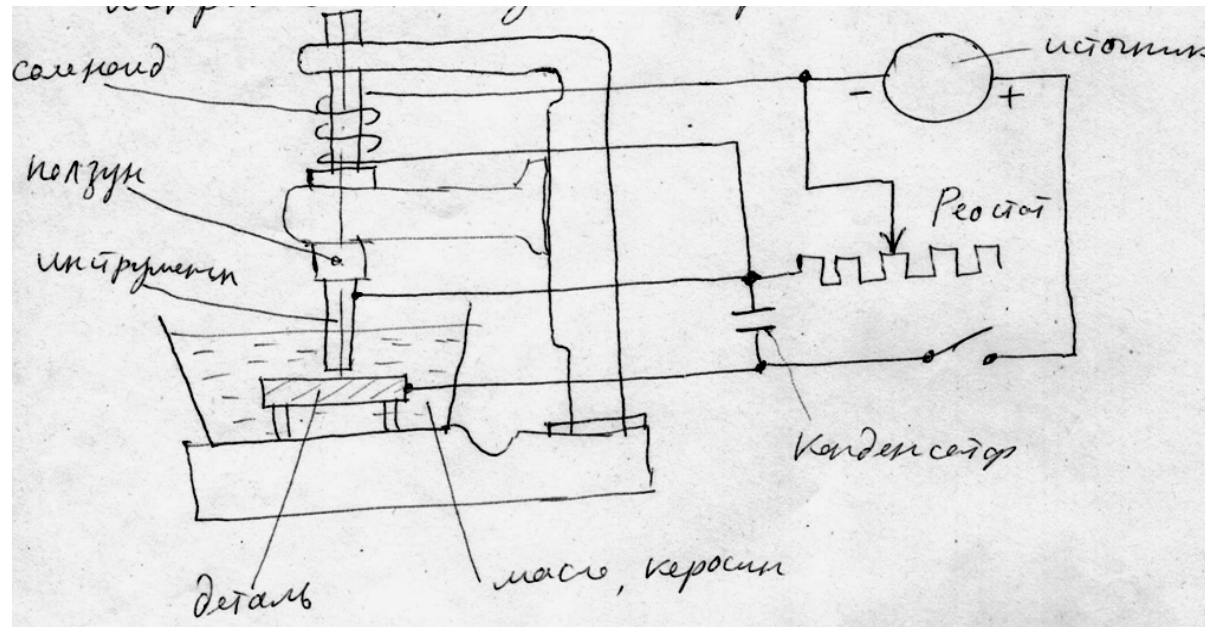
После осадки шейка вала протачивается резцом до номинальных размеров.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Электроискровая обработка основана на способности искрового импульса обрабатывать деталь. Применяется для прошивки отверстий сложной формы и для удаления сломанного инструмента и крепежа.

Электрод (инструмент) - латунь или медно-графитовая масса.

Деталь - анод, инструмент - катод.



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

С помощью электроискровой обработки можно производить **поверхностное упрочнение деталей и наращивание слоя металла** при небольшом износе.

Эти операции выполняются на воздухе при обратной полярности.

Электроискровое наращивание позволяет наносить покрытия из любых металлов и сплавов независимо от их твёрдости. Например, нанесение сплава ВК6...ВК15 на инструмент увеличивает стойкость инструмента на 20 – 30 %.

Кроме того твердость стали после обработки увеличивается за счет закалки верхних слоев благодаря нагреву и охлаждению отводом тепла в тело детали.

При соприкосновении электрода (анода) закрепленного в зажиме вибратора с деталью (катодом) образуется искровой разряд, который переносит металл с анода на катод.

Напряжение 10 – 220 в, конденсатор до 500мкф, ток короткого замыкания 0,25 – 40 А.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Восстановление деталей полимерными покрытиями

Пластмассы на базе акриловых смол: бутакрил, акрилопласт, эпоксидно-акриловая пластмасса.

При приготовлении смешивают порошок и жидкость. Отверждение через 75 минут, готовность к работе через 15 часов.

Используется для ремонта направляющих, полостей гидроцилиндров, посадки под подшипники и т.д.

Восстановление деталей склеиванием

Этим способом заделывают трещины, отверстия, забоины в станинах и корпусных деталях, поднимают изношенные поверхности цапф, валов, шпинделей, приклеивая тонкостенные ступки. Вклеивают подшипники на изношенные посадочные места.

Используются карбамидные клеи, эпоксидные смолы, клей БФ и др.

Сборка. Слесарно-пригоночные работы

(Самостоятельно. См. Учебник и лекции)

Расчет приспособлений для монтажа (демонтажа)

При разработке монтажного приспособления для монтажа и демонтажа подшипников, зубчатых колес, шкивов, сборки пильных рамок, запрессовки втулок и др. расчет ведут в такой последовательности:

- Определить исходные данные. Разработать принципиальную схему приспособления.
- Рассчитать давление посадки.
- Рассчитать усилие напрессовки и демонтажа.
- Рассмотреть вопрос о целесообразности применения гидрораспора.
- Рассчитать съёмник.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

Расчет давления посадки проводят по формулам.

Давление посадки P_B «подшипник – стальной вал»

$$P_B = \frac{H_B}{2 \cdot D} \cdot \left(1 - \left(\frac{d}{d_1} \right)^2 \right) \cdot E, \quad \text{МПа.}$$

Давление посадки P_K «подшипник – корпус»

$$P_K = \frac{H_K}{2 \cdot D} \cdot \left(1 - \left(\frac{D_2}{D} \right)^2 \right) \cdot E, \quad \text{МПа.}$$

Давление посадки P_B «зубчатое колесо–звездочка, шкив–вал»

$$P_B = \frac{2 \cdot E \cdot H_B}{d} \cdot \left(\frac{D^2 + d^2}{D^2 - d_2^2} + \mu \right)^{-1}, \quad \text{МПа.}$$

где H_B – эффективный посадочный натяг на валу, мм;

H_K – эффективный посадочный натяг в корпусе, мм;

$$H_B = H_{\max} - \Delta H, \quad H_K = H_{\max} - \Delta H,$$

H_{\max} – наибольший посадочный натяг, мм;

ΔH – потеря натяга от шероховатости контактирующих поверхностей (табл.);

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

E – модуль упругости, $E=2,08*10^5$;

d – посадочный диаметр на вал, мм;

D – посадочный диаметр подшипника в корпусе (наружный диаметр зубчатого колеса, звездочки, шкива), мм;

$$d_1 = d + \frac{D - d}{4}, \quad D_2 = D + \frac{D - d}{4}$$

μ – коэффициент Пуассона, $\mu = 0,3$.

Таблица

Зависимость потери натяга от шероховатости контактирующих поверхностей

Шероховатость поверхности R_a , мм	Потеря натяга ΔH , мм
2,5...1,25	0,012
1,25...0,63	0,008
0,63...0,32	0,004

Расчет усилия для запрессовки и демонтажа

Усилие запрессовки на вал

$$F_B = f \cdot P_B \cdot \pi \cdot d \cdot B, \quad \text{Н.}$$

Усилие запрессовки в корпус

$$F_K = f \cdot P_K \cdot \pi \cdot D \cdot B, \quad \text{Н,}$$

где f - коэффициент трения при запрессовке $f=0,15$, при распрессовке $f=0,25$;

P – давление посадки, МПа;

d – посадочный диаметр на вал, мм;

D – посадочный диаметр в корпусе, мм;

B – ширина подшипника, длина ступицы, мм.

Расчет допускаемой осевой нагрузки A на подшипник качения с целью выявления возможности передачи усилия запрессовки или распрессовки через опоры качения

$$A = \frac{C_0}{m}, \quad \text{Н}$$

где C_0 – статическая грузоподъемность подшипника, Н;

m – коэффициент приведения осевой нагрузки к радиальной (табл.5).

Возможность передачи усилия через опоры имеет место при $A > F$.

Таблица 5

Коэффициент приведения осевой нагрузки к радиальной

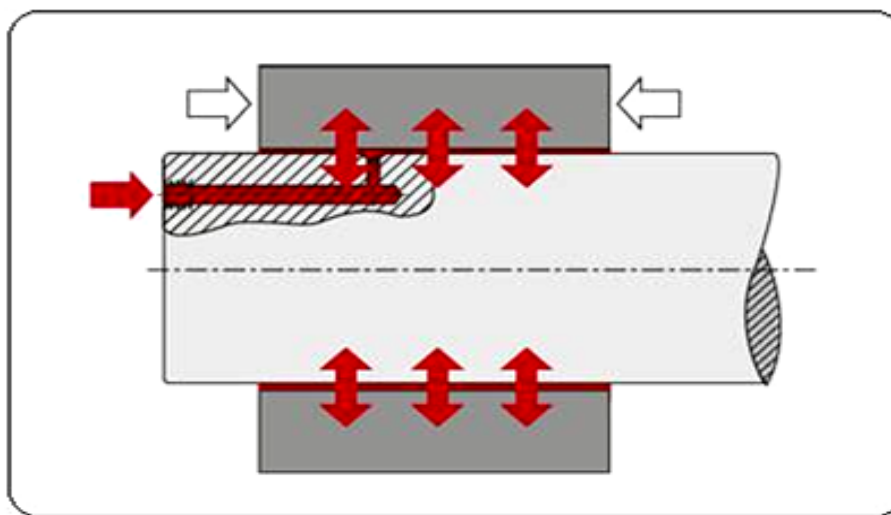
Тип подшипника	Коэффициент приведения, m
1. радиальный однорядный	1,5
2. радиальный сферический	
легкой серии $d = 20 \dots 40$ мм	3,5
$d > 45$ мм	4,5
средней серии $d < 30$ мм	3,0
$d > 35$ мм	4,0
широкой серии $d > 35$ мм	2,5
3. радиально-упорные	
серия 36000	1,5
серия 46000	0,7
серия 66000	0,5
4. конический	
легкой серии	1,5
средней серии	1,8

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

При рассмотрении вопроса о целесообразности применения гидрораспора при монтаже и демонтаже подшипников качения, необходимо учитывать, что гидрораспор уменьшает усилие запрессовки или распрессовки в 8-10 раз. Давление масла при гидрораспоре составляет 50-60 МПа.

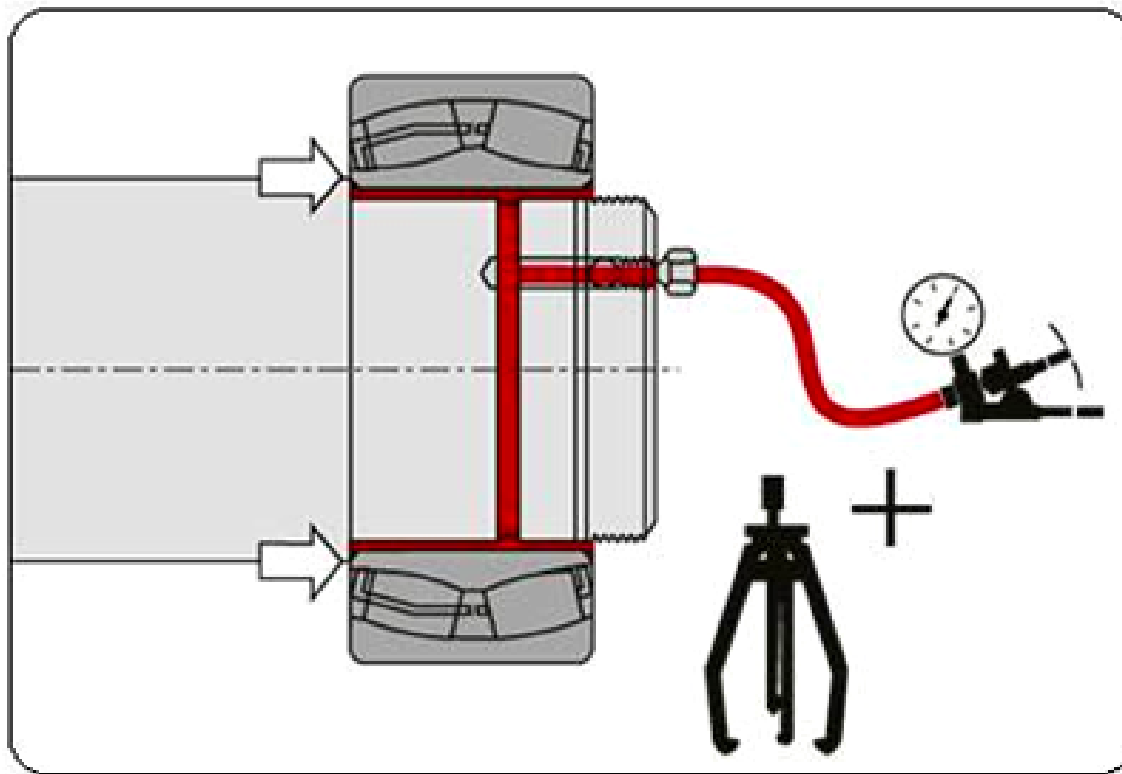
Для создания осевого усилия в монтажном приспособлении используют гидроцилиндры, пневмоцилиндры или винтовую передачу. При этом производят расчет гидроцилиндра, пневмоцилиндра или винтовой передачи по усилию напрессовки F .

Гидрораспор



Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

При изготовлении вала следует предусмотреть отверстия и канавки для подвода масла.



Сборка подвижных соединений

Зубчатые цилиндрические передачи

Боковой зазор $C=(0,04...0,06)m$, $m=t/\pi=d_{до}/z$.

Зубчатые конические передачи

$C=(0,06...0,1)m$

Зубчатые червячные передачи

Ременные передачи

$Q=F\sigma$

Цепные передачи

Подшипники скольжения

Подшипники качения

- **Основные понятия и положения технологического процесса сборки**
- Технологический процесс сборки представляет собой заключительную часть производственного процесса, при котором последовательным присоединением и фиксацией всех деталей получают изделие, полностью отвечающее установленным для него техническим требованиям. Трудоемкость сборки составляет 20...50 % общей трудоемкости изготовления изделий. Сборочные работы при соответствующей организации контроля во многом определяют качество готовых машин.
- Поэтому необходимо знать основные принципы выполнения технологических операций сборки; содержание, положительные и отрицательные стороны организационных форм сборочного процесса, применяемых в различных видах производства; методы, обеспечивающие точность сопряжения деталей при сборке.

- **Подготовка деталей к сборке**
- В состав работ по сборке составных частей (сборочных единиц) и общей сборке входят следующие основные операции: разметка перед сборкой и крепление деталей; сборка неподвижных соединений, деталей, передающих движение, и вращающихся деталей; взвешивание, балансирование деталей и сборочных единиц; установка станин, рам, плит, корпусов и т.п. В зависимости от вида производства сборка машин в той или иной степени связана с выполнением слесарно-пригоночных работ и подготовительных операций: очистка деталей и узлов от загрязнения маслом, стружкой, опилками и т.д., обдувка сжатым воздухом, промывка в моечных устройствах с последующей сушкой.

- **Технический контроль и испытания деревообрабатывающих станков**
- Погрешности сборки вызываются в первую очередь качеством деталей, изготовленных на предшествующих этапах производства. Это может быть отклонение размеров, формы и расположения поверхностей сопрягаемых деталей; несоблюдение технических требований к качеству поверхностей деталей. В процессе сборки погрешности возникают из-за неточной установки и фиксации элементов машины; низкого качества пригонки и регулирования сопрягаемых деталей; несоблюдения режима сборочной операции, например, при пайке или при затяжке резьбовых соединений; геометрических неточностей сборочного оборудования и технологической оснастки; неправильной настройки сборочного оборудования. Кроме контроля при сборке устанавливается соответствие собранного соединения или сборочных единиц техническим условиям.
- После проверки правильности соединений сборочных единиц собранные изделия в целом подлежат регулированию и испытанию. В зависимости от вида, назначения и объема производства деревообрабатывающее оборудование проходит испытание на холостом ходу и в работе под нагрузкой, а также на соответствие нормам точности, жесткости и другим показателям качества.

Технология ремонта деревообрабатывающего оборудования

- **Окраска и консервация готовых изделий**
- Процесс нанесения лакокрасочных покрытий состоит из трех основных этапов: подготовки поверхности, ее окраски и сушки, отделки.

Организация ремонтной службы

6. Организация ремонтной службы

- Ремонт оборудования выполняют СГМ (служба гл. механика) и СГЭ (служба гл. энергетика). На малых предприятиях СГЭ входит в СГМ.
- Существует 3 формы организации ремонтных работ:

Централизованная. РМЦ подчиняется ОГМ, так же как и ремонтные службы производственных цехов. Механики производственных цехов подчиняются главному механику или начальнику РМЦ. Все виды ремонта и обслуживания проводятся силами РМЦ предприятия. Применяется на небольших предприятиях. До 5000 единиц ремонтосложности по механической части (~ 500 ед. в каждом цехе).

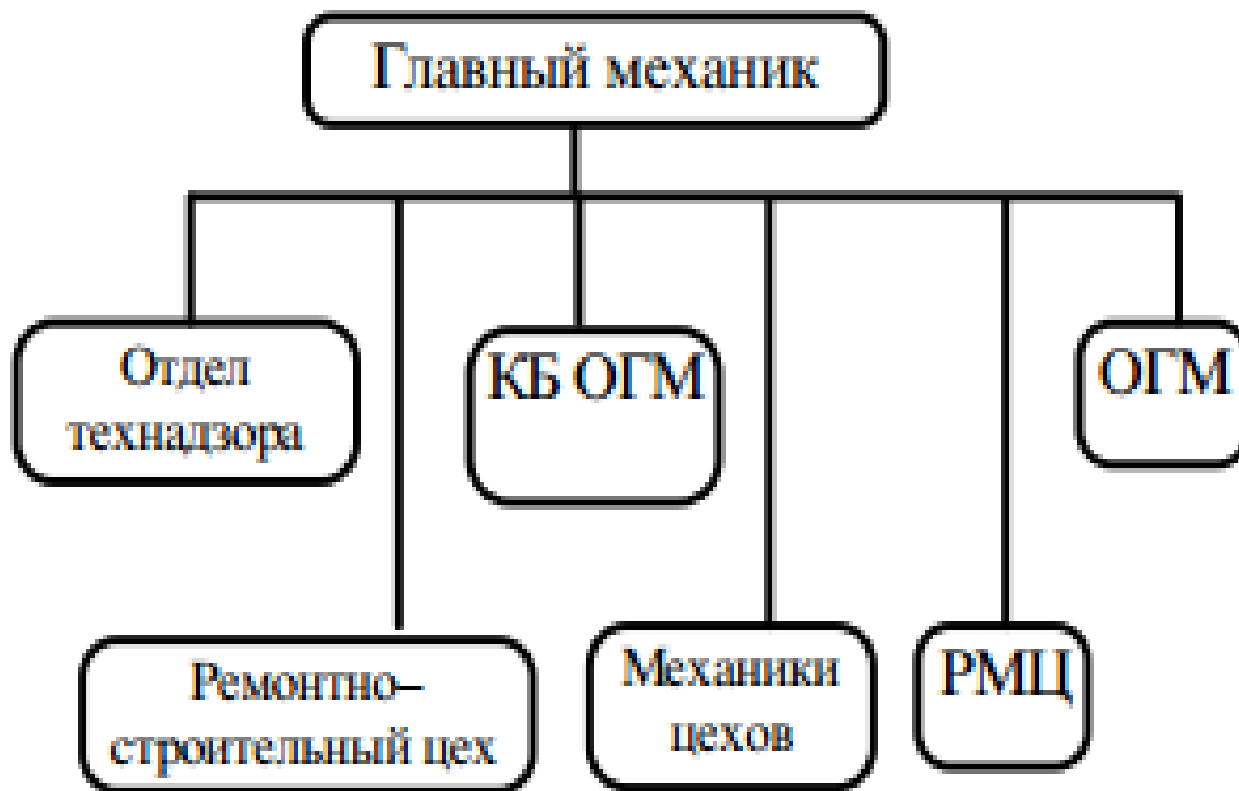
Децентрализованная – техническое обслуживание и ремонт осуществляется силами ЦРБ (цеховой ремонтной базы). В РМЦ предприятия, если он есть, изготавливаются только сложные запчасти. Имеет наибольшее распространение на крупных предприятиях, имеющих больше 800 ед. ремонтосложности в каждом цехе (больше 40000 ед. на предприятии).

Смешанная – техническое обслуживание, осмотры, текущие и средние ремонты несложного оборудования осуществляются в ЦРБ, а средние ремонты сложного оборудования и капитальные ремонты – в РМЦ. Применяется на предприятиях где в цехах от 500 до 800 ед. ремонтосложности.

- Основным направлением совершенствования организации ремонтного производства является создание специализированных предприятий по ремонту оборудования. Это связано с ростом числа мелких предприятий, не имеющих собственной ремонтной базы и квалифицированного персонала.

Организация ремонтной службы

- Ремонт и эксплуатацией технологического оборудования, сооружений и коммуникаций руководит служба главного механика предприятия. Главный механик подчиняется главному инженеру и директору.
- Структура ремонтно-механического хозяйства завода



Организация ремонтной службы

Служба главного механика выполняет следующие работы:

- надзор за состоянием оборудования и строительных конструкций;**
- составление плана на ремонт оборудования;**
- организация мероприятий по ремонту;**
- внедрение новых процессов по ремонту оборудования;**
- контроль стоимости ремонтных работ;**
- составление отчетов по ремонту;**
- разработка чертежей по ремонту оборудования приспособлений, механизмов;**
- собственно ремонт.**

Организация ремонтной службы

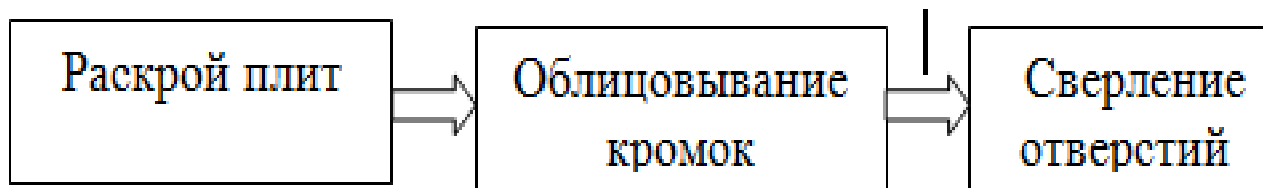
Численный состав СГМ

- В результате научно-технического прогресса сложность оборудования возрастает, сокращается численность производственных рабочих и должна возрасти численность ИТР и рабочих СГМ.
- В зависимости от суммарной ремонтосложности установленного оборудования R_m предприятия подразделяются на 12 групп. Штаты ОГМ и номенклатуру должностей ориентировочно определяют по таблицам «Типовой системы технического обслуживания и ремонта ...»
- Численность ремонтных рабочих и обслуживающего персонала рассчитывают по формулам, рассмотренным ранее.
- Предприятия сами утверждают штаты цехов и отделов.

Особенности организации технического обслуживания и ремонта поточных и автоматических линий

Здесь не целесообразен поочерёдный ремонт отдельных агрегатов и машин, так как при ремонте каждой единицы оборудования простаивает вся линия. Ремонт проводят либо полностью всей линии в выходные и праздничные дни, концентрируя при этом ремонтные силы и средства, либо скоростными методами поагрегатно, создавая запасы деталей на время простоя ремонтируемого оборудования.

Пример: линия по производству деталей корпусной мебели.



Начинаем ремонт с конца линии, создавая запас деталей.

Высокая стоимость линий и их простоя допускает идти на повышенные затраты во время ремонта.

Составление сетевого графика ремонта позволяет лучше спланировать ремонт, определить сроки ремонта и выявить узкие места.

Агрегатно-узловой метод ремонта

Предусматривает замену требующих ремонта агрегатов (узлов) на заранее отремонтированные, приобретённые или изготовленные.

Агрегатный метод удешевляет ремонт и сокращает время простоя оборудования в ремонте. Наиболее эффективен при восстановлении работоспособности:

- а) – оборудования имеющего стандартные узлы (насосы, гидроаппаратура, агрегатные головки и т.д.);
- б) – одноимённых моделей, имеющих на предприятии в больших количествах;
- в) – лимитирующих производство моделей (дублирование);
- г) – оборудования состоящего из конструктивно обособленных узлов.

В зависимости от методов проведения узлового ремонта различают:

Комплексный способ – предусматривает одновременную замену всех или большинства узлов в период проведения планового ремонта оборудования.

Распредоточенный способ – предусматривает последовательную замену изношенных узлов в период между плановыми ремонтами.

Для внедрения узлового метода ремонта оборудование должно быть однотипным и иметь высокую степень унификации и взаимозаменяемости узлов и деталей.

Организация ремонтной службы

Подготовка производства работ по техническому обслуживанию и ремонту

Включает:

1. Конструкторскую подготовку.
2. Технологическую подготовку ремонтов.
3. Технологическую подготовку работ по техническому обслуживанию.
4. Подготовка производственной базы.
5. Материальную подготовку.
6. Подготовка рабочих (обучение).
7. Организационную подготовку (юридическое оформление отношений).

Организация труда ремонтных бригад

- ❖ Рабочие выполняют ремонтные работы в бригадах. Станочники РМЦ могут работать индивидуально.
- ❖ Бригады могут быть *сменные* или *сквозные*. Сквозная форма обеспечивает более высокую производительность труда и сжатые сроки ремонта.
- ❖ По профессиональному составу бригады могут быть специализированными или комплексными. Если бригада составлена из рабочих одной профессии и для выполнения одного задания её называют специализированной. Специализация бригады может быть различной: функциональной (ремонт функциональных узлов – гидро, пневмо-оборудование и т.д.), предметно-функциональной и универсальной.
- Если бригада составлена из рабочих разных профессий, то она называется комплексной. Если комплексной бригаде поручают кроме ремонта профилактическое и дежурное обслуживание, то это сквозная комплексная бригада.
- Состав бригады оптимально 4 – 5 человек для сменных бригад и 8 – 10 человек для сквозной комплексной бригады. Средний тарифный разряд бригады должен быть равным тарифному разряду выполняемых работ.

Организация ремонтной службы цеха

Ремонтная служба цеха состоит в общем виде из механика, мастера, конструктора и бригады слесарей. При децентрализованном способе выполнения ремонтов в цехе производят все ремонты, при смешанной текущие и часть средних, при централизованном способе цеховая ремонтная служба отсутствует.

- В обязанности дежурных слесарей ремонтников входит выполнение профилактических работ и устранение возникающих неисправностей оборудования. За каждым слесарем закреплена группа оборудования. Кроме того каждый слесарь ремонтник имеет несколько единиц оборудования, закрепленных за ним персонально. В ремонтные дни он обслуживает и ремонтирует прежде всего это оборудование.
- Слесари ремонтники ремонтной бригады разбиваются на 2 группы, работающие попеременно в 1 и 2 смену. Эта бригада проводит подготовку к ремонтным дням и может быть привлечена к устранению аварий.
- В ремонтный день группа слесарей во главе с бригадиром выполняет ремонты по графику ППР. Часть состава выполняет работы по ТО и техническому обслуживанию.
- Рабочие места слесарей могут быть постоянные, при ремонте оборудования со снятием с фундамента, и временные, при ремонте оборудования на месте установки.

Режим труда ремонтных рабочих

Работы ремонтников подразделяются на подготовительные и основные, выполняемые при остановке оборудования. Следует стремиться максимально использовать для выполнения основных работ по ремонту и ТО регламентированные перерывы и специально отведенные для ремонта дни и смены.

Для этого используют: смещение начала рабочего дня по отношению к основным рабочим; неодинаковую продолжительность рабочих смен в течении недели при сохранении 40 часовой рабочей недели; перенос или изменение продолжительности обеденного перерыва.

Оплата труда

Основные задачи оплаты труда ремонтников:

- 1) стимулирование повышения производительности и качества труда;
- 2) справедливое распределение денежных средств в соответствии с количеством и качеством труда;
- 3) стимулирование повышения квалификации рабочих (квалифицированная работа оплачивается выше).

Существует множество систем оплаты труда ремонтных рабочих от повременной до сдельно-премиальной по техническому состоянию оборудования (учитываются неплановые простои, качество продукции и др.).

Работа оплачивается как индивидуально, так и коллективно. При возможности количественной оценки результатов труда используется сдельная оплата труда, а при невозможности повременная (почасовая, подённая, окладная) простая или премиальная.

Организация ремонтной службы

Сдельная система оплаты труда может быть прямой, премиальной, косвенной (зависит от ЗП основных рабочих), нормативной (за выполнение нормативного объема работ), нормативно-премиальной (дополнительно оценивается состояние оборудования).

Наиболее эффективны следующие системы оплаты труда.

1. Сдельная нормативно-премиальная, плюс КТУ (коэффициент трудового участия) – для слесарей комплексных бригад ЦРБ, выполняющих все виды ремонтов и ТО.
2. Сдельно-премиальная индивидуальная – для станочников обслуживающих не менее 2000 R_m установленного оборудования.
3. Повременно-премиальная индивидуальная – для станочников обслуживающих менее 2000 R_m .
4. Сдельно-премиальная бригадная – для слесарей РМЦ по капремонту оборудования, для слесарей ЦРБ по текущему ремонту и ТО.
5. Аккордная – для оплаты труда при выполнении аварийных работ лимитирующих производство.

Премиальная часть ЗП должна составлять 30...40%. Премируют за выполнение планов ремонтов, за сокращение времени простоя, за состояние оборудования.

Контроль качества ТО и ремонта

Контролируется не только результат труда ремонтных рабочих, но и организуется управляющее воздействие на процесс ремонта. Таким образом мы имеем дело с системой контроля качества:

а) ТО машин; б) подготовки данных и технической ремонтной документации; в) разработки технического процесса ремонта; г) изготовления деталей для ремонта; д) восстановления деталей; е) производства разборки и сборки; ж) проведения приёмочных испытаний.

При выполнении ремонтных работ и обслуживании оборудования проводят следующие измерения: точности линейных размеров; точности формы поверхностей; точности взаимного расположения поверхностей; шероховатости поверхностей; точности движения рабочих органов; точности кинематических цепей; статической жесткости оборудования; динамической уравновешенности вращающихся деталей; вибрации; шума оборудования; давления подающих органов; давления жидкостей и воздуха; твердости материалов; а так же проводятся специальные измерения.

Организация ремонтной службы

Для организации метрологического обеспечения ремонтных работ при РМЦ организуется контрольно-поверочный пункт, который подчинён главному механику административно и измерительной лаборатории предприятия функционально.

Малые и средние предприятия поверку контрольно-измерительных инструментов и приборов выполняют в региональных метрологических лабораториях.

Контрольно-измерительные средства

Контрольно-измерительные средства, применяемые при наладке и проверке точности деревообрабатывающего оборудования, подразделяются на следующие основные группы: меры, калибры, универсальные инструменты и приборы.

Меры предназначены для воспроизведения единицы измерения, а так же величин кратных и дольных ей.

Калибры служат для определения отклонений от заданных размеров, форм и взаимного расположения поверхностей без установления величин самих отклонений.

Универсальные инструменты и приборы используются для установления измеряемой величины.

Организация ремонтной службы

Организация технического обслуживания и ремонта в передовых зарубежных странах

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, а именно:

система обслуживания – в Европе, США, Канаде и др.;

система сохранения – в Японии, Южной Корее и других азиатских странах.

Как правило, на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту (ремонтно-строительного управления, отделов главного механика, главного энергетика и др.). Такие службы возглавляет на основе принципа единоначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера (механики).

Порядок выполнения работ по ТО, текущему и капитальному ремонтам разрабатывается заводами – изготовителями оборудования. Этот порядок определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Еще одна существенная особенность ремонтного производства заключается в том, что ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. Как текущий, так и капитальный ремонты выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на годные заводского изготовления. Ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют.

Организация ремонтной службы

Электронный архив УГЛУ

В США существует система планово-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя.

Для обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей для выпуска такой продукции.

В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на 20–25 % дороже, чем в виде собранного оборудования.

В США доля выполнения ремонтных работ так называемым «фирменным ремонтом» (силами специализированных ремонтных фирм) не превышает 10 % всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, модернизация, сложные регулировочные работы, реже – замена сложных агрегатов.

Организация ремонтной службы

Электронный архив УГЛУ

Специалисты Японии и Южной Кореи считают, что для значительного увеличения прибыли от эксплуатации оборудования необходимо, чтобы ремонтно-восстановительное производство носило ритмичный (плановый) характер, как и в основном производстве. В японской системе обеспечения сохранности оборудования заложен следующий принцип: все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности следует производить на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Во всех зарубежных странах большое внимание уделяется нормированию затрат труда, времени остановки на восстановление работоспособности машин и времени плановой замены сменных элементов.

Снижение издержек на восстановление неисправных основных фондов – это необходимое условие эффективной работы на конкурентном рынке.

Проектирование ремонтных цехов

Площади цеха

- Площади цеха делятся на производственные, вспомогательные и служебно-бытовые.
- *Производственная площадь* – площадь непосредственно предназначенная для проведения технологического процесса (производственное оборудование, верстаки, рабочие места, транспортное оборудование, места для заготовок и готовых деталей, шкафчики для инструмента, места мастера и контролеров, проходы и проезды, кроме магистральных).
- *Вспомогательные площади* – помещения выгороженных ОТК, энергетические установки, склады и кладовые, магистральные проезды.
- *Служебно-бытовые площади* – это конторы (начальник цеха, бухгалтерия, технический отдел, конструктор, технолог и т.д.), а так же раздевалки, санузлы, буфеты, комната приема пищи, медпункт, комната для отдыха и т.д.

Планировка оборудования РМЦ, ЦРБ

Станки устанавливают в порядке технологических операций и по группам станков.

- На плане изображают контуры станков в масштабе. Контуры выполняют по габаритам куда входят и крайние положения движущихся частей.
- При выполнении планировки используют вырезанные из картона или бумаги контуры станков или вычерченные контуры при выполнении планировки на компьютере.
- К проезду станки могут быть расположены параллельно, перпендикулярно или под углом.
- Необходимо соблюдать нормативные расстояния между станками, станками и проездами и элементами здания.

Электронный архив УБГТУ Организация ремонтной службы

Требования к размещению производственного оборудования и организации рабочих мест в деревообрабатывающих цехах

- Размещение производственного оборудования при организации технологических процессов деревообработки должно обеспечивать безопасность и удобство его обслуживания и возможность эвакуации работающих.
- Проезды и проходы в помещениях, где установлено оборудование, должны быть обозначены линиями белого цвета и знаками по ГОСТ 12.4.026 Цвета сигнальные и знаки безопасности.

Организация ремонтной службы










Электронный архив УТЛТУ







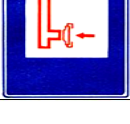

ГОСТ 12.4.026 Цвета сигнальные и знаки безопасности

Запрещающие знаки, Предупреждающие знаки, Предписывающие знаки, Указательные знаки

Запрещается пользоваться открытым огнем	
Запрещается курить	
Вход (проход) воспрещен	
Запрещается тушить водой	
Запрещающий знак с поясняющей надписью	
Запрещается пользоваться электронагревательными приборами	

Осторожно! Легковоспламеняющиеся вещества	
Осторожно! Опасность взрыва	
Осторожно! Едкие вещества	
Осторожно! Ядовитые вещества	
Осторожно! Электрическое напряжение	
Осторожно! Излучение лазера	
Осторожно! Работает край	
Осторожно! Возможно падение	
Осторожно! Прочие опасности	

Работать в каске!	
Работать в защитных перчатках!	
Работать в защитной одежде!	
Работать в защитной обуви!	
Работать с применением средств защиты органов слуха!	
Работать в защитных очках!	
Работать с применением средств защиты органов дыхания!	
Работать в предохранительном поясе!	
Предписывание определенных действий, направленных на обеспечение безопасности труда и пожарной безопасности	

Огнетушитель	
Пункт извещения о пожаре	
Место курения	
Расположение определенного места, объекта или средства	
Поясняющая надпись или символ	
Пожарный водосточник	
Пожарный кран	
Пожарный сухой порошковый стояк	

Расстояния между станками, элементами зданий и сооружений должны быть не менее:

- От станка или выступающей конструкции (колонны, стойки) до тыльной стороны станка – 0,7...0,8 м.
- От проезда до тыльной или боковой стороны – 0,5 м.
- От стены или проезда до станка со стороны рабочей зоны - 1,5...1,7 м.
- От стен и колон до боковых сторон станка – 1,2 м.
- Между тыльными сторонами станков – 0,7...1,0 м.
- Между станками со стороны рабочих зон - 3,0 м.
- Между тыльной стороной станка и станком со стороны рабочей зоны - 1,5...1,7 м.
- Между боковыми сторонами станков – 0,9 м.
- Между станками, установленными в поточную линию – длина заготовки плюс 1,0 м.
- Между складочными местами - 1,0 м.

Оборудование не должно размещаться над рабочими зонами, проездами, неизолированными линиями электропередач, в зонах повышенной температуры, загазованности и запыленности.

Электронный архив УГЛТУ

Организация ремонтной службы

КОНЕЦ