

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ  
ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования  
для обучающихся специальности**

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по  
отраслям)**

Магнитогорск, 2022

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Механическое, гидравлическое  
оборудование и автоматизация»  
Председатель О.А.Тарасова  
Протокол № 10 от 22.06.2022г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

### **Разработчик:**

Е.А.Пузик,  
Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»  
К.Г.Пашенко,  
Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы ПМ 02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования МДК 02.01 Техническое обслуживание промышленного оборудования

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

## Оглавление

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	4
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	6
Практическая работа № 1 .....	6
Составление кинематических схем промышленного оборудования .....	6
Практическая работа № 2 .....	10
Определение величины предельно-допустимого износа в парах трения .....	10
Практическая работа № 3 .....	11
Разработать алгоритм восстановления вала .....	11
Практическая работа № 4 .....	15
Разработать алгоритм восстановления зубчатого колеса .....	15
Практическая работа № 5 .....	24
Разработать алгоритм восстановления посадочного места подшипника .....	24
Практическая работа № 6 .....	28
Разработать алгоритм восстановления шпиндельного соединения .....	28
Практическая работа № 7 .....	37
Разработать алгоритм восстановления колеса .....	37
Восстановление (наплавка) ходовых колес .....	38
Практическая работа № 8 .....	40
Разработать алгоритм восстановления муфты .....	40
Практическая работа № 9 .....	45
Разработать алгоритм восстановления ролика .....	45
Практическая работа № 10 .....	47
Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Система ТОиР .....	47
Практическая работа № 11 .....	52
Выбор марки минерального масла в подшипники .....	52
Практическая работа № 12 .....	54
Выбор марки минерального масла в зубчатые зацепления .....	54
Практическая работа № 13 .....	56
Составление схемы и карты смазывания для промышленного оборудования .....	56
Практическая работа № 12 .....	57
Разбор и дефектация редуктора .....	57
Практическая работа № 15 .....	60
«Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Смазочные материалы» .....	60
Практическая работа № 16 .....	60
«Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Редуктора» .....	60
Практическая работа № 17 .....	61
«Работа в программе МУП Общепромышленные редуктора» .....	61
Практическая работа № 18 .....	61
Метод ультразвуковой дефектоскопии .....	61
Практическая работа № 19 .....	62
Исследование работы редуктора под нагрузением .....	62

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебного модуля «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выбирать эксплуатационно-смазочные материалы для технического обслуживания оборудования;
- пользоваться контрольно-измерительным инструментом;
- выполнять эскизы деталей при ремонте;
- определять способы обработки деталей;
- обрабатывать детали в целях восстановления работоспособности оборудования ручными механизированным способом;
- пользоваться нормативной и справочной литературой;
- разрабатывать схему и карту смазывания промышленного оборудования отрасли;
- определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования;
- производить наладочные, крепежные, регулировочные работы.

Содержание практических ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

- ПК 2.1. Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя
- ПК 2.2. Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов
- ПК 2.3 Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования
- ПК 2.4 Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

А также формированию **общих компетенций:**

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.
- ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических работ по учебному модулю «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
  - формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
  - формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
  - развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
  - выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

# 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Практическая работа № 1

### Составление кинематических схем промышленного оборудования

#### Цель:

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования
2. Научиться составлять кинематические схемы промышленного оборудования

Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- уметь составлять кинематические схемы промышленного оборудования;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

**Оборудование:** не требуется

Задание

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования.
2. Составить кинематические схемы промышленного оборудования (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Изучить основные условные обозначения на кинематических схемах промышленного оборудования.
2. Получить бланк технологической карты у преподавателя и наименование машины.
3. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную марку машины.
4. Составить кинематические схемы промышленного оборудования (по указанию преподавателя).
5. Заполнить технологическую карту по образцу (таблица 1)

Общие сведения

Кинематическая схема – это схема, на которой показана последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам машины и их взаимосвязь.

На кинематических схемах изображают только те элементы машины или механизма, которые принимают участие в передаче движения без соблюдения размеров и пропорций.




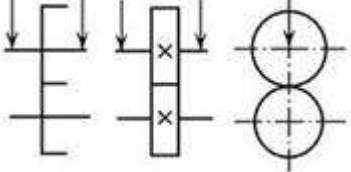
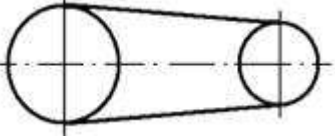
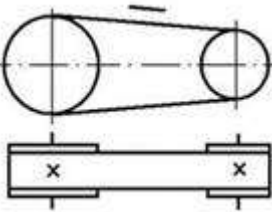
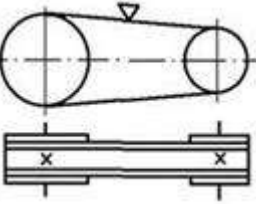
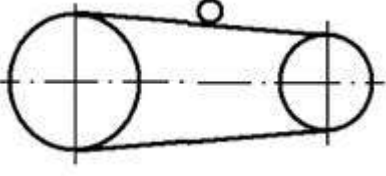
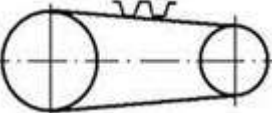
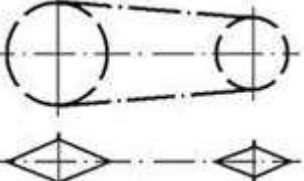
Все элементы на схеме обозначают условными графическими обозначениями согласно ГОСТ 2.770-68 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах.

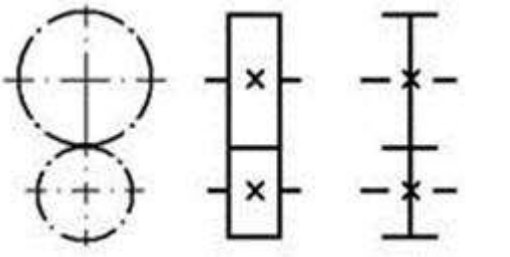
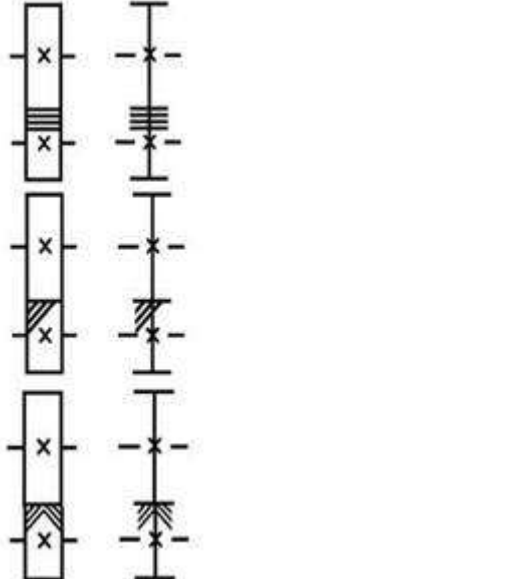
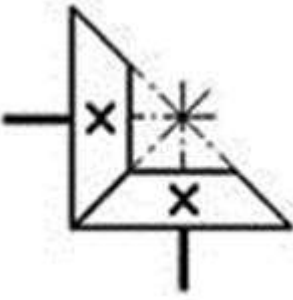
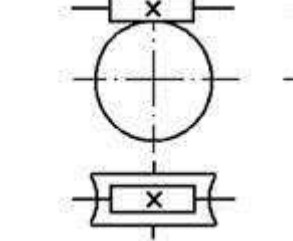
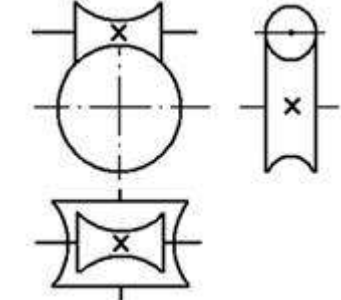
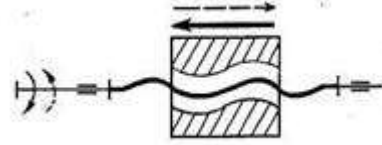
Кинематические схемы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.703-2011 ЕСКД Правила выполнения кинематических схем.

Читать кинематическую схему начинают от двигателя, как источника движения всех подвижных деталей механизма. На схеме он обозначается, как правило, окружностью с буквой М в середине.

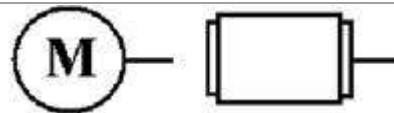
Определяя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, устанавливают его назначение и характер передачи движения.

Основные условные обозначения

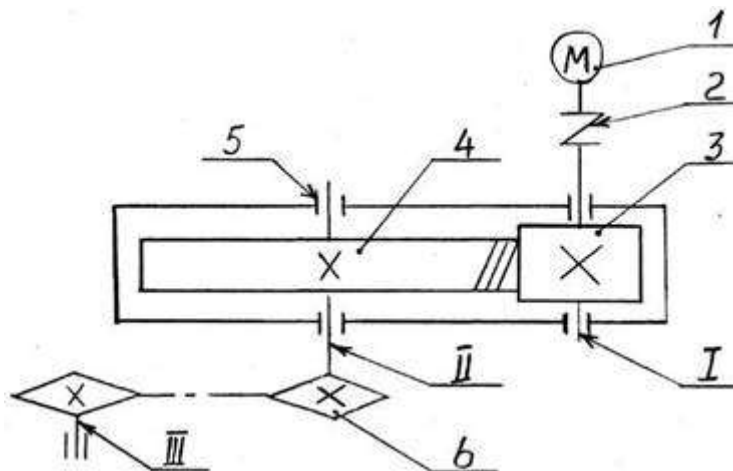
Наименование	Обозначение
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т.п.	
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа)	
Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
Передачи фрикционные: а) с цилиндрическими роликами	
Передача ремнем без уточнения типа ремня	
Передача плоским ремнем	
Передача клиновым ремнем	
Наименование	Обозначение
Передача круглым ремнем	
Передача зубчатым ремнем	
Передача цепью, общее обозначение без уточнения типа цепи	

<p>Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)</p>	
<p>б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями</p>	
<p>Передачи зубчатые с пересекающимися валами, конические</p>	
<p>Наименование</p>	<p>Обозначение</p>
<p>Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: а) червячные с цилиндрическим червяком</p>	
<p>б) червячные глобоидные</p>	
<p>Передача винт-гайка</p>	





Пример описания кинематической схемы:



Вращательное движение от электродвигателя 1 через муфту(упругую) 2 передается на вал I с зубчатым колесом 3 (обычно это шестерня), которое зацепляется с зубчатым колесом 4 второго вала II. Зубчатая передача является цилиндрической косозубой и расположена в корпусе 5. На вал II насажен звездочка 6 цепной передачи. С помощью цепи движение передается на выходной вал III через вторую звездочку. Опорами валов являются подшипники.

### Критерии оценки:

Правильность заполнения бланка

#### **Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### **Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### **Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### **Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 2

### Определение величины предельно-допустимого износа в парах трения

#### Цель:

1. Научиться определять предельно-допустимый износ для трущихся пар.

Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- Определять величины предельно-допустимого износа в парах трения.

Порядок выполнения задания

**Оборудование:** не требуется

Теоретические сведения

Значения максимально допустимой величины износа [U] для тихоходных зубчатых передач из условия прочности можно найти по зависимости:

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{[\sigma_{из}]} = \frac{a^2}{(a - [U])^2} \quad (3.1.)$$

$$[U] = a \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{n}} \right), \quad (3.2.)$$

где,  $\sigma_{-1}$  – предел выносливости;

$a$  – толщина зуба в основании;

$$a = \frac{D - 2,5m}{2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot m}{D} + 0,03 \right); \quad (3.3.)$$

$m$  – модуль зацепления, м;

$D$  – диаметр делительной окружности шестерни, м;

Для быстроходных зубчатых передач при определении [U] из условия прочности необходимо также учесть возрастание динамических нагрузок при увеличении зазора в зацеплении.

В этом случае используется зависимость

$$[U] = \frac{u}{u + k} \left[ \frac{r \cdot M_c}{2 \cdot C} (n - 1)^2 - U_0 \right] \quad (3.4.)$$

где  $u$  – передаточное число передачи;

$K = \frac{I_k}{I_u} = \frac{H_k}{H_u}$  – коэффициент, равный отношению износостойкости колеса к

износостойкости шестерни, или твердости колеса к твердости шестерни.

$C$  – жесткость наиболее податливого звена в линии привода МН/рад;

$M_c$  – статический момент сил сопротивления, МНм;

$U_0$  – начальный зазор в сопряжении, м.

(табл. 3.3. стр. 60);

$r$  – радиус делительной окружности шестерни, м.

**Критерии оценивания:**

- устный опрос

**Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

**Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 3

### Разработать алгоритм восстановления вала

**Цель:**

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Раздаточный материал

**Оборудование:** не требуется

**Задание**

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

**Порядок выполнения задания**

1. Получить бланк алгоритмвосстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины

5. Заполнить бланк алгоритм а восстановления детали технологических машины (таблица 1)

## Общие сведения

### Актуальность

Детали типа «вал» или «ось» присутствуют в любом механизме и играют важную роль в обеспечении функциональной работоспособности узлов и агрегатов. В процессе работы валы и оси подвергаются эксплуатационным нагрузкам, в результате чего могут возникать дефекты, основные из которых приведены в статье. Существующие способы устранения дефектов валов и осей имеют свои особенности, которые необходимо учитывать при выборе технологии ремонта и восстановления. Ключевые слова: дефект, ремонт, восстановление, наплавка, напыление, гальваническое осаждение, полимерные композиции.

К деталям типа «вал» относят детали машин, предназначенные для передачи крутящего момента и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нём деталей и опор. На валу закрепляются шкивы, зубчатые колеса, маховики и т. п. Некоторые из этих деталей, называемые ведущими, получают вращательное движение от постороннего источника энергии (двигателя). К другим деталям вращение передается валом. Они называются ведомыми. Таким образом, вал при своем движении обязательно передает усилие (вращающий момент), а поэтому испытывает деформации кручения и изгиба. Валы по форме разделяются на прямые или изогнутые (коленчатые), целые или составные (собранные из нескольких частей), сплошные или полые (пустотелые). Широкое распространение в автомобилестроении получили коленчатые, распределительные и карданные валы. Они применяются в двигателях внутреннего сгорания, в паровых машинах, поршневых насосах (компрессорах). Длинные валы, например гребные валы кораблей, из-за сложности их изготовления делают составными (разъемными). Полые, или трубчатые, валы применяют тогда, когда необходимо уменьшить их вес или пропустить через внутреннее отверстие вала другие детали. Если вал не передает вращательного движения, а только поддерживает вращающиеся части, его называют осью. Таким образом, ось в отличие от вала не испытывает кручения, а подвергается лишь изгибу. Оси делятся на неподвижные (например, оси колес велосипеда, мотоцикла, автомобиля и т. д.) и подвижные, которые вращаются вместе с закрепленными на них деталями (например, оси железнодорожных и трамвайных прицепных вагонов).

Валы и оси воспринимают во время работы большие нагрузки. Поэтому их изготавливают из углеродистой конструкционной стали, подвергают обработке давлением, поверхностной цементации, закалке и проверяют на прочность. Формы валов и осей весьма многообразны от простейших цилиндров до сложных коленчатых конструкций. Форма вала определяется распределением изгибающих и крутящих моментов по его длине. Правильно спроектированный вал представляет собой балку равного сопротивления. Валы и оси вращаются, а, следовательно, испытывают знакопеременные нагрузки, напряжения и деформации. Поэтому поломки валов и осей имеют усталостный характер. К основным дефектам валов и осей относят Износы и задиры опорных шеек. В основном возникают при недостатке смазки между поверхностями терния при высокой частоте вращения. - Прогибы, изгибы и скручивание. Образуются при превышении предельных нагрузок на вал или ось, или перегреве их во время работы. - Трещины. Возникают в основном от воздействия ударных и вибрационных нагрузок, достаточно сложно выявляются и могут привести к аварийному износу и выходу из строя узла или механизма. - Разрушение резьбовых поверхностей. Чаще всего встречается срез и смятие резьбы в результате воздействия резкого осевого нагружения или при возникновении повышенного крутящего момента на резьбовом соединении. - Разрушение шпоночных или шлицевых пазов. Происходит так же при ударных и вибрационных нагрузках или при превышении допустимых значений крутящих моментов на шпоночном или шлицевом соединении. - Выработка поверхностей под резиновые армированные манжеты (сальники). Происходит в результате механического, абразивного или эрозионного воздействия. Дефектация и восстановление валов и осей проводится при капитальном или текущем ремонте автомобилей. Выбраковка валов и осей осуществляется по результатам измерений, по визуальному осмотру и по результатам металлографических исследований (при необходимости).

## Реализация технологии восстановления

При наличии возможности восстановления вала или оси принимают решение по выбору способа восстановления и ремонта. Основные способы восстановления валов и осей, применяемые в авторемонтном производстве можно условно разделить на способы позволяющие восстановить номинальный размер и исходную геометрию вала или оси и способы, использующие восстановление под «ремонтный размер», то есть под размер, для которого существует возможность применения «ремонтных» деталей. «Ремонтной» деталью считается дополнительная деталь, изготовленная или восстановленная по «ремонтным» размерам. Ремонтные размеры определяются с учетом припусков на обработку для устранения дефектов формы поверхности, макро и макрогеометрии. Например, коренные шейки коленчатых валов подвергаются механической обработке, протачивая их или шлифуя. При этом уменьшается номинальный диаметр коренной шейки, а коленчатый вал комплектуется «ремонтными» вкладышами увеличенной толщины. В настоящее время восстановление способом «ремонтных размеров» применяется редко, так как, несмотря на все его положительные моменты (упрощение ремонта, возможность повторного восстановления) присутствуют и недостатки: необходимость наличия «ремонтных» запасных частей, снижение прочности ввиду съема слоя материала, снижение микротвердости поверхностей, а также значительное снижение взаимозаменяемости, так как отремонтированные таким способом детали становятся оригинальными.

Восстановление посадочных поверхностей валов и осей под номинальный размер может осуществляться следующими способами:

1. Напылением — нанесение под высоким давлением воздуха расплавленного металла на поверхность вала или оси. По способу расплавления металла различают электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное и детонационное напыление. Наполненное таким образом покрытие имеет низкую прочность сцепления с основой, но при этом не происходит высокого нагрева поверхности, изменения структуры материала детали, не возникает коробление, не снижается усталостная прочность.

2. Наплавкой — в отличие от напыления наплавка осуществляется путем формирования слоя металла, расплавляемого непосредственно на поверхности вала или оси. Различают наплавку под слоем флюса, в среде защитных газов, газовую, вибродуговую и электродуговую. Можно наносить слои металла практически любой толщины, нанесенный слой отличается высокой твердостью, но при этом происходит сильный нагрев вала или оси, вызывающий коробление и изменение структуры поверхностного слоя металла, появляются затруднения в последующей механической обработке осажденного слоя ввиду его высокой твердости.

3. Термопластическим деформированием — изменением геометрических размеров оказывая механическое воздействие (осадка, вытяжка, высадка, протяжка, правка и так далее) на предварительно разогретую деталь. Таким способом можно проводить правку осевых деформаций валов и осей, а также устранять некоторые погрешности формы поверхностей. Способ весьма ограничен в применении ввиду его технологического несовершенства и трудностями в обеспечении требуемых результатов.

4. Гальваническим осаждением — формирование слоя металла на восстанавливаемой поверхности путем электрохимического осаждения из электролита. Способ обладает рядом преимуществ, такими как отсутствие нагрева детали, возможность нанесения слоя любого металла или их комбинации с заданными свойствами и требуемой толщины, возможность нанесения слоев металла с различными свойствами. Но технологический процесс восстановления поверхностей гальваническим осаждением достаточно сложен, ввиду чего имеется некоторая нестабильность получаемых результатов. Кроме того, реактивы для осуществления этого способа достаточно дороги и присутствует необходимость применения мер экологической безопасности для очистки сточных вод и улавливания испарений электролитов и кислот. Но, тем не менее, в ряде конкретных случаев, гальванические методы восстановления и защиты от коррозии изношенных поверхностей являются наиболее рациональными и дают отличные результаты. Так, например, восстановление отверстий небольшого диаметра особенно в тонкостенных деталях, боящихся перегрева и механического повреждения — гальваническое осаждение является

приоритетным.

5. Полимерно-композитными материалами — формируется на предварительно подготовленной восстанавливаемой поверхности слой полимерной композиции с последующим ее отверждением. При необходимости отвержденный слой подвергают механической обработке. Свойства полимерно-композитного слоя можно формировать путем добавления различных наполнителей или их сочетания, образуя при этом полимерную композицию. Например, в эпоксидную смолу добавляют металлическую пудру или мелкую стружку, с последующим введением отвердителя и эластомера. При этом улучшаются прочностные характеристики и теплопроводность формируемого слоя композиции. Такие композиции имеют достаточную твердость и прочность сцепления с восстанавливаемой поверхностью, но плохо переносят нагрев и ударные нагрузки, кроме того нанесенный слой плохо отводит тепло и имеет невысокую износостойкость в парах трения. Ремонтное производство в настоящее время располагает достаточным количеством способов, чтобы восстановить практически любую изношенную и поврежденную деталь. Но для практического использования необходимо выбрать один, применение которого технически возможно и экономически наиболее целесообразно. Выбор эффективного способа восстановления деталей является важной задачей совершенствования организации ремонтного производства. На выбор способа восстановления деталей оказывает влияние: вид дефекта и величина износа; материал, размер, форма и масса детали; точность и вид обработки; специализация производства, обеспеченность оборудованием; себестоимость восстановления, и долговечность работы восстановленных деталей.

#### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

##### ***Оценка «отлично» ставится:***

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

##### ***Оценка «хорошо» ставится:***

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

##### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

##### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

– Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 4

### Разработать алгоритм восстановления зубчатого колеса

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

**Оборудование:** не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

#### Общие сведения

##### Актуальность

В процессе работы на зубья действуют силы передаваемой нагрузки и силы трения. Для каждого зуба напряжения изменяются во времени по прерывистому отнулевому циклу. Повторно-переменные напряжения являются причиной усталостного разрушения зубьев: их поломки и выкрашивания рабочих поверхностей. Трение в зацеплении вызывает изнашивание и заедание зубьев.

**Поломка зубьев** наиболее опасный вид разрушения, является следствием возникающих в зубьях напряжений изгиба и перегрузок. Усталостные трещины образуются у основания зуба на рабочей стороне. Прямые короткие зубья выламываются полностью, а длинные косые обламываются по косому сечению. Усталостную

поломкупредупреждают расчетом на прочность по напряжениям изгиба  $\sigma_F$ , применением коррекции, а также увеличением точности изготовления и монтажа передачи.

**Усталостное выкрашивание**рабочих поверхностей зубьев – основной вид разрушения для большинства закрытых передач. Возникает вследствие действия повторно-переменных контактных напряжений  $\sigma_H$ .

Разрушение начинается на ножке зуба в околополюсной зоне, где развивается наибольшая сила трения. На поверхности зубьев образуются микротрещины. Развитию трещин способствует расклинивающий эффект смазочного материала, он приводит к выкрашиванию частиц поверхности и образованию мелких ямок. При этом нарушаются условия образования сплошной масляной пленки, что приводит к быстрому изнашиванию и задиру зубьев. Возрастают динамические нагрузки, шум, температура. При твердости поверхностей зубьев  $H < 350\text{HV}$  может наблюдаться ограниченное выкрашивание, после приработки зубьев оно прекращается. Усталостное выкрашивание зубьев предупреждают расчетом на прочность по контактным напряжениям  $\sigma_H$ , повышением твердости зубьев, применением коррекции, повышением степени точности, правильным выбором сорта масла.

**Изнашивание зубьев**– основной вид разрушения открытых передач. По мере изнашивания зуб утончается,

ослабляется его ножка, увеличиваются зазоры в зацеплении, что приводит к поломке зуба. Разрушению зубьев предшествует возникновение повышенного шума. Износ можно уменьшить защитой от попадания абразивных частиц, повышением твердости и понижением шероховатости рабочих поверхностей зубьев, уменьшением скольжения зубьев путем коррекции.

**Заедание зубьев** заключается в приваривании частиц одного зуба к другому вследствие местного повышения температур в зоне зацепления. Образовавшиеся наросты на зубьях задирают рабочие поверхности сопрягаемых зубьев. Заедание зубьев предупреждают повышением твердости и понижением шероховатостей рабочих поверхностей зубьев, применением коррекции, правильным подбором масла.

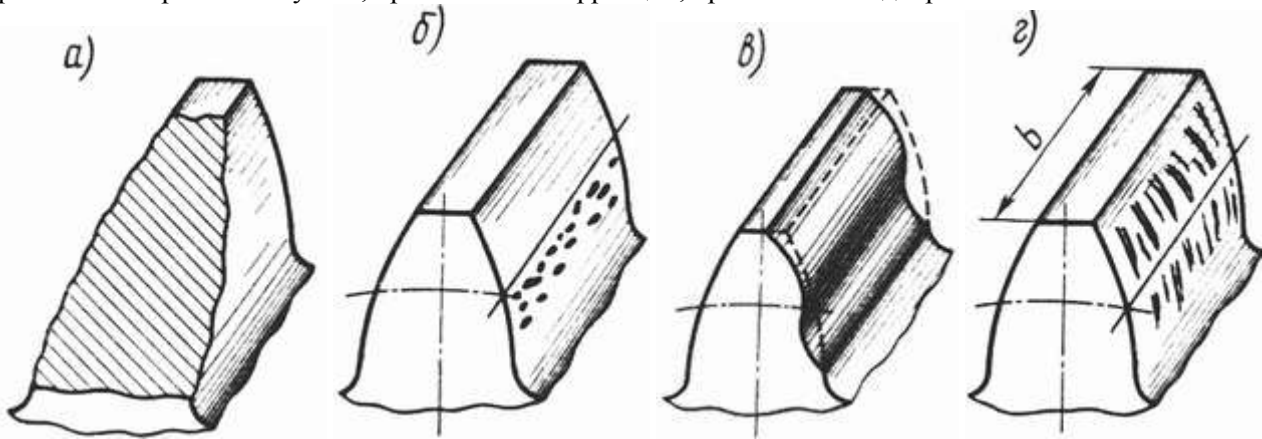


Рисунок. Виды разрушения зубьев

#### Реализация технологии восстановления

Восстановление изношенных деталей - сложный организационный процесс, при котором в отличие от производства новых деталей в качестве заготовки используют изношенную, но уже сформированную деталь. В этом случае затраты на выполнение таких операций, как литье, ковка, штамповка и т.п., отсутствуют. В то же время при восстановлении изношенных деталей появляется ряд дополнительных операций мойка, разборка, дефектация, комплектация, затраты на которые следует учитывать при выборе способа восстановления.

При выборе методов восстановления деталей обычно исходят из необходимости восстановления геометрических размеров и заданных свойств отдельных поверхностей деталей. При этом стремятся получить восстановленный слой покрытия с максимально возможной износостойкостью.

Технологические методы повышения износостойкости:

- 1) Термическая обработка: объемная (закалка), поверхностная и местная (газопламенная, с нагревом ТВЧ, лазерная);
- 2) Химико-термическая обработка: цементация, нитроцементация, цианирование, азотирование, хромирование, борирование, титанирование;
- 3) Пластическое деформирование: обще и поверхностное.

В настоящее время для восстановления изношенных деталей порошковыми сплавами наиболее эффективны следующие методы: плазменное, газопламенное и детонационное напыление, плазменная наплавка. Преимущества этих методов следующие: ограниченное тепловое воздействие на обрабатываемую деталь и небольшие деформации последней; минимальная глубина проплавления обеспечивает незначительное перемешивание основного металла с металлом покрытия и позволяет получать физико-механические свойства покрытий, близкие к свойствам наплавочного порошкового материала; возможность нанесения на изношенную поверхность порошков различных составов и получения покрытий с заданными физико-механическими свойствами; экономия материальных и энергетических средств благодаря получению покрытий с минимальными припусками на последующую механическую обработку.



Выбор рационального способа восстановления начинается с классификации восстанавливаемых деталей. Цель классификации деталей - возможность разработки технологической документации не на одну деталь, а на технологический процесс восстановления группы деталей.

К конструктивно-технологическим признакам, на основании которых детали объединены в родственные группы, относятся: вид материала, масса и размер детали, вид и значение износа, точность изготовления, общность дефектов и их сочетание, а также способы восстановления.

Существенное влияние на технико-экономические показатели метода восстановления деталей оказывает программа выпуска.

При восстановлении деталей небольших программ, присущих мелкосерийному производству, наиболее выгодно применять универсальные способы наплавки - под слоем флюса, порошковой проволокой, в среде защитных газов, плазменный, которые позволяют в широких пределах регулировать толщину слоя и состав наплавляемого металла.

Например, используя два способа наплавки - под слоем флюса и в среде углекислого газа - можно восстанавливать широкую номенклатуру деталей практически любых размеров различными износами.

При восстановлении деталей типа «вал» (коленчатые валы, оси, шкивы, распределительные валы и т.п.) с износом от 0,6 до 2 мм применяют наплавку под слоем флюса, порошковой проволокой, в среде углекислого газа, вбродуговую, плазменную, покрытие сталью и др.

Детали с износом до 0,6 мм, главным образом посадочные места цилиндрических деталей, наиболее целесообразно восстанавливать электроконтактной приваркой ленты, плазменной наплавкой, покрытием сталью, хромированием, плазменным напылением др.

Корпусные стальные, чугунные детали с износом до 0,6 мм восстанавливают плазменным и газопламенным напылением, проточным (местным) осталиванием, электронатиранием. Корпусные алюминиевые детали и поршни восстанавливают аргонодуговой и плазменной сваркой (наплавкой).

Для выбора рационального способа применительно к восстановлению конкретной детали или группы деталей следует знать технологические возможности различных методов нанесения покрытий, их характерные особенности.

#### Наплавка под слоем флюса.

Для этого метода характерны высокая производительность (благодаря применению высоких плотностей тока), возможность получения слоев с необходимыми физико-механическими свойствами благодаря легированию наплавленного металла; возможность получения наплавленных слоев толщиной 0,8...10 мм.

В качестве флюсов при восстановлении деталей чаще всего применяют плавный АН-348А и керамический АПК-18 флюсы. Режимы наплавки: сила тока 400...600А, напряжение 36...40В, скорость наплавки 14...24 м/ч.

К недостаткам метода следует отнести: высокий нагрев детали и значительное перемешивание основного и присадочного металлов; невозможность выполнения наплавки на детали диаметром менее 55 мм; необходимость удаления шлаковой корки. В качестве материалов применяют углеродистую проволоку, порошковую проволоку, порошковую ленту. Способ применяют для восстановления деталей с износом более 0,6 мм.

## Вибродуговая наплавка.

Вибродуговая наплавка является разновидностью электродуговой наплавки и используется для наращивания изношенных поверхностей цилиндрических деталей. Этот способ применяется для нанесения слоёв требуемой твердости толщиной 0,5...3 мм на наружные и внутренние поверхности стальных и чугунных деталей диаметром 12...80 мм. Наплавку ведут при напряжении 14...24В, диаметром проволоки 1,6...2,5мм, сила сварочного тока 100...250 А.

Качество наплавки невысокое: покрытия получают нередко с порами, с неравномерной твёрдостью и неоднородной структурой, что способствует возникновению значительных растягивающих внутренних напряжений и, как следствие, - снижению сопротивления усталости на 30...40%. Поэтому этот метод наплавки нельзя применять для восстановления деталей, испытывающих значительные динамические нагрузки, например, коленчатых валов.

## Наплавка в среде защитных газов.

Наибольшее распространение получила наплавка плавящимся электродом в среде дешевого и недефицитного углекислого газа. Газ подается в зону наплавки и предохраняет расплавленный металл от окисления. Расход газа зависит от силы сварочного тока и обычно составляет 8...15 л/мин.

Этот метод так же, как и вибродуговая наплавка, позволяет наносить на детали небольших диаметров слои толщиной 0,5...3,5 мм, но более высокого качества при более высокой производительности.

К недостаткам следует отнести повышенное разбрызгивание металла (до 15%), более значительное термическое влияние по сравнению с вибродуговой наплавкой, необходимость применения для получения слоев высокого качества специальной легированной проволоки.

Аргондугую наплавку из-за высокой стоимости аргона и сравнительно низкой производительности для восстановления стальных деталей применяют редко; её используют в основном для ремонта алюминиевых деталей.

Наплавка сормайт. Сормайт - литые твёрдые сплавы на основе железа. Состав сормайта, %: 25...31 Cr, 2,5...3,5 C, 2,8...4,2 Si, 3...5 Ni, до 1,5 Mn, до 0,08 P. По химическому составу и структуре этот сплав близок к высоколегированным белым чугунам. Выпускается и сормайт и с более низким содержанием Cr (13...18%), C (1,5...2,2%) и Si (1,5...2,2%). Сормайт используется в качестве наплавочных материалов для повышения износостойкости поверхностей деталей машин и инструментов, работающих в условиях абразивного изнашивания, в том числе при повышенных температурах без смазки.

Сормайт значительно дешевле твёрдых сплавов на кобальтовой и никелевой основе, но несколько уступает им по эксплуатационным свойствам, главным образом при повышенных температурах. Изготавливается в виде прутков и порошков.

Электроды для наплавки деталей в условиях преимущественно абразивного изнашивания:

Наплавка в нижнем и наклонном положениях на постоянном токе прямой полярности. Твердость наплавленного металла 58...63 HRC. Выполнять наплавку не более двух слоев.

## Гальванические покрытия.

Гальванические покрытия применяются для восстановления деталей с износом 0,1...0,2 мм. Наиболее широкое применение в ремонтном производстве нашли процессы хромирования и железнения. Они имеют ряд преимуществ перед наплавкой: позволяют наносить тонкие

покрытия равномерной толщины с различной твердостью и износостойкостью без нарушения структуры основного металла, поскольку он в процессе наращивания остается практически холодным, и одновременно восстанавливать большую группу деталей, что снижает производственные затраты на ремонт.

Недостатки гальванических покрытий: значительная сложность и большой объем работ при выполнении технологических процессов восстановления деталей, низкая скорость электролитического осаждения хрома, снижение сопротивления усталости деталей, загрязнение окружающей среды отходами производства. Перечисленные недостатки сдерживают более широкое внедрение этих способов в ремонтное производство.

При хромировании деталей работы выполняют в следующем порядке: шлифование и полирование хромируемых поверхностей; изоляция мест, не подлежащих хромированию; экранирование острых граней и рельефных мест; зачистка шлифовальной бумагой; подвешивание на рамки; электролитическое обезжиривание; промывка в горячей воде; анодное декапирование; хромирование; промывка проточной холодной воде; нейтрализация в щелочном растворе; промывка в горячей воде; снятие деталей с рамки (демонтаж); промывка в горячей воде на сетках; контроль; механическая обработка хромированной поверхности (в случае необходимости).

Хромирование производится после анодного декапирования.

Состав электролита, г на 1 л воды: оксид хрома 150; серная кислота 1,5; расход 2...2,2 кг/м<sup>2</sup> при толщине 0,07...0,08 мм на каждую сторону хромируемой поверхности. Режим хромирования: плотность тока 30...30А/дм<sup>2</sup>; напряжение до 12 В; температура ванны 50...55°С. Состав анода, %: свинец 90...93; олово 7...10.

Восстановление деталей электроконтактной наплавкой

Сущность электроконтактной наплавки заключается в совместном деформировании наплавляемого металла и поверхностного слоя металла основы, нагретых в очаге деформирования до пластического состояния, короткими (0,02...0,04 с) импульсами тока силой 10...20кА. Деформация наплавляемого металла за цикл составляет от 40 до 60%.

Преимущества электроконтактной наплавки:

Высокая производительность и низкая энергоемкость процесса наращивания слоя металла в твердой фазе;

Снижение расхода металла по сравнению с электродуговой наплавкой в 2-3 раза;

Минимальная зона термического влияния тока на металл вследствие чрезвычайно малой (до тысячных долей секунды) длительности импульсов, формируемых современными прерывателями тока;

Нет необходимости в защитной среде ввиду кратковременности термического воздействия на присадочный металл;

Отсутствие светового излучения и газовыделения;

Высокая прочность соединения покрытия с основным металлом.

Наплавочная проволока и основной металл в зоне наплавки нагреваются до температуры 1400...1500°С за 0,02...0,04 с. Наличие оксидной пленки на наплавляемой поверхности практически не снижает прочности соединения, так как эта пленка обладает высоким электросопротивлением, интенсивно нагревается импульсом тока и удаляется из зоны соединения.

На качество соединения существенное влияние оказывает состояние контактной поверхности основного металла. Поверхность детали подготавливают перед наплавкой различными способами: точением до достижения параметра шероховатости Ra=5...20 мкм, дробеструйной обработкой, накатыванием и нарезанием резьбы с шагом 0,5 мм.

Циклическая прочность металла, наплавленного электроконтактным способом, в 1,1-2 раза выше, чем при дуговых способах наплавки. Это объясняется термомеханическим упрочнением поверхности в процессе наплавки. В наплавленном слое при остывании возникают сжимающие внутренние напряжения, что также способствует повышению сопротивления усталости покрытия.

При электроконтактной наплавке применяются различные виды наплавочным материалов: проволока, лента, порошки.

Электроконтактное напекание порошков.

Принцип метода заключается в накатывании или напрессовке водоохлаждаемым электропроводным инструментом порошкового слоя в рабочую поверхность восстанавливаемой или упрочняемой детали с одновременным пропусканием электрического тока через очаг деформации. Благодаря высокому электрическому сопротивлению порошковой массы при прохождении через неё электрического тока происходит нагрев порошка с одновременным пластическим деформированием его, спеканием и припеканием к поверхности обрабатываемого изделия.

Процесс является практически «холодным», нагрев ниже температуры 727°С. По сравнению с газотермическими методами нанесения покрытий данный метод позволяет увеличить толщину наносимого слоя от 3 до 6 раз. Процесс легко регулируется, позволяет наносить покрытия на любые по форме и размерам изделия.

В качестве материалов для нанесения покрытий электроконтактным напеканием может применяться достаточно широкий спектр порошковых сплавов, поликомпонентных шихт или чистых металлических порошков. Часто для повышения износостойкости применяют самофлюсующиеся порошки на основе никеля типов ПГ-СР2 (ХН80СР2), ПГ-СР3, ПГ-СР4; смеси ФБХ, феррохром, чугун.

#### Металлизация.

Металлизацией называют покрытие изделий расплавленным металлом, частицы которого наносятся на поверхность струей сжатого воздуха или газа. При электродуговой металлизации напыляемый металл расплавляется электрической дугой, горящей между двумя электродными проволоками. Капли металла размером до 100 мкм сдуваются на подложку струей сжатого воздуха или другого газа. Скорость переноса капель составляет 60...250 м/с. Источником питания дуги служат сварочные выпрямители с жесткой характеристикой. Диаметр проволоки - 1,5...3 мм.

Дуговая металлизация высокопроизводительна: при рабочем токе до 400 А и мощности дуги до 16 кВт производительность распыления достигает по цинку 32, по стали 10 и по алюминию 12,5 кг/ч.

Металлизационные покрытия можно наносить слоем от 0,1 до 12 мм.

Посредством металлизации можно наносить на трущуюся поверхность подшипником различные антифрикционные материалы (оловянистую, свинцовую и другие виды бронзы, цинковые и алюминиевые сплавы). Расплавляя и распыляя различные металлы и биметаллы, удается получить высококачественные антифрикционные покрытия. Так, при распылении биметаллической проволоки, состав которой: 50% свинца, алюминия 50% или 80% цинка, 20% алюминия, на подшипнике образуется слой, обладающий высокими антифрикционными свойствами и большим сроком службы.

Технологический процесс металлизации можно разделить на три операции: подготовку поверхности, напыление и механическую обработку наплавленного слоя (если это требуется по техническим условиям).

Для напыления цапф и шеек валов применяют стальную проволоку диаметром 1,5 мм, содержащую 0,4...0,6% углерода (сталь 50), а для посадочных мест под шкивы, шестерни и т. д. - низкоуглеродистую стальную проволоку с содержанием углерода 0,1...0,2% (сталь 10, сталь 20). Если требуется получить поверхность с повышенной твердостью, используют стальную проволоку с содержанием углерода 1...1,2%.

Режим металлизации валов на токарных станках: окружная скорость вращения вала 10...15 м/мин, подача пистолета 2...2,5 мм/об. Сила тока 90А, напряжение 35...40 В.

Толщина слоя, наносимого за один проход, составляет примерно 0,7...1,0 мм для валов диаметром до 100 мм. Чтобы получить нужные шероховатость и размеры, напыленный слой подвергают механической обработке, поэтому при металлизации предусматривают припуск на механическую обработку. Припуски на обработку: под обтачивание - 0,4...0,8 мм, под шлифование - 0,3...0,6 мм. Металлизированные валы обрабатывают на токарных станках при пониженных режимах резания (скорость резания 15...16 м/мин, глубина резания 0,1...0,5 мм, подача 0,1...0,5 мм/об) вследствие низкой прочности сцепления напыленного слоя с основным металлом. Обработку ведут твердосплавным инструментом.

Кроме токарной обработки, напыленный слой подвергают и другим видам механической обработки.

Восстановление изношенных деталей из цветных сплавов.

Для восстановления и ремонта изношенных поверхностей деталей рекомендуются разнообразные методы, один из них - восстановление деталей путем термодиффузионного насыщения.

Были проведены исследования по восстановлению изношенных бронзовых деталей шелкоткацкого производства различными составами: порошок цинка+хлористый аммоний  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; порошок меди+хлористый аммоний; латунная стружка+хлористый аммоний; стружка ЦАМ-4+хлористый аммоний. В наибольшей степени удовлетворяют требованиям производства составы: цинк+хлористый аммоний; ЦАМ-4+хлористый аммоний.

Для экспериментальной проверки был подготовлен ряд смесей. В качестве диффундирующего компонента использовали цинковый порошок ПЦ-2 (ГОСТ 12601), сплав ЦАМ-4 (ГОСТ 21437) и наполнитель огнеупорная глина. Смеси получали простым смешиванием компонентов, представляющих собой порошки.

Образцы из медных сплавов помещали в контейнер. Соотношение массы деталей к массе шихты - не менее 1:2. Заполненный контейнер нагревали в печи до температуры  $800^\circ\text{C}$ , выдерживали 1 ч и охлаждали вместе с печью. После охлаждения детали подвергали очистке и шлифованию. Составы со сплавом ЦАМ-4 обладают более высокой активностью.

Использование состава 10% ЦАМ-4+1%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  позволило повысить качество восстановления и снизить стоимость шихты. Получены качественные детали светло-желтого цвета при начальной твердости 55НВ, конечной - 80...100НВ.

Увеличение размеров через 1ч составило примерно 0,5 мм.

Восстановление деталей из алюминиевых сплавов.

Значительная часть деталей машин, особенно в автомобилестроении, изготавливается из алюминиевых сплавов. Характерными дефектами таких сплавов являются трещины, отколы и другие механические повреждения. Большинство механических повреждений в деталях из алюминиевых сплавов устраняются сваркой.

Алюминиевые сплавы имеют ряд специфических свойств, затрудняющих выполнение сварочных работ. Усложняет процесс сварки то, что алюминиевый сплав при нагреве не меняет своего цвета и даже в расплавленном состоянии остается серебристо-белым.

Алюминий и его сплавы относятся к трудносвариваемым материалам, способным быстро окисляться с образованием тугоплавких оксидных пленок, которые постоянно покрывают поверхность детали. Температура плавления пленки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  составляет  $2050^\circ\text{C}$ , температура плавления алюминия  $660^\circ\text{C}$ . В процессе сварки алюминий и его сплавы расплавляются, а оксидная пленка остается нерасплавленной и препятствует сварке.

Для успешной сварки алюминиевых сплавов надо разрушать и удалять оксиды и защищать зону сварки от повторного окисления. Пленку  $\text{Al}_2\text{O}_3$  удаляют с помощью:

Скребок из стальной проволоки;

Флюсов, действующих как физические растворители оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с образованием шлаков, всплывающих на поверхность расплавленной сварочной ванны;

Дуги обратной полярности, при которой движущиеся с большой скоростью положительные ионы газа (аргон, гелий) бомбардируют поверхность металла и разрушают оксидную пленку.

Другой проблемой сварки алюминия и его сплавов является пористость шва. Основной ее причиной следует считать присутствие водорода, а причиной насыщения металла шва водородом - влагу, адсорбированную оксидами  $\text{Al}_2\text{O}_3$  на поверхности сварочной проволоки и свариваемых кромок. Для снижения пористости в металле шва рекомендуются специальные приемы:

Перед сваркой с основного и присадочного материалов тщательно удалять оксидную пленку и смывать остатки продуктов травления (например,  $\text{NaOH}$ );

В процессе работы обеспечить надежную защиту зоны сварки от воздействия атмосферы;

Сокращать время пребывания на воздухе подготовленных к работе свариваемых кромок и присадочного материала;

Использовать предварительный подогрев (до  $200...250^\circ\text{C}$ ) изделий перед сваркой. При этом удаляется влага с поверхности и увеличивается пребывание металла в жидком состоянии;

Ультразвуковые колебания в жидкий и кристаллизующийся металл сварочной ванны.

Газовую сварку осуществляют нейтральным ацетилено--кислородным пламенем с применением порошковых флюсов.

Ручную дуговую сварку осуществляют, как правило, металлическими электродами, стержни которых изготавливают из сварочной проволоки из алюминия и его сплавов с марганцем, магнием и кремнием.

Широко применяется дуговая сварка дуралюмина в среде аргона. Для расплавления основного металла и присадочной проволоки применяются неплавящиеся электроды из лантанированного вольфрама ВЛ-10 ВП-24-5-62 (с примесью 0,9...1,1% лантана) или торированные электроды ВТ-15ТУ ВП-2-529-527 (с содержанием 1,5...2% оксида тория) диаметром 1...5 мм. В качестве защитного газа используется чистый аргон марки А.

Место сварки подготавливают в зависимости от характера дефекта. Очистку деталей под сварку целесообразно проводить химическим способом. При многопроходной сварке перед наложением каждого последующего валика рекомендуется тщательно защищать поверхности шва и разделки проволочными щетками с протиранием их обезжиривающими жидкостями.

Поверхности деталей с толщиной стенок до 3 мм должны быть очищены от загрязнений на 25...30 мм по обе стороны трещины до металлического блеска без разделки фасок на кромках. У деталей с толщиной стенок 3...10 мм разделку фасок на кромках трещины выполняют с одной стороны, 10...20 мм - с двух сторон под углом 70...90° с зачисткой поверхности в зоне трещины по обе стороны на 15...20 мм. Пробоину в стенке заделывают приваркой заплата из листа марки АМЦ толщиной 1,5...2 мм. При этом края заплата должны прилегать к стенке и перекрывать границы пробоины на 4...6 мм.

Для сварки деталей, изготовленных из сплавов алюминия, рекомендуются:

Предварительный подогрев восстанавливаемых деталей до температуры 250...300°С (для предотвращения коробления деталей из-за нагрева при сварке и восстановления трещин, более спокойной кристаллизации жидкого металла);

Последующий (после сварки) низкотемпературный отжиг при 300...350°С (для снятия внутренних напряжений и улучшения структуры сварочного шва);

Использование в качестве присадочного материала при аргонодуговой и газовой сварке сплава алюминия с 5...6% кремния. Присадочный материал должен быть однородным со свариваемым и может быть получен в результате переплавки соответствующих выбракованных деталей, изготовленных из сплавов алюминия (головок блоков, крышек и т.д.)

Сваркой алюминия и его сплавов в среде аргона ремонтные предприятия успешно восстанавливают картеры сцепления, блоки цилиндров с трещинами в полости клапанной коробки и в стенках рубашек охлаждения (с выходом на полость прилегания головки), головки цилиндров, крышки кожуха муфты сцепления двигателя. Накопленный опыт свидетельствует о целесообразности и эффективности применения аргонодуговой сварки для восстановления деталей из алюминиевых сплавов.

Применение полимерных материалов при ремонте.

Достоинства полимерных материалов - достаточная прочность, хорошая химическая стойкость, высокие антифрикционные свойства, износостойкость. Ремонт деталей с применением полимерных материалов не требует сложного оборудования и характеризуется незначительной трудоемкостью. К недостаткам относятся низкая тепловая стойкость отдельных материалов, недостаточная усталостная прочность.

На ремонтных предприятиях полимерные материалы применяют для заделки в деталях вмятин, трещин, пробоин, раковин, отколов, для восстановления размеров изношенной детали, для изготовления быстроизнашиваемых деталей или отдельных их частей. Различают термореактивные и термопластические полимерные материалы.

Термореактивные материалы (реактопласты) характеризуются тем, что при переходе под действием теплоты в пластичное состояние подвергаются необратимым процессам, т.е. их нельзя после отверждения снова расплавить для вторичного использования.

Термопластичные материалы (термопласты) характеризуются тем, что при повторном нагревании могут вновь подвергаться формованию.

Из термопластов получили широкое распространение пластмассы на основе эпоксидных смол ЭД-16и ЭД-20. Эпоксидная смола - это вязкая жидкость светло-коричневого цвета. Путем введения в смолу отвердителя смола переходит в твердое и нерастворимое состояние. В качестве отвердителя широко применяют полиэтиленполиамин, представляющий собой вязкую

маслянистую жидкость разных оттенков - от темно-бурого до светло-желтого.

С целью придания полученной смеси эластичности, вязкости и прочности вводят пластификаторы, из которых наиболее распространен дибутилфталат, представляющий собой маслянистую желтоватую жидкость. Для улучшения физико-механических свойств в композицию добавляют наполнители (железный порошок, графит, слюду, стеклоткань, тальк, асбест и др.).

Из термопластов в ремонтном производстве используют полиамидные смолы. Они хорошо показали себя в условиях трения скольжения после нанесения их на поверхность детали слоем толщиной до 0,6...0,7 мм различными способами (газопламенным, вихревым, вибрационным и др.). Из полиамидов типов капролактама (капрон), АК-7 и П68 изготавливают методом литья под давлением подшипниковые втулки, втулки рессор, оси и другие детали. Полиамиды выпускаются в виде гранул.

Термореактивные пластмассы применяют для заделки вмятин, трещин, пор и раковин в тонкостенных деталях посадочных поверхностей под подшипники.

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### ***Оценка «отлично» ставится:***

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### ***Оценка «хорошо» ставится:***

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 5

### Разработать алгоритм восстановления посадочного места подшипника

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

#### Оборудование: не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

Общие сведения

#### Актуальность

Ни один электродвигатель не может обойтись без наличия в своей конструкции подшипников, выполняющих функцию особого соединения между деталями вращения.

Почему происходит выработка места посадки подшипника

При ревизии электродвигателя часто выявляют износ мест посадки подшипников, вызванные эксплуатационными особенностями агрегата. При выявлении такого дефекта обязательно требуется производство работ по восстановлению посадочного места подшипника.

Причиной выработки и ускоренной деформации, становятся повышенные нагрузки, вызванные воздействием усилий статического, динамического и импульсного характера. Эксплуатация электродвигателя с изношенными посадочными местами может вызвать появление шумов, вибраций, биения, а в некоторых случаях даже разбалнсировку деталей агрегата, что может представлять довольно высокую угрозу для обслуживающего персонала. Чрезмерные нагрузки и длительное использование электродвигателя приводят к нарушению плотности посадочного места подшипника. Во время эксплуатации появляются чрезмерная вибрация и стуки. Все это приводит к разрушению конструктивных элементов оборудования.





При выполнении ремонтных работ, при необходимости осуществляется восстановление посадочного места подшипников вала. Для осуществления данного процесса, следует добраться до подшипниковых щитов и крышек.

Восстановление посадочного места поможет сохранить детали и конструктивные элементы двигателя в исправном состоянии и избежать их замены. Как правило, электродвигатель перестает нормально функционировать именно из-за посадочного места. Однако выполнить ремонт не всегда просто.

Во время проведения любых ремонтных работ осуществляется осмотр всех основных узлов двигателя. К ним относятся подшипники вращения, к которым присоединен вал, а также посадочные места.

### **Реализация технологии восстановления**

Еще один вид ремонта – восстановление посадочного места вала. Он необходим, когда в при визуальном осмотре были обнаружены следы поворотов. Вал должен надежно закрепляться в обойме подшипника. В процессе производства электродвигателя, вал устанавливается при помощи огромных усилий.



Если данное условие не выполняется, происходит перегрев вала, что приводит к

постепенному износу обоймы. Поэтому необходимо выполнять регулярный ремонт посадочного места для долговечность всех конструктивных элементов.

При значительном износе посадочного места или вала подшипника применяют способ наплавки металлом. Перед этим мастер проводит дополнительную механическую обработку поверхности для получения необходимого посадочного места.

Еще один действенный метод – восстановление посадочных мест с помощью полимерных материалов. Для начала готовится специальный раствор на основе полиэфирных смол. Полученная смесь, по своему составу, превосходит различные эпоксидные вещества. Материал застывает за короткий промежуток времени, образуя прочное и надежное соединение. Такое соединение выдерживает высокие температуры и хорошо поддается механической обработке.

Преимущества восстановления посадочного места подшипника

Существует множество технологий, которые применяются для восстановления посадочного места подшипника. Именно это помогает поддерживать работоспособность двигателя, не затрачивая значительного количества денежных средств.



Слева сломанный вал ротора, справа новый(на фото выше).После окончания ремонтных работ, рабочий узел будет надежно функционировать на протяжении долгих лет. Стоимость ремонта посадочного места зависит от модификации двигателя.

Для выявления дефектов мест посадки подшипников, необходимо систематическое обследование электродвигателя. Выполненное вовремя восстановление посадочного места подшипника позволит вернуть к жизни агрегат и значительно продлить срок его эксплуатации.

### **Методы восстановления посадочного места подшипника**

Сегодня существует несколько технологичных вариантов восстановления места посадки

подшипника, наиболее популярными среди которых являются:

- **Заливка металлополимерным составом**

Это один из самых эффективных способов, называемый методом заливки зоны реставрации металлополимерным составом. Точность данной процедуры повышается с применением специального оборудования для центрирования.

Заливка полимерной композицией сокращает время ремонта электродвигателя в разы, повышает его точность и не требует использования габаритного специализированного оборудования.

- **Метод наплавки металлом**

Восстановление посадочного места подшипника таким способом, позволяет быстро вернуть агрегат в эксплуатацию. После наплавки производится механическая обработка - места посадки растачиваются под конкретные параметры подшипника. При выполнении такой процедуры может использоваться, как стационарное, так и передвижное оборудование.

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### ***Оценка «отлично» ставится:***

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### ***Оценка «хорошо» ставится:***

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 6

### Разработать алгоритм восстановления шпиндельного соединения

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

#### Оборудование: не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

#### Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

#### Общие сведения

##### Актуальность

Шпиндели являются соединительными элементами главной линии и служат для передачи вращения рабочим валкам от валков шестеренной клетки или от электродвигателей. Применяют шпиндели универсальные, зубчатые и тrefовые. Наибольшее распространение получили первые два типа, а тrefовые шпиндели сейчас применяют в клетях трио.

Универсальные шпиндели применяют на современных прокатных станах, работающих с большими обжатиями. Расстояние между валками этих станов в процессе прокатки изменяется в широких пределах. В настоящее время разработано много конструкций универсальных шпинделей, но принцип, положенный в основу всех конструкций, один — это шарнир Гука, обеспечивающий угол подъема шпинделя (рис. 4.1) до  $10^\circ$ , передачу больших крутящих моментов без ударов, плавно. Универсальные шпиндели применяются для привода валков листовых, сортовых (при угле наклона  $1-2^\circ$  и моменте  $50-200 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ), обжимных, толстолистовых и заготовочных станов (при угле наклона  $3-10^\circ$  и моменте  $0,5-3,0 \text{ МН} \cdot \text{м}$ ).

Для уменьшения угла наклона верхнего шпинделя и создания одинаковых условий работы нижний шпиндель также устанавливают под углом (меньшим, чем верхний). Наружный диаметр шарнира шпинделя со стороны привода ограничивается межосевым расстоянием валков шестеренной клетки, а со стороны рабочей клетки — диаметром валков (когда зазор между ними равен нулю). Поскольку в процессе работы валки изнашиваются и их диаметр уменьшается при переточках, то диаметр шпинделя должен быть меньше диаметра переточенного валка. Поэтому

диаметр шарнира шпинделя со стороны рабочей клетки меньше, чем со стороны привода. Рассчитывать на прочность надо шарнир, расположенный со стороны валков.

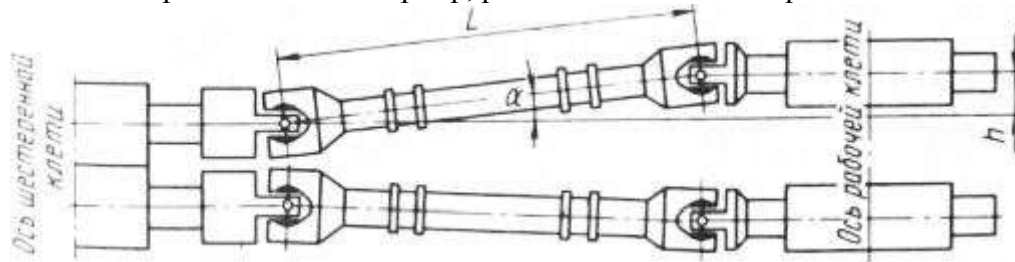


Рис. 1. Схема расположения универсальных шпинделей

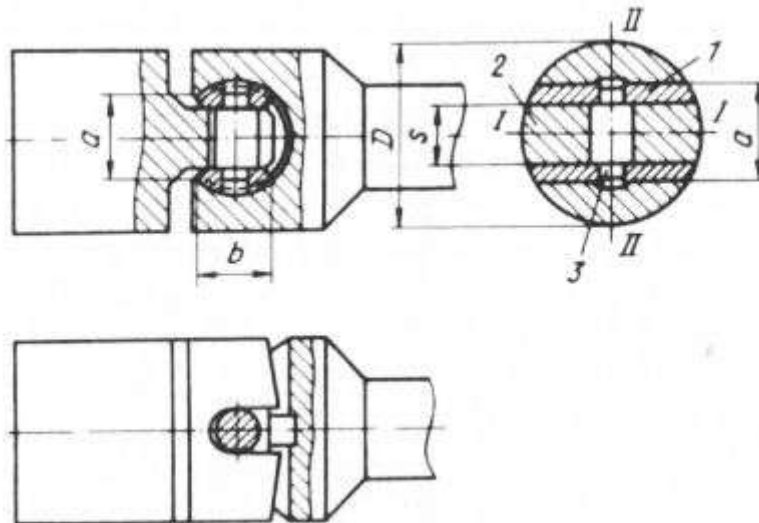


Рис. 2. Шарнир универсального шпинделя

Принцип работы универсального лопастного шпинделя заключается в следующем. В цилиндрической расточке шпинделя размещены бронзовые или текстолитовые вкладыши. В направлении оси расточки они удерживаются заплечиками. Лопасть на конце шестерни (валка) выполнена с прорезью, в которой размещается сухарь прямоугольного или круглого сечения с цапфами по концам.

Одной осью шарнира Гука является ось I – I расточки, другой — ось II – II сухаря. Шарнир по оси шпинделя не зафиксирован, поэтому может перемещаться вдоль прорези лопасти. Благодаря этой особенности компенсируется изменение длины шпиндельного соединения при изменении высоты установки верхнего валка.

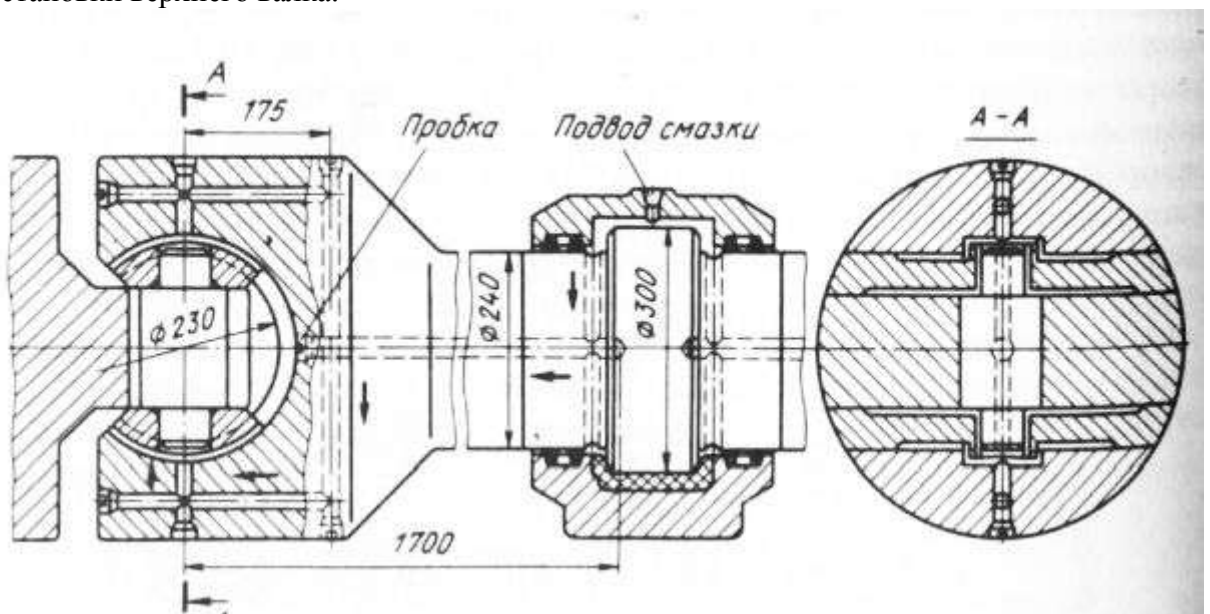


Рис. 3. Универсальный шпиндель привода валков реверсивного стана 1700

Ввиду того, что смена валков осуществляется в осевом направлении, плавающим делают шарнир со стороны валка, в лопасти его предусмотрена прорезь для перемещения сухаря. Со

стороны привода в фиксированном шарнире лопасти предусмотрено глухое отверстие для сухаря. Принцип шарнира Гука достигается благодаря возможности поворота в двух перпендикулярных плоскостях относительно оси расточки головки шпинделя и оси сухаря. Так как шарнир шпинделя не является герметичным и сам шпиндель при работе вращается, то подвод смазки к трущимся поверхностям весьма затруднен.

На рис. 3 показан универсальный шпиндель четырехвалкового реверсивного стана. В конструкции шпинделя предусмотрен весьма простой способ подвода густой смазки к бронзовым вкладышам через осевое и радиальное отверстия от стационарного подшипника с уплотнением, входящего в состав устройства для уравнивания шпинделя. В подшипник смазка периодически подается питающими клапанами, включенными в цеховую систему автоматической централизованной смазки.

Для изготовления шпинделей применяют кованую углеродистую сталь марок 40 и 45, а при больших нагрузках — легированную марок 40X, 40XН, 40XНМ, 35XНВ.

Шпиндели при диаметре рабочих валков станов свыше 450—500 мм обычно уравниваются, чтобы масса шпинделя не передавалась на шарниры шпинделей. Коэффициент переуравнивания (отношение величины усилия уравнивания к массе уравниваемых деталей) принимается равным 1,1 -МЗ.

При небольшом перемещении шпинделей (50-100 мм) обычно применяют пружинное уравнивание. У станов с большим подъемом верхнего валка при отсутствии гидравлического уравнивания нижний шпиндель уравнивается пружинами, а верхний — контргрузом.

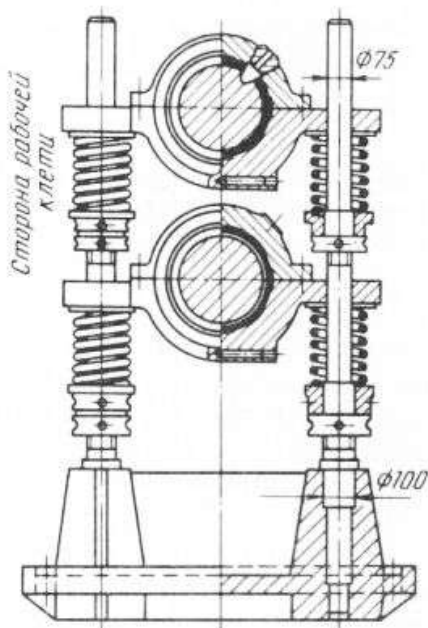


Рис. 4. Пружинное уравнивание шпинделей

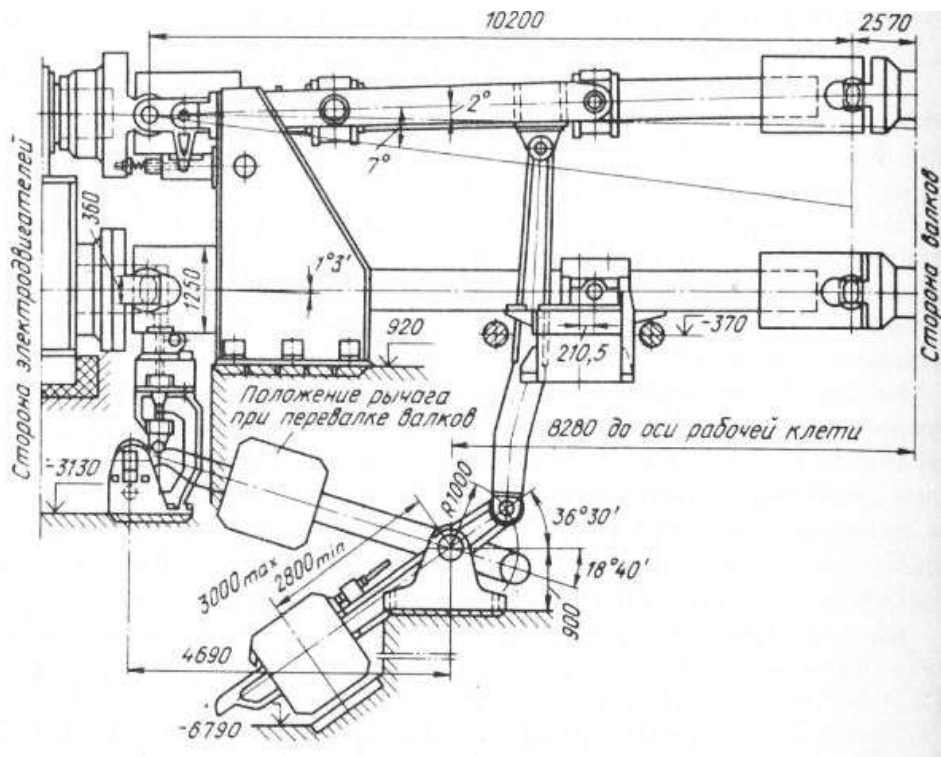


Рис. 5. Грузовое уравнивание шпиндельного устройства

На рис. 6 показано шпиндельное устройство с гидравлическим уравниванием для четырехвалковой клетки реверсивного стана 2800. В средней части шпиндели опираются на подшипники с баббитовой заливкой. Подшипник нижнего шпинделя опирается на плунжер гидравлического цилиндра, установленного в стойке на фундаменте. Верхний шпиндель уравнивается двумя боковыми гидравлическими цилиндрами. Гидравлическое уравнивающее устройство работает плавно и отличается большой надежностью, однако требует установки насосно-аккумуляторных станций высокого давления.

Для высокоскоростных станов холодной прокатки широко применяют зубчатые шпиндельные соединения с бочкообразным профилем зуба. Наибольший угол наклона зубчатых шпинделей до  $2^\circ$ .

Конструкции зубчатых шпиндельных соединений делятся на два типа по принципу разьема шпинделей с рабочими валками: с разъемом по зубчатому зацеплению муфты со стороны рабочего вала и с разъемом по шейке рабочего вала.

Рассмотрим констукцию первого типа. Шпиндельное соединение состоит из двух зубчатых втулок, посаженных на конце валов шестеренной клетки или комбинированного редуктора; двух обойм O, соединяющих втулки; четырех втулок, посаженных на валы шпинделей; двух валов; двух полумуфт, надетых на концы рабочих валков, и уравнивающего устройства, которое включает в себя стойку, два кронштейна и четыре гидроцилиндра.



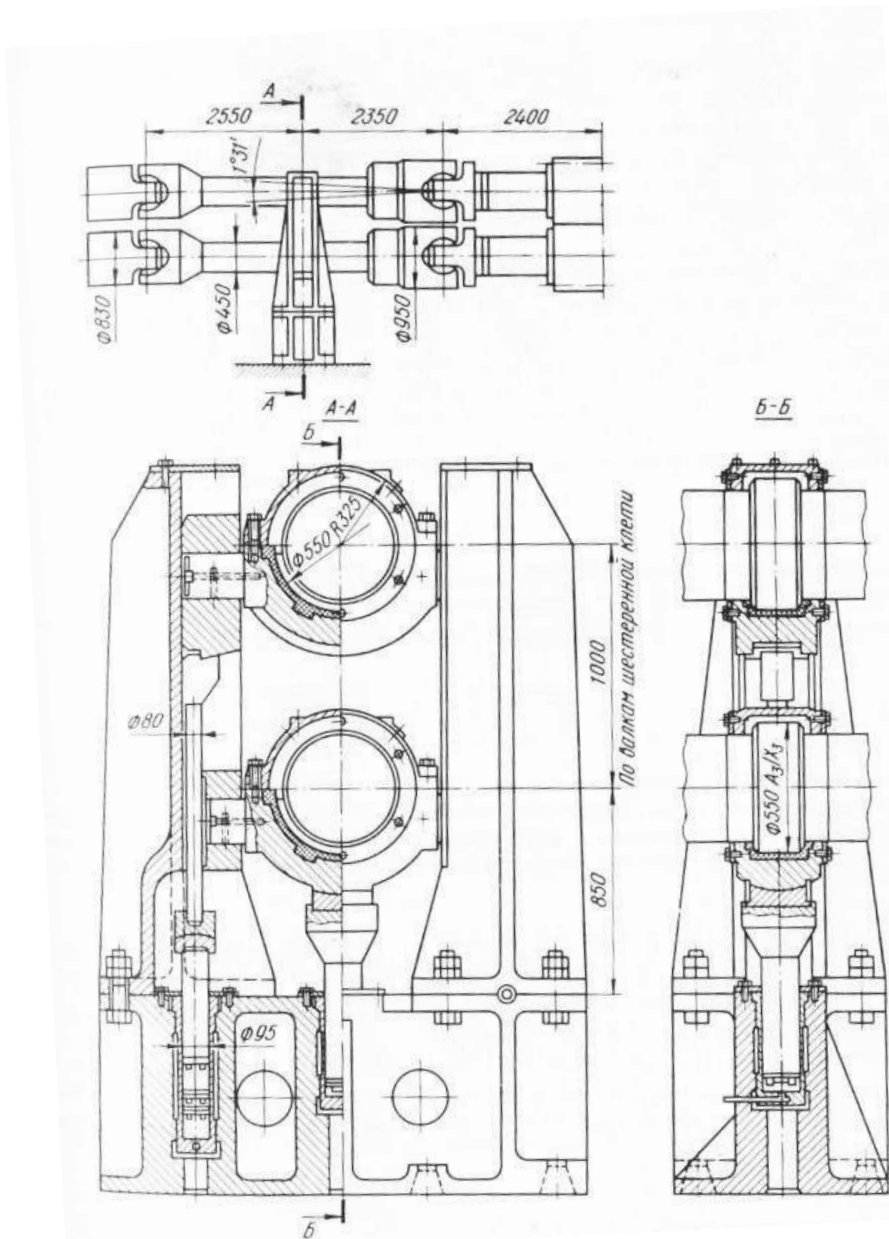


Рис. 6. Гидравлическое уравновешивание шпинделей

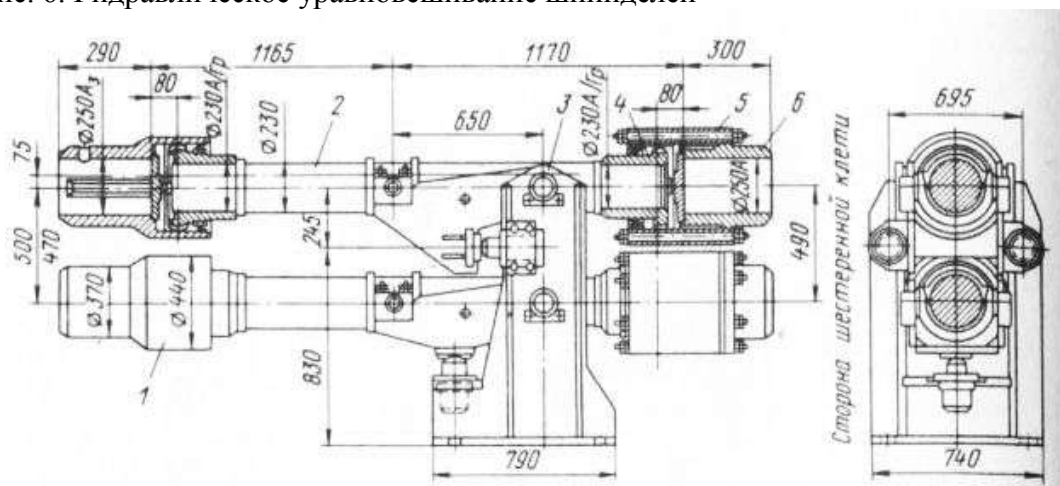


Рис. 7. Шпиндельное соединение с зубчатыми муфтами



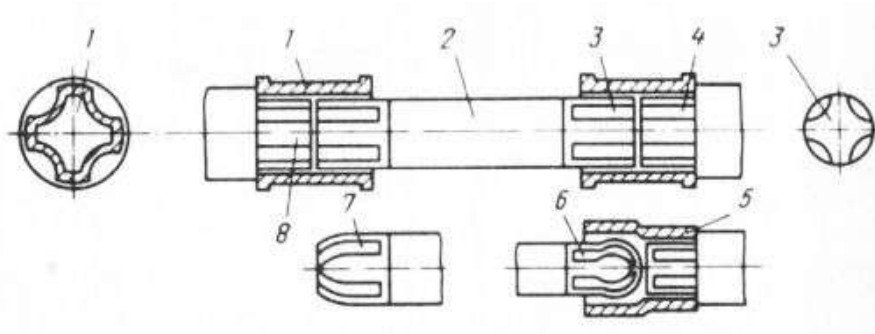


Рис. 8. Трефовые шпиндели и муфты:

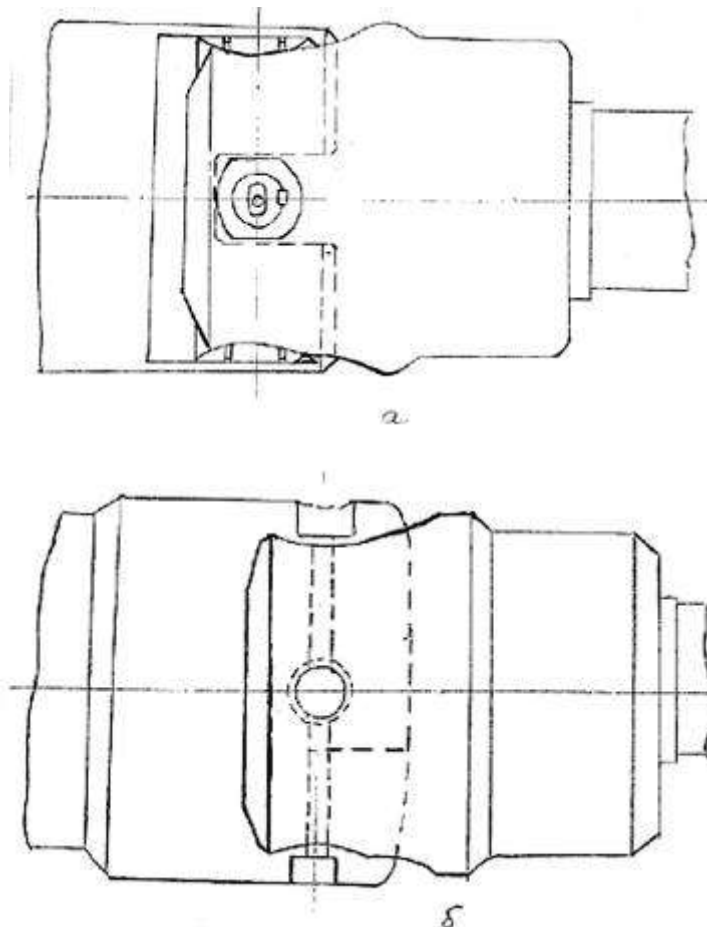
1 — гладкая муфта; 2 — средняя часть шпинделя; 3 — трефы шпинделя; 4 — трефовый конец рабочего вала; 5 — редукторная муфта; 6 — шпиндель со сферической головкой; 7 — шпиндель с закругленными краями; 8 — трефовый конец шестеренного вала

Трефовые шпиндели изготавливают обыкновенными с закругленными краями и со сферическими головками. Трефовые шпиндели допускают перекос осей  $1-2^\circ$  и применяются довольно редко на старых станах.

Шпинделя, установленные на клети "Дуо" испытывают очень большие нагрузки при работе, поскольку клеть "Дуо" реверсивная. В результате этого появляется большое количество отказов в работе шпиндельных устройств.

Например, износ вкладышей, износ сухарей, износ вилки головки шпинделя. В результате реверсивной работы у шпинделей в основном появляются большие зазоры между лопастью и сухарем, зазоры в головках шпинделей от 15 до 35 мм.

К аварийным отказам в работе шпинделей относится излом вала шпинделя по шейке.



а) - со стороны рабочей клети; б) - со стороны привода

## Рисунок 9 - Шарнир шпиндельного соединения клетки "Дуо"

Объемные хрупкие разрушения возникают под действием однократных или повторных ударных сил при малой степени местной пластической деформации и распространяются с большой скоростью в плоскости, нормальной к плоскости действия максимальных растягивающих напряжений. На хрупкое разрушение оказывают влияние механические свойства материала (ударная вязкость, относительное удлинение). С уменьшением пластических характеристик склонность материала к хрупким разрушениям повышается.

Хрупкие разрушения в большинстве случаев начинают развиваться в зонах концентрации напряжений, в местах приварки элементов жесткости, пересечения сварных швов, у отверстий и галтелей, в зонах резкого изменения толщины. Очагами хрупких разрушений металлоконструкций часто являются дефекты сварки — горячие и холодные трещины, непровары, подрезы, шлаковые включения, поры, а также расслоения металла, повышенное содержание неметаллических включений. В этих случаях отдельные разрушения конструкций происходят под действием сил тяжести при монтаже конструкций или при их транспортировке.

На рис. 10 видно, что разрушение произошло вследствие действия многократных ударных сил, возникающих в соединении при большой степени износа вкладышей.

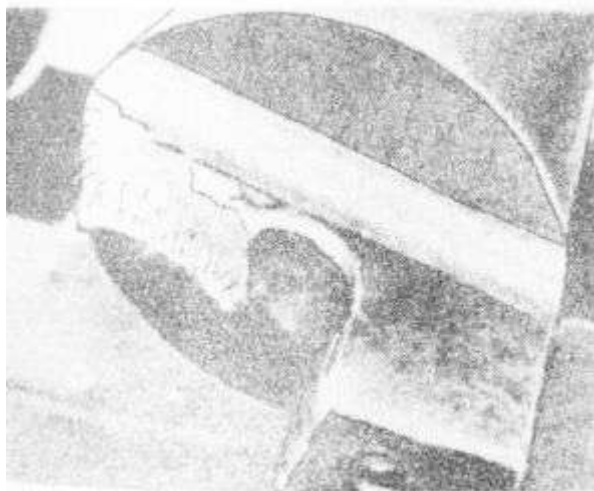


Рис. 10. Хрупкий излом вилки шпиндельного соединения

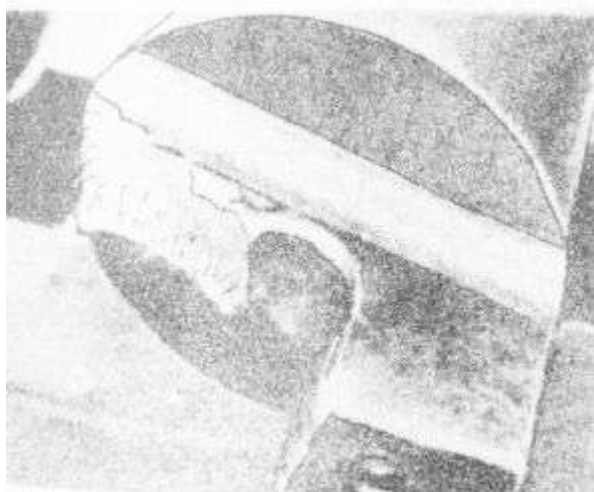


Рис. 11. Усталостный излом шейки станинного ролика стана 4500

### **Реализация технологии восстановления**

К шпинделям предъявляются особо высокие требования, поэтому посадочные шейки шпинделей обрабатывают шлифованием. Соосность их должна быть выдержана с точностью 0,01 мм, допустимая некруглость шеек — 0,01 мм, нецилиндричность — 0,003—0,005 мм. Таким же требованиям должна отвечать поверхность 3. Конические отверстия 4 и 5 шпинделя должны быть концентричны шейкам; допускается биение 0,01—0,02 мм на 300 мм длины.

В первую очередь у шпинделя изнашиваются шейки под подшипники, посадочные места для зубчатых колес и других вращающихся деталей. На них появляются царапины и задиры, легко обнаруживаемые внешним осмотром.

Шпиндели целесообразно ремонтировать несколько раз, так как изготовление нового шпинделя — дело сложное и дорогое. Однако в тех случаях, когда ремонт шпинделя влечет за собой ремонт и сопрягающихся с ним деталей, может оказаться более выгодной замена изношенного шпинделя новым. Этот вопрос решают сравнением стоимости ремонтных работ и нового шпинделя.

При износе шеек шпинделя более 0,02 мм их ремонтируют шлифованием с последующей притиркой под ремонтный размер. Шейки шпинделей с наращенным на них хромовым слоем обрабатывают шлифованием, если же на шейки наносят другие металлы соответственно большими слоями, чем при хромировании, шейки сначала обтачивают, а потом шлифуют. При этом им придают по направлению к заднему концу конусность до 0,01 мм, чтобы при шабрении подшипников слой краски, нанесенный на шейки, полностью использовался для закрашивания поверхности подшипников.

Изношенные шейки шпинделей, на которых монтируются подшипники качения или другие детали с неподвижной посадкой, весьма удобно восстанавливать электролитическим способом.

Шейки шпинделей (под подшипники скольжения, в том числе с осевыми микротрещинами) восстанавливают установкой на клею тонкостенных компенсационных наделок или вставок. Практика показывает, что такие шпиндели служат еще долго, а в ряде случаев работают лучше новых, если наделки («рубашки») и вставки (втулки) изготовлены из материалов с лучшими эксплуатационными свойствами. При этом достигается значительная экономия материалов и сокращаются затраты на ремонт.

Для постановки компенсационных наделок или вставок с поверхности шпинделя стачивают слой металла с целью посадки соответствующей детали компенсатора в виде втулки с номинальным размером или увеличенным ремонтным размером восстанавливаемой поверхности. При этом снимаемый слой металла должен быть минимальным, до 10—15% номинального диаметра сплошного сечения вала или толщины стенки полого шпинделя.

Для восстановления неподвижной посадки, например поверхности шпинделя под подшипник качения, компенсационная наделка (втулка) может быть тонкостенной — от 0,5 до 2 мм, а при восстановлении шейки шпинделя под подшипник скольжения толщина стенки наделки должна быть не менее 2,5 мм.

Компенсационные тонкостенные наделки изготавливают из металла, соответствующего материалу ремонтируемого вала или из материала, отвечающего повышенным требованиям. Внутренний диаметр выполняют по месту с зазором 0,05 мм по диаметру (шероховатость поверхности Rz 20), наружный диаметр делают с припуском 3—5 мм. Окончательную обработку ведут при интенсивном охлаждении после установки втулки и отверждения клея через 24 ч. Компенсационные втулки толщиной 2,5—3,5 мм и более целесообразно изготавливать из цементируемой стали. Восстанавливаемый диаметр выполняют с припуском 0,3 мм, а диаметр втулки, сопрягаемой с валом, шпинделем или осью, обрабатывают с припуском 3—4 мм. После цементации с этой поверхности снимают науглероженный слой, металла и закаляют втулку до HRC58-60.

Незакаленную поверхность втулки обрабатывают на токарном станке по размеру подготовленной поверхности вала с зазором по диаметру 0,05 мм (шероховатость поверхности). Закаленную восстанавливаемую поверхность втулки окончательно шлифуют после установки ее на вал и отверждения клея.

При окончательной механической обработке наделок и вставок нельзя допускать перегрев, так как при этом может разрушиться клеевая пленка, поэтому операцию выполняют с обильным охлаждением.

Перед обточкой и шлифованием проводят следующие подготовительные работы. Вытачивают стальные пробки и плотно вставляют их в отверстия 4 и 5 шпинделя, предварительно зачистив места посадки пробок. После этого закрепляют шпиндель одним концом в патроне токарного станка, а второй конец устанавливают неизношенным местом в люнете и выверяют шпиндель на биение, которое не должно превышать 0,005 мм; затем делают в

пробке центровое отверстие. После этого шпиндель переставляют, зажимают его второй конец в патроне, а первый — в люнете и выполняют второе центровое отверстие. Теперь шпиндель устанавливают в центрах и проверяют правильность центрования; биение неизношенных мест по индикатору должно быть не выше 0,01 мм.

Выполнив описанные операции, приступают к обработке шпинделя точением и шлифованием. В случае повреждения и износа резьбы шпинделя при восстановлении применяется наплавка с последующим нарезанием резьбы до номинального размера. Перенарезать резьбу на меньший диаметр не рекомендуется, так как она становится нестандартной.

Изношенное конусное отверстие шпинделей ремонтируют по-разному в зависимости от величины износа. При сильном износе отверстие растачивают и затем в него вклеивают или запрессовывают втулку. При небольшом износе отверстие (неглубокие риски, незначительные забоины) шлифуют, снимая минимальный слой металла.

Механическую обработку конусного отверстия шпинделя можно выполнять, не снимая шпинделя со станка, что обеспечивает хорошее центрование оси отверстия с осью шпинделя. При обработке конусного отверстия на месте применяются приспособления.

Точность конического отверстия шпинделя проверяют стандартным конусным калибром. Контрольная риска на калибре не должна входить в отверстие, между ней и торцом шпинделя должно быть расстояние в 1—2 мм. Если же контрольная риска калибра входит в конусное отверстие и скрывается, то допускается подрезка переднего торца шпинделя на 2—3 мм.

Ось конического отверстия шпинделя проверяют на биение индикатором по контрольной оправке, вставленной в отверстие. Допускается отклонение от оси 0,01 мм у торца шпинделя и 0,02 мм на длине 300 мм. Поверхность 4 шпинделя может иметь предельно допустимое биение 0,01 мм.

Выше говорилось о шпинделях с хромированными шейками. Установлено, что такие шпиндели хорошо работают только при отличной пригонке к ним подшипника, когда обеспечен зазор для смазки шеек. Нормальная величина этого зазора 0,006—0,02 мм в зависимости от точности станка, наибольшей частоты вращения и диаметра шпинделя. При небрежной пригонке во время работы станка происходит усиленный местный нагрев. Из-за этого на хромированной поверхности образуются мелкие трещины, хром отслаивается, повреждается шейка шпинделя и поверхность подшипника.

Хранение отремонтированных или новых валов и шпинделей должно исключить возможность изгиба и деформации. Небрежно положенный вал может изогнуться под действием собственной тяжести. Для предотвращения этого рекомендуется валы помещать в специальные стеллажи-стойки в вертикальном состоянии. Лучший способ хранения это подвешенное вертикальное состояние.

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### ***Оценка «отлично» ставится:***

—ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### ***Оценка «хорошо» ставится:***

—Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

—Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

—Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 7

### Разработать алгоритм восстановления колеса

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

#### Оборудование: не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

#### Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

#### Общие сведения

##### Актуальность

Крановые колеса в процессе эксплуатации испытывают высокие нагрузки. В первую очередь, это действие сил трения и тяжести. Это основной рабочий узел крана, позволяющий проводить подъем различных грузов. Поэтому от состояния этих колес зависит то, насколько эффективна и безопасна будет работа.

##### КОГДА НУЖНО ПРОВОДИТЬ ЗАМЕНУ КОЛЕС?

Поверхность ребордов изношена более чем на 50%.

Если имеются трещины на поверхности.

Снашивается поверхность катания более чем на 2%, что приводит к уменьшению исходного диаметра колеса.

В отдельных случаях можно провести восстановление крановых колес методом сварки и наплавки. Исключение составляют ситуации, когда на поверхности возникают сквозные трещины. Такой дефект является прямым показанием к замене детали. В противном случае риск возникновения аварийной ситуации будет очень велик. Такие колеса восстановлению не подлежат, их следует утилизировать.

##### ЧЕМ ВЫГОДНО ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕС?

Экономическая выгода. Ремонт колеса кранового методом наплавки будет стоить дешевле, чем приобретение новой детали. Цена восстановленного элемента составит примерно четверть от той суммы, что была бы потрачена на приобретение нового. Колеса выдерживают до 15 циклов

ремонта. Это существенно продлевает срок службы всего узла до его замены.

Срок эксплуатации восстановленных и новых деталей практически не отличается.

Получение качественного изделия. При сварке и наплавке используется металл, близкий по составу к тому, из которого сделана сама деталь. Изделие получается надежным и прочным. Колеса после ремонта будут иметь характеристики близкие к новым деталям, их состав и плотность будут однородными.

Функциональность. При наплавке металла покрытие приобретает особые свойства. Это дополнительный слой покрытия. Он может придать еще большую прочность, стойкость к износу, термическому воздействию, коррозии.

Времени на работы по восстановлению крановых колес требуется значительно меньше, чем на изготовление новых. Благодаря этому сокращаются сроки простоя оборудования.

#### **Реализация технологии восстановления**

Обязательным этапом восстановительных работ является подготовка поверхности. Она заключается в обточке детали. Это делается с целью удаления с нее сколов, вмятин, ржавчины и т.п.

Дальнейшая обработка идет путем сварки или наплавки. Выбор типа операции зависит от степени деформации поверхности.

Чаще всего восстановление колес осуществляется методами наплавки под флюсом проволокой с последующей обработкой на токарных станках. Поверхности придается идеально ровная форма. Так же применяется электродуговая, ручная с использованием электродов, плазменная сварка. От ее вида зависит срок эксплуатации и ее особенности. Например, при наплавке и сварке под флюсом степень и темпы износа крановых рельсов будет минимальным. Чем большую твердость металл наплавки будет иметь, тем медленнее изнашивается колесо. Но при этом быстрее из строя будут выходить рельсы.



Восстановление (наплавка) ходовых колес



В колёсных парах и в качестве ходовых колёс тяжёлых грузоподъёмных машин, обычно используются, изготавливаемые из штампованных заготовок из стали 65Г, поковок стали 45, 50, 75 и 65Г, проката стали 75 и 65Г, отливок из стали 55 и 35ГЛ согласно Техническим условиям ГОСТ 28648-90. При их эксплуатации в течение 8-10 лет в первую очередь подвергаются износу и утончению поверхность катания и реборды. Чем выше твёрдость рабочей поверхности колеса, тем больше и его износостойкость. Однако если рабочий слой окажется слишком твёрдым, быстрее изнашиваться будут рельсы, а их замена — операция, которая обходится не дешево.

Таким образом, оптимальным можно считать такой способ восстановления ходовых колёс кранов, когда твёрдость рабочего слоя его поверхности катания будет на несколько процентов меньше, чем твёрдость рельса.

Перед операцией наплавки ходовое колесо предварительно подвергается проточке, для удаления с него сколов и вмятин.

Наиболее широко в настоящее время используется автоматический метод наплавки с последующей обработкой рабочей поверхности на токарных станках. Наплавочной проволокой при автоматическом процессе служит Св-08ГА, на менее автоматизированных производственных участках применяется DT-DUR 250 К, а если износ слишком большой, дополнительно используется в качестве подслоя проволока Х70Т4. После процедуры наплавки требуется обработка колеса для сохранения его номинальных размеров, а затем колесо нагревается, выдерживается некоторое время при температуре 800-950°С, а затем охлаждается с определенной скоростью. Такой процесс называется сорбитизация. Если твёрдость наплавленного слоя составляет около 350 НВ, термическую обработку не проводят.

Преимуществом такого типа ремонта крановых колёс является возможность повторять ремонт несколько раз. Возможно также производить ремонт колёсного блока полностью: в сборке с валом. Стойкость наплавленного слоя составляет 3-4 года, а затраты на ремонтные работы составляют не более 20% от стоимости замены. Восстановление и упрочнение способом наплавки сокращает количество простоев на время ремонта, тем самым повышая производительность работы ГПМ. Помимо этого, наплавочные технологии имеют ресурсосберегающее значение: при использовании 1 кг наплавляемого материала экономится 70-80 кг агломерата и до 5 кВт-часов электроэнергии.

Восстановление деталей наплавкой и сваркой – это технологический процесс устранения путем сварки и наплавки недопустимых дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации оборудования. Ремонтную сварку можно выделить в самостоятельный производственный процесс, проводимый с целью восстановления конструкций, узлов, деталей, поврежденных под действием эксплуатационных нагрузок и факторов или по иным причинам.

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### ***Оценка «отлично» ставится:***

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### ***Оценка «хорошо» ставится:***

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 8

### Разработать алгоритм восстановления муфты

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

#### Оборудование: не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

#### Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

#### Общие сведения

##### Актуальность

На работу муфты существенно влияют толчки, удары и колебания, обусловленные характером работы приводимого в движение агрегата строительной машины. Конструкция муфт весьма разнообразна. Тип муфты выбирают в зависимости от тех требований, которые предъявляют к ней в данном приводе. Например, при монтаже втулочной муфты требуется очень точное совмещение осей валов.

#### Реализация технологии восстановления

Работа кулачковых муфт сопровождается значительным износом кулачков и шлицевых пазов. Изношенные рабочие поверхности восстанавливают способом наплавки или обработки на ремонтный размер.

Твердость поверхности кулачков увеличивают цементацией или закалкой. Так как после цементации у кулачков сохраняется вязкая сердцевина, то эти кулачки хорошо сопротивляются ударным нагрузкам.

Из различных типов предохранительных муфт наибольшее распространение получили фрикционные и с разрушающимся элементом. Поверхности трения фрикционных полудоуфт изнашиваются.

При эксплуатации фрикционных муфт на поверхности трения появляются риски, задиры,



постепенно уменьшается фактическая фрикционная поверхность, вследствие чего для передачи одного и того же вращающего момента требуется все большее и большее усилие  $Q$  с соответствующим ускорением процесса изнашивания и перегревом муфты. Кроме того, в рассматриваемой конструкции довольно интенсивно изнашиваются поверхности шпоночного соединения правой полумуфты с валом. В многодисковых муфтах прежде всего изнашиваются поверхности трения фрикционных обкладок и металлических дисков, а также детали механизма включения. Кроме того, значительным дефектом таких муфт является неравномерное ослабление пружин, в результате чего возможно перекашивание дисков с последующим проскальзыванием, перегревом и усиленным износом. В такой муфте даже в выключенном положении диски продолжают соприкасаться и передавать вращение.

Восстановление работоспособности муфты сводится к замене фрикционных дисков и пружин, к проверке стальных дисков и регулировке муфты.

Соединительные муфты, предназначенные для соединения в промышленном оборудовании соосно расположенных валов, насчитывают большое количество конструктивных решений, которые имеют свои тенденции как в характере изнашивания деталей этих муфт, так и в технологических процессах их восстановления.

Жесткие муфты, предназначенные для соединения строго соосных валов, состоят из втулок, штифтов или шпонок, обеспечивающих соединение втулок с валами передачи (рис. 2.16). Эти муфты отличаются простотой конструкции, надежностью в работе и не подвергаются значительному изнашиванию. При изнашивании деталей таких муфт они не подлежат восстановлению, а заменяются новыми.

Упругие муфты обеспечивают возможность соединения валов, имеющих незначительные отклонения в соосности. В процессе эксплуатации за счет использования упругих элементов данные муфты в некоторой степени смягчают ударные нагрузки и толчки.

Восстановление изношенных деталей упругих пальцевых муфт осуществляют, растачивая отверстия под пальцы и упругие кольца в полумуфте 2 и рассверливая и растачивая конические отверстия под пальцы в полумуфте 1. Механическую обработку ведут до удаления следов износа, обеспечивая их соосность. Пальцы и упругие кольца восстановлению не подлежат и изготавливаются заново по размерам восстановленных отверстий полумуфт 1 и 2.

Посадочные отверстия в полумуфтах 1 и 2, предназначенные для их установки на соединяемых валах, восстанавливают так же, как и посадочные отверстия шкивов ременных передач.

Крестовые муфты служат для постоянного соединения валов, обеспечивая их отклонение от соосности до 0,4 мм. Крестовые муфты состоят из трех деталей: двух полумуфт, имеющих прямоугольные пазы, и промежуточной детали с прямоугольными выступами  $i$ , расположенными на ее плоских поверхностях перпендикулярно один другому. В процессе эксплуатации у таких муфт возможно изнашивание пазов, выполненных в полумуфтах, и выступов на промежуточной детали. Изнашиваются также и посадочные отверстия в полумуфтах.

Восстановление деталей крестовых муфт сводится к обработке пазов, выполненных в полумуфтах, до удаления следов износа. Обработка производится на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках концевыми или трехсторонними дисковыми фрезами и на поперечно-строгальных станках прорезными резцами. Промежуточная деталь с выступами, как правило, не восстанавливается, а изготавливается заново. В зависимости от нагрузок, действующих на муфту в процессе эксплуатации, промежуточная деталь может быть выполнена из низкоуглеродистой стали с последующей цементацией или термической обработкой до твердости 45... 55 HRC; для малонагруженных муфт эту деталь изготавливают из текстолита.

Сцепные муфты предназначены для условий периодического соединения и разъединения валов.

Восстановление изношенных деталей кулачковой муфты ведут по вариантам механической обработки предварительно созданного ремонтного припуска, установки ДРД или замены изношенных деталей новыми. Изношенные кулачки полумуфт наваривают или наплавляют, а затем обрабатывают на горизонтально-фрезерном станке двугловыми дисковыми фрезами, используя делительную головку для получения правильного расположения кулачков на торцевых поверхностях полумуфт. Паз под сухари рычага перемещения подвижной полумуфты протачивают, удаляя следы износа, а сухари заменяют новыми с размерами, соответствующими восстановленному пазу. Посадочные отверстия полумуфт, предназначенные для установки на

валах, восстанавливают таким же образом, как и посадочные отверстия шкивов ременных передач.

Фрикционные конусные муфты (рис. 2.21) состоят из двух полумуфт: подвижной и неподвижной. Они предназначены для периодического соединения и разъединения валов в передачах. Передача вращательного движения этими муфтами обеспечивается путем непосредственного контакта рабочих конических поверхностей, что и определяет характер их изнашивания в результате трения при проскальзывании одной полумуфты относительно другой в момент начала и окончания соединения валов. Такой вид износа может привести к выходу муфты из строя за счет выборки зазора между торцевыми поверхностями полумуфт, т. е. торцевые поверхности полумуфт будут соприкасаться в то время, когда между коническими поверхностями будет отсутствовать контакт (муфта в этом случае не обеспечивает передачи движения от одного вала к другому).

#### Восстановление деталей соединительных муфт

Восстановление рабочих поверхностей таких полумуфт сводится к их механической обработке до удаления следов износа и создания определенной шероховатости этих поверхностей для обеспечения надежного сцепления полумуфт в момент передачи движения. Кроме того, при восстановлении полумуфт необходимо выполнить подрезание их торцов для создания осевого зазора между полумуфтами при контакте их рабочих конических поверхностей.

Если восстановить работоспособность конической фрикционной муфты описанным способом не удастся, то необходимо выполнить следующее:

- расточить одну из полумуфт, удаляя изношенную коническую часть, и запрессовать или установить с использованием клея, например эпоксидной композиции, кольцо с выполненным в нем коническим отверстием, имеющим припуск на последующую обработку;

- обтачить вторую полумуфту, на которую также устанавливают кольцо, но уже с наружной конической поверхностью, имеющей припуск на последующую механическую обработку;

- обработать конические поверхности обеих полумуфт на токарном станке, обеспечивая их плотное прилегание.

В зависимости от условий эксплуатации ДРД кольца могут изготавливаться из чугуна или текстолита, их устанавливают, используя клей.

Если применяют стальные кольца, то их устанавливают как запрессовкой, так и с помощью клея.

Фрикционные дисковые муфты, имеющие то же назначение, что и конические фрикционные, изнашиваются главным образом по поверхностям контакта фрикционных дисков, что приводит к увеличению зазора между ними и, следовательно, снижению надежности работы муфты, а в конечном итоге к ее отказу.

Восстанавливают работоспособность фрикционных дисков, заменяя облицовочный фрикционный материал, приклеивая новый материал к стальной основе диска. Для обеспечения надежности сцепления фрикционного материала со стальной основой в ней сверлят большое число отверстий диаметром 3... 4 мм, после чего диск тщательно очищают, промывают и обезжиривают. Подготовленный таким образом диск покрывают с обеих сторон слоем пластической массы толщиной 1... 2 мм и выдерживают в соответствии с рекомендациями, предусмотренными для полимеризации выбранной пластической массы.

Восстановление рабочих поверхностей полумуфт необходимо выполнять следующим

образом:

- установить полумуфту на центральной оправке;
- закрепить центровую оправку с установленной в ней полумуфтой в центрах токарного станка;
- закрепить в резцедержателе станка проходной упорный резец;
- проточить коническую поверхность, создав посадочное место цилиндрической формы;
- снять полумуфту со станка;
- проконтролировать размеры посадочного места под установку новой рабочей поверхности;
- установить в патроне токарного станка заготовку для обработки новой рабочей поверхности;
- сверлить в заготовке отверстие с припуском на его последующее развертывание под посадочный размер;
- развернуть посадочное отверстие;
- установить заготовку с выполненным в ней посадочным отверстием на разжимной оправке;
- разжимную оправку с заготовкой закрепить в центрах токарного станка;
- проточить коническую рабочую поверхность заготовки;
- снять заготовку со станка и проверить качество ее изготовления;
- запрессовать коническую рабочую поверхность полумуфты на посадочное место, выполненное на ступице;
- произвести притирку напрессованных на ступицы полумуфт, проверяя качество притирки «на краску».

Восстановление фрикционных и нажимных дисков необходимо осуществлять следующим образом:

- очистить диск от смазки и грязи;
- установить диск на магнитной плите плоскошлифовального станка;
- включить питание магнитной плиты;
- шлифовать одну поверхность диска до удаления следов износа;
- отключить питание магнитной плиты;
- перевернуть диск и вновь включить питание магнитной плиты;
- шлифовать вторую сторону диска до удаления следов износа;

- отключить питание магнитной плиты, снять диск и проверить качество обработки;
- нанести на диск антифрикционное покрытие до восстановления его первоначальной толщины;
- осуществить контроль качества восстановления.

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### ***Оценка «отлично» ставится:***

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### ***Оценка «хорошо» ставится:***

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### ***Оценка «удовлетворительно» ставится:***

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### ***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

– Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 9

### Разработать алгоритм восстановления роликов

#### Цель:

1. Изучить данные технических паспортов по разделу восстановления деталей технологических машин
2. Разработать алгоритм восстановления деталей технологических машин
3. Научиться составлять технологические карты восстановления деталей технологических машин

#### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- уметь оформлять документацию для реализации технологических операций восстановления деталей технологических машин;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

#### Оборудование: не требуется

#### Задание

Составить алгоритм восстановления детали технологических машин (по указанию преподавателя).

#### Порядок выполнения задания

1. Получить бланк алгоритм восстановления детали технологических машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную технологическую машину.
3. Изучить виды и перечень работ при алгоритм восстановления детали технологических машин (см. «Общие сведения»).
4. Назначить вид восстановления детали технологической машины
5. Заполнить бланк алгоритм авосстановления детали технологических машины (таблица 1)

#### Общие сведения

Восстановление посадок роликов МНЛЗ под сальник и подшипник

Изношенные, а также поврежденные посадки роликов подвергаются восстановлению методом наплавки. Режимы проточки посадок такие же, как при обточке бочки ролика. Наплавка посадочных мест под подшипники и уплотнения производится проволокой Св-10Х14Г14Н4Т, Ш1,4... 1,6 мм в среде «Ag+CO<sub>2</sub> 10%». На соседний с наплавляемым валиком для охлаждения подается вода с расходом 2-3 л/мин. С целью качественного проплавления галтели наплавку шейки начинать с нее.

Посленаплавочные операции

1 Ролики после наплавки помещают в термостат (эл. печь) с температурой 400°С, где выдерживают 4 часа, дают остыть вместе с печью до 100°С, затем вынимают

Допускается остывание ролика в помещении цеха до отпуска, но при этом бочка ролика должна быть полностью укрыта асбестовым полотном, а температура в цехе - не ниже 10...15°С без сквозняков.

2 Проточка ролика до рабочего размера осуществляется за 3 прохода: первый -- черновой, второй -- п/чистой, третий чистой. Режимы обточек приведены в таблице № 2

Таблица 1. Режимы механической обработки роликов МНЛЗ

№	Режимы м/о Св.материал, твердость (HRC)	Марка резца	V резан, м/мин.	S мм/об.	t, мм	К-во проходов
1.	Черновой проход	ВК-8	33-39	0,4-0,5	1,5	1



\* ролики Ш100мм наплавляются только при изготовлении

### **Критерии оценки:**

Правильность заполнения бланка

#### **Оценка «отлично» ставится:**

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### **Оценка «хорошо» ставится:**

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### **Оценка «удовлетворительно» ставится:**

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### **Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

– Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## **Практическая работа № 10**

### **Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Система ТОиР**

**Цель:** иметь представление о программе Sike Слесарь-ремонтник.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу, выбирать и использовать уместные цифровые средства, приложения и ресурсы для постановки и решения задачи\проблемы;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- применять современную научную профессиональную терминологию;
- читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;
- оценивать информацию/данные на достоверность и релевантность сравнения нескольких источников информации;

#### **Материальное обеспечение:**

Интернет – тренажёр Sike «Слесарь – ремонтник» «Система ТОиР

**Оборудование:** ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник:техническое обслуживание и ремонт оборудования (СДО версия)

#### **Задание:**

Изучить теоретический материал. Пройти тестирование в программе.

#### **Краткие теоретические сведения:**

Компания SIKE с 2006 года разрабатывает электронные курсы, учебные компьютерные и комплексные тренажеры, VR и AR-тренажеры для профессиональной подготовки студентов и кадров.

Компанией SIKE разработано более 600 обучающих систем, которые внедрены и успешно используются в крупнейших предприятиях и обучающих организациях Европы и Азии.

Программное обеспечение «SIKE Электронный курс» позволяет проводить теоретическую интерактивную подготовку и аттестацию специалистов.

Программное обеспечение подходит для:

- Самостоятельного обучения в компьютерном классе.
- Использования в качестве наглядных материалов на лекционных занятиях.

Электронные курсы SIKE ежегодно попадают в ТОП-15 лучших электронных курсов России.

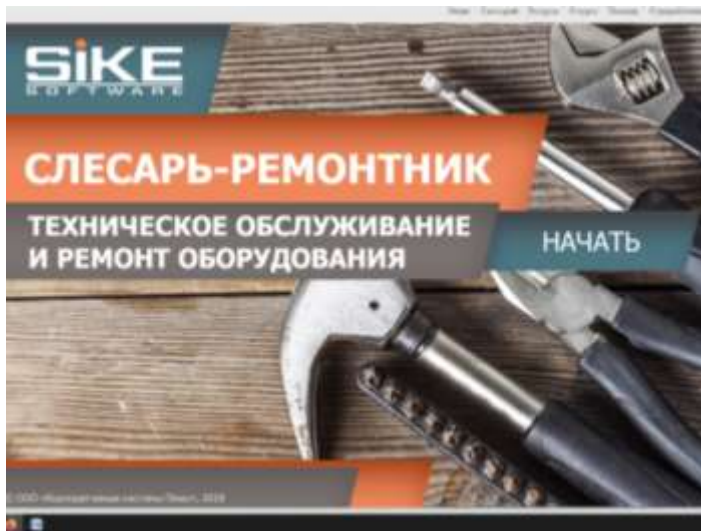
Обучающие решения SIKE обладатели премий: «Лучший обучающий продукт в VR», «Лучший курс по развитию навыков», «Лучший отраслевой практико-ориентированный тренажер», «Лучшее решение для превышения профессиональных компетенций».

Ключевая компетенция - разработка комплексных решений для подготовки специалистов по рабочим профессиям: от теории с использованием электронных курсов, до полноценных тренажеров-симуляторов, позволяющих отработать профессиональные навыки.

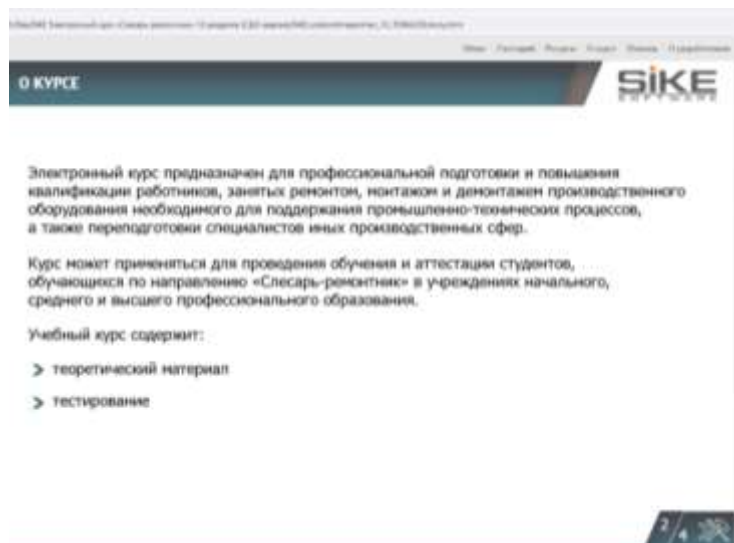
Все это в комплексе дает возможность не только сформировать необходимые компетенции по ключевым специальностям, но и использовать данные решения как оценочные средства при проверке сотрудников на соответствие требованиям профессиональных стандартов.

## I. Основные этапы работы

1-й этап. Открытие ссылки и ознакомление с темой



2-й этап. Начало работы, ознакомление с курсом

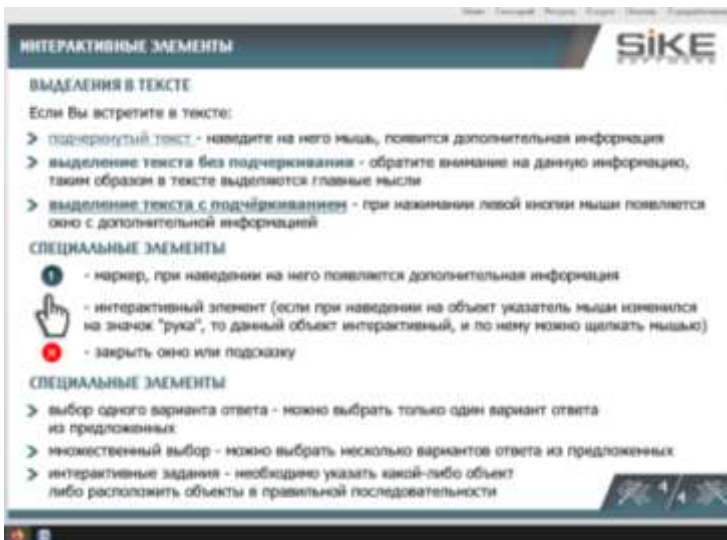




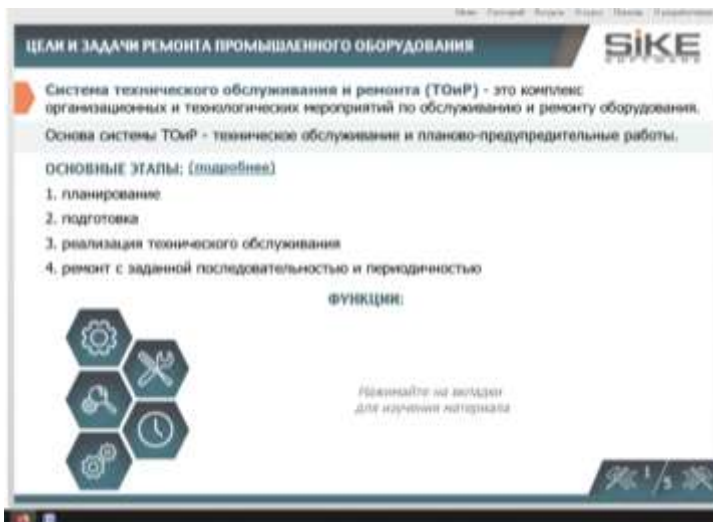
### 3-й этап. Инструкция по навигации в программе



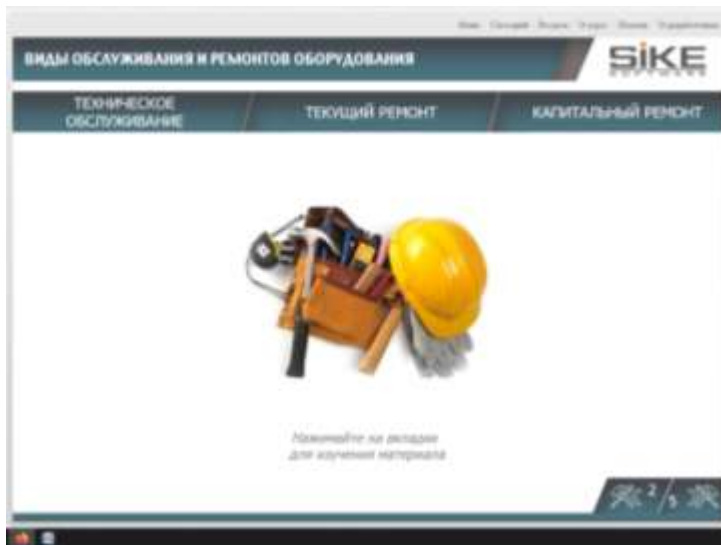
### 4-й этап. Виды и примеры элементов



### 5-й этап. Теоретический материал



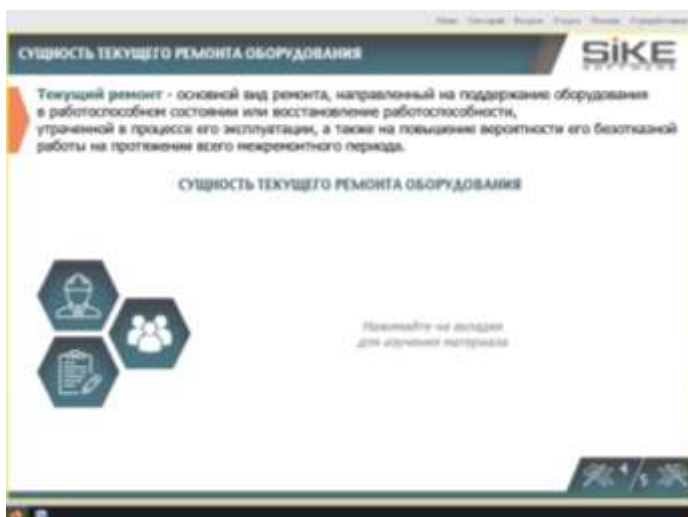
### 6-й этап. Ознакомление с теоретическим материалом



7-й этап теоретический материал, задачи, виды



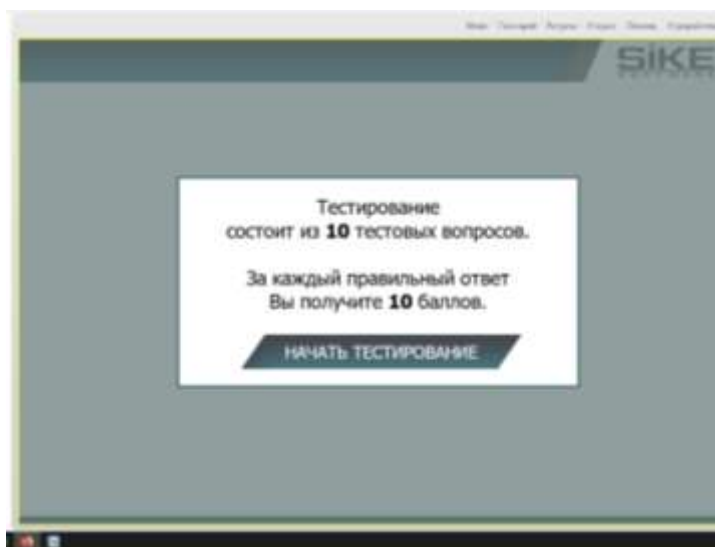
8-й этап. Ознакомление с теоретическим материалом



10-й этап. Теоретический материал, выбор дополнительной информации



11-й этап. Прохождение теста по пройденному материалу



**Критерии оценки:** правильность выполнения итогового тестирования

## Практическая работа № 11

### Выбор марки минерального масла в подшипники

#### Цель:

Изучить методику выбора смазочного материала для подшипников качения.

#### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- Выбирать смазочный материал для подшипников качения.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал. Литература

**Оборудование:** не требуется

#### Задание

Изучить справочный материал, выданный преподавателем.

Подобрать смазочный материал для подшипников.

#### Порядок выполнения задания

Изучить теоретический материал

Подобрать смазочный материал для подшипников по заданию, выданному преподавателем.

#### Общие сведения

Основным свойством минеральных масел, определяющим возможность реализации режима жидкостной смазки, является вязкость. Поэтому выбор марки минерального масла основывается на расчете требуемой вязкости при рабочей температуре узла трения.

Для практики эксплуатации подшипников скольжения необходимую вязкость можно определять из зависимости

$$\eta_t = S_o \cdot \frac{p_a \cdot \psi^2}{\omega}, \quad (9.1)$$

где  $\eta_t$  - динамическая вязкость при рабочей температуре,

Па · с ;

$S_o$  - безразмерная величина, число Зоммерфельда;

$p_a = \frac{P}{d \cdot l}$  - номинальное давление, Па;

$\omega$  - угловая скорость, рад/с;

$\psi = \Delta / d$  - относительный диаметральный зазор;

$d$  - диаметр вала, м;

$l$  - длина втулки подшипника, м;

$\Delta$  - диаметральный зазор, м;

$P$  - нагрузка на подшипник, Н.

Значение числа Зоммерфельда  $S_o$  для различных значений  $l/d$  - отношения длины к диаметру подшипника находится из зависимостей:

$$\frac{l}{d} = 1.0..2.0 \quad S_o = \frac{0,35}{0,43 \frac{l}{d} + 0,24} \quad (9.2.)$$

$$l/d = 0.75..1.0 \quad So = \frac{0,35}{0.8 l/d - 0.24}; \quad (9.3.)$$

Для подшипника скольжения величина относительного зазора  $\psi$  находится из соотношения

$$\psi = \psi_{cp} = (\Delta_{min} + \Delta_{max}) / 2d, \quad (9.4.)$$

где  $\Delta_{min}, \Delta_{max}$  - минимальный и максимальный зазоры в поле допуска принятой посадки, м.

Средняя рабочая температура масла в подшипнике скольжения определяется из зависимости:

$$t_p = t_{ex} + a * P / 2d^2, \quad (9.5)$$

где  $t_{ex}$  - температура масла, входящего в подшипник. Принимается равной 40...60°C, в зависимости от возможности теплоотвода и нагруженности узла трения.

$a$  - коэффициент, значение которого определяется из зависимости (2.6) при давлении подаваемого в подшипник скольжения масла 0,3 МПа.

$$a = 11,3 \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^{-1,8} \cdot \left(2,8 - \frac{l}{d}\right)^{-1}; \quad (9.6.)$$

При износе подшипника давление масла падает, и при его снижении менее 0,1 МПа значение коэффициента  $a$  возрастает в 1,5 раза, что ведет к снижению вязкости минерального масла.

По значению вязкости смазочного материала при рабочей температуре  $t_p$ , по зависимости (2.7) находится вязкость при эталонной температуре  $t_3 = 40^\circ\text{C}$ .

$$\eta_{t_3} = \eta_p \cdot \left(\frac{t_p}{t_3}\right)^n; \quad (9.7.)$$

значение коэффициента «n» находится из зависимости

$$n = \frac{0,9 + \lg v_p}{2,8 - \lg t_p}; \quad v_p = \frac{\eta_p}{\rho} \quad (9.8.)$$

где,  $v_p$  - кинематическая вязкость масла при рабочей температуре;

$\rho$  – плотность смазочного материала, принимается равной 0,9 Г/мм<sup>3</sup>

По полученному значению кинематической вязкости при эталонной температуре из табл. 1 и 2 прил. выбирается необходимая марка смазочного материала

### Критерии оценки:

Правильность расчётов

#### **Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### **Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### **Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 12

### Выбор марки минерального масла в зубчатые зацепления

**Цель:**

Изучить методику выбора смазочного материала для зубчатого зацепления.

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- Выбирать смазочный материал для зубчатого зацепления.

**Материальное обеспечение:**

Раздаточный материал. Литература

**Оборудование:** не требуется

**Задание**

Изучить справочный материал, выданный преподавателем.  
Подобрать смазочный материал для зубчатого зацепления.

**Порядок выполнения задания**

Изучить теоретический материал

Подобрать смазочный материал для зубчатого зацепления по заданию, выданному преподавателем.

**Общие сведения**

На выбор марки минерального масла для зубчатых передач оказывают влияние: температурный режим (50...130 °С), окружная скорость, нормальные контактные напряжения в зоне контакта, твердость и состояние контактирующих поверхностей.

Как правило, для легко- и средненагруженных зубчатых передач применяют индустриальные масла без присадок.

В легко нагруженных зубчатых зацеплениях нормальные контактные напряжения не превышают 800 МПа при окружной скорости до 100 м/с, в средненагруженных зубчатых зацеплениях соответственно 1200 МПа и 10 - 15 м/с. В более тяжелых условиях работы, используют индустриальные масла с противоизносными и противозадирными присадками табл.2

Определение необходимой вязкости минерального масла для стальных зубчатых передач производится по графику на рис. 2.2. в зависимости от параметра X

$$X = \frac{HV \cdot p_{\max}^2}{v \cdot 10^5}; \quad (10.1)$$

где  $HV$  - твердость по Виккерсу, МПа;

$p_{\max}$  - максимальное нормальное контактное напряжение, МПа;

$v$  - окружная скорость, м/с.

Для нахождения твердости по Виккерсу, зная значение твердости по Роквеллу, можно пользоваться зависимостью:

$$HV = 1,86 \cdot 10^6 \cdot (110 - HRC)^{-2}; \quad (10.2.)$$

Наибольшее нормальное контактное напряжение для:  
цилиндрических прямозубых зацеплений

$$p_{\max}^2 = 9,5 \cdot 10^4 \frac{(u+1)^3 \cdot K \cdot M_k}{u^2 \cdot A^2 \cdot b}; \quad (10.3.)$$

цилиндрических косозубых и шевронных зацеплений

$$p_{\max}^2 = 7,5 \cdot 10^4 \frac{(u+1)^3 \cdot K \cdot M_k}{u^2 \cdot A^2 \cdot b}; \quad (10.4.)$$

конических зацеплений

$$p_{\max}^2 = 5,3 \cdot 10^6 \frac{u \cdot K \cdot M_k}{d_{ek}^3}, \quad (10.5)$$

где,  $u$  - передаточное число;

$A$  - межцентровое расстояние, м;

$b$  - ширина зубчатого венца, м;

$d_{ek}$  - диаметр внешней делительной окружности (на дополнительном конусе), м;

$k$  - коэффициент, равный 1,3...1,5 (меньшие значения следует выбирать при расположении колес на валах, близком к симметричному; большие значения - при несимметричном расположении колеса);

$M_k$  - крутящий момент на колесе, МН · м

### **Критерии оценки:**

Правильность расчётов

#### **Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### **Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### **Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### **Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 13

### Составление схемы и карты смазывания для промышленного оборудования

#### **Цель:**

Изучить методику составления карты смазывания

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- Составлять схему карты смазывания.

#### **Материальное обеспечение:**

Раздаточный материал

**Оборудование:** не требуется

#### **Задание**

Изучить методику составления карты смазывания

Составить карту смазывания.

#### **Порядок выполнения задания**

Получить кинематическую схему оборудования у преподавателя;

Определить точки смазывания

Подобрать смазочный материал для точек смазывания:

**Критерии оценивания:** правильность составления карты смазывания

#### **Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

#### **Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

#### **Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

#### **Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения



## Практическая работа № 14

### Разбор и дефектация редуктора

**Цель:** Научится составлять дефектную ведомость и ознакомиться с возможными неполадками цилиндрического редуктора.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

составлять дефектную ведомость;

определять возможные неполадки цилиндрического редуктора.

**Оборудование:** не требуется

#### Теоретические сведения

Большие компании периодически проводят специальные обследования на предмет осмотра и проверки числящегося на балансе оборудования. Для этого отдельным приказом от лица руководителя компании создается **комиссия в количестве от двух человек**. Члены комиссии должны обладать определенным уровнем квалификации, знаниями и навыками, необходимыми для того, чтобы точно определить тип поломки и те действия, которые необходимо предпринять, чтобы исправить оборудование, устройство или какую-либо иную товарно-материальную ценность.

Как правило, членами комиссии становятся специалисты технического отдела, сотрудники бухгалтерии и представители того структурного подразделения, к которому относится поврежденный объект.

#### Порядок проведения процедуры

Исследование является визуальным и достаточно поверхностным, никаких особых экспертиз и глубоких проверок в процессе него не проводится, более тщательный контроль осуществляется только при необходимости.

#### Правила составления дефектной ведомости

На сегодня нет унифицированного образца дефектной ведомости, обязательного к применению, поэтому составляться она может по шаблону, разработанному внутри предприятия и утвержденному в учетной политике фирмы или в свободной форме. Тем не менее, есть ряд значений, которые отразить в ней необходимо. Это:

- название компании,
- дата и номер составления ведомости,
- всё, что касается самого объекта.

К параметрам последнего относится его наименование (оно должно совпадать с тем названием, под которым объект числится на балансе предприятия), выявленные дефекты или поломки, желательно с указанием причин их появления – это входит в компетенцию обслуживающего специалиста, а также работы, которые требуется провести для их устранения

– это часть функционала сотрудника ремонтного цеха (если таковой имеется на предприятии). Данный раздел ведомости должен быть оформлен в виде таблицы.

При необходимости в документ следует внести ссылки на всевозможные приложения (фото и видео свидетельства, дефектный акт и т.п.).

Ошибки, допущенные в ведомости, можно исправлять, аккуратно зачеркнув их и сверху написав корректную информацию, заверенную подписью ответственного лица и поставив дату

исправления. Однако, наиболее предпочтительный способ – при возможности заново составить и подписать документ.

#### Правила оформления документа

Ведомость может быть оформлена на стандартном листе формата А4 или на фирменном бланке организации – это роли не играет, при этом она может быть написана как от руки, так и в печатном виде. Составляется она обычно **в нескольких экземплярах** – по одному для каждой из заинтересованных сторон. Все копии должны быть подписаны членами комиссии, а также утверждены подписью руководителя компании.

Простамповывать ведомость не обязательно, т.к. она относится к внутренней документации фирмы, кроме того, с 2016 года юридические лица законодательно освобождены от обязанности использовать в своей деятельности печати и штампы.

После утраты актуальности, ведомость передается на хранение в архив предприятия, где содержится на протяжении времени, требуемого по закону или установленного внутренними правилами организации.

#### Образец составления дефектной ведомости

1. Вверху слева или справа (это значения не имеет) отводится несколько строк под утверждение руководителем предприятия. Сюда вписываются:

- его должность (директор, генеральный директор),
- фамилия, имя, отчество,
- полное название компании.

2. Затем посередине строки пишется наименование документа и его номер по внутреннему документообороту, ниже – населенный пункт, в котором зарегистрирована фирма, и дата составления ведомости.

3. Далее идет основная часть. Она формируется в виде таблицы,  
○ в первый столбик которой вносится порядковый номер,  
○ во второй – дефекты и повреждения, обнаруженные в ходе обследования,  
○ в третий – требуемые меры по их устранению,  
○ в четвертый – сроки, в которые повреждения должны быть исправлены.

4. В завершение документ подписывают члены комиссии, участвовавшие в осмотре оборудования, устройства или товарно-материальной ценности, с указанием их должностей и расшифровкой автографов.

#### На что обратить внимание при составлении ведомости

Поскольку «дефектовка» является важным документом, имеющим значение для контролирующих органов и для юристов в случае возникновения споров, ее составлению нужно уделить особое внимание.

1. Марка автомобиля, названия деталей, наименование ремонтной организации должны быть приведены без сокращений.

2. Ведомость должна сопровождаться приложениями – документами на приобретение деталей, выполнение отдельных видов работ подрядчиками и т.п.

3. Документ должен быть обязательно заверен подписью ответственного лица, а также руководителя или бухгалтера. Обязательна подпись владельца авто ознакомления.

4. Исправления и ошибки не допускаются.

5. Документ должен иметь номер, который регистрируется в реестре «первички».

Заполнять ведомость следует от руки черной или синей пастой.

Пример составления дефектной ведомости:

Утверждаю Начальник отдела механизации порта " _ " _____ 20__ г.			
Дефектная ведомость			
(наименование и инвентарный номер машины, категория ремонта)			
Наименование составной части и дефекта	Количество	Состав работ по устранению дефекта	Примечание
Редуктор поворота, износ червяка	1	Замена червяка	
Групповой механик _____			
Групповой электромеханик _____			

### Критерии оценки:

Правильность составления дефектной ведомости.

**Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

**Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 15

### Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Смазочные материалы»

**Цель:** дать представление о операциях смазывания.

**Выполнив работу, Вы будете:**

Иметь представление о операциях смазывания.

**Материальное обеспечение:**

Интернет –тренажёр Sike «Слесарь-ремонтник: смазочные материалы (СДО версия)»

**Оборудование:** ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник: смазочные материалы (СДО версия)

**Задание:**

Изучить теоретический материал. Пройти тестирование в программе.

**Критерии оценки:** правильность выполнения итогового тестирования

## Практическая работа № 16

### «Работа в программе Sike «Слесарь – ремонтник» «Редуктора»

**Цель:** дать представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

**Выполнив работу, Вы будете:**

иметь представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

**Материальное обеспечение:**

Интернет –тренажёр Sike «Слесарь-ремонтник: редукторы-общие сведения(СДО версия)»

**Оборудование:** ПК, Электронный курс: Слесарь-ремонтник: редукторы-общие сведения(СДО версия)

**Задание:**

Изучить теоретический материал. Пройти тестирование в программе.

**Критерии оценки:** правильность выполнения итогового тестирования

## Практическая работа № 17

### Работа в программе МУП Общепромышленные редуктора

**Цель:** дать представление о конструкции общепромышленного редуктора.

**Выполнив работу, Вы будете:**

иметь представление о конструкции общепромышленного редуктора

**Материальное обеспечение:**

Программа МУП Общепромышленные редуктора

**Оборудование:** Мультимедийная учебная программа «Общепромышленные редукторы»

**Задание:**

В программе МУП Общепромышленные редуктора произвести он-лайн разбор редуктора по заданию преподавателя

Пройти тестирование

**Критерии оценки:** правильность выполнения итогового тестирования

## Практическая работа № 18

### Метод ультразвуковой дефектоскопии

**Цель:** дать представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при ультразвуковой диагностике.

**Выполнив работу, Вы будете:**

иметь представление о процедурах, выполняемых слесарем-ремонтником при капитальном ремонте редуктора.

**Материальное обеспечение:**

Методические указания и инструкции, поставляемые с оборудованием.

**Оборудование:** Ультразвуковой дефектоскоп

**Задание:**

Изучить теоретический материал. Провести процедуры настройки и поверки ультразвукового дефектоскопа.

**Критерии оценки:** правильность выполнения процедур

**Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

**Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

**Оценка «неудовлетворительно» ставится:**

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

## Практическая работа № 19

### Исследование работы редуктора под нагрузением

**Цель:** Получить практические навыки разборки редуктора; дефектации деталей, сборки и оценки качества редуктора.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

разбирать, собирать редуктор;  
производить дефектацию деталей редуктора.

**Оборудование:** редуктор двухступенчатый (на усмотрение преподавателя может быть заменен на другой тип редуктора); гаечные ключи; щуп, свинцовая проволока для выжимок; съемник механический, микрометр, штангенциркуль и другие инструменты, необходимые для выполнения обмеров.

**Порядок выполнения работы:**

1. Установить редуктор на рабочее место.
2. Разобрать редуктор, замерив толщину прокладок под крышкой и величину запаса на регулировку осевого зазора в конических подшипниках.
3. Произвести подетальную дефектацию, результаты отразить в таблице 1.
4. Собрать редуктор, произведя проверку зубчатого зацепления.

**Краткие теоретические сведения**

Технологический процесс разборки определяется видом ремонта (текущий, средний, капитальный) и конструкцией механизма. Каждому виду ремонта соответствует определенный объем разборочных работ.

В большинстве случаев разборку следует начинать со снятия ограждения, крышек, закрывающих доступ к разбираемым узлам. Затем снимаются цепные и ременные передачи, расчленяются машины на узлы, демонтируются отдельные детали, связанные или крепящие узлы. Узлы снимаются по возможности нерасчлененными, так как их можно разобрать на отдельном рабочем месте. После этого отвинчивают болты, шпильки, гайки, распрессовывают штифты, удаляют шплинты. В первую очередь следует снимать контрольные штифты и шпильки, определяющие первоначальную точность основной детали узла.

Для разборки и сборки редуктора и его узлов необходимо применять специальные инструменты и приспособления.

Перед разборкой редуктора необходимо обеспечить:

- место для укладки деталей;
- измерительный и рабочий инструмент;
- расходный и притирочный материал;
- замерить необходимые зазоры. При разборке редуктора следует: проверить и при необходимости восстановить маркировку деталей;
- снятые узлы и детали тщательно очистить и осмотреть с целью выявления износа, трещин, задиров, следов коррозии и других дефектов.

Для контроля состояния узлов и деталей применяют лупу, мелокеросиновую пробу, дефектоскопию.

При сборке зубчатых колес необходимо обеспечить нормальные боковой и радиальный зазоры для предотвращения заклинивания зубьев вследствие нагрева передачи и правильное зацепление зубьев. Сборку зубчатых передач начинают с проверки взаимного положения валов и осей передачи. Соосность посадочных мест под подшипники валов проверяют линейкой с уровнем (рисунок 1), параллельность валов (межцентровое расстояние) штихмасом.

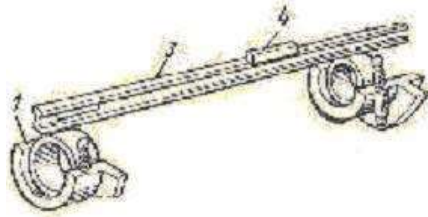


Рисунок 1.

Посадку зубчатых колес на вал производят с небольшим натягом, торцовое биение должно быть в пределах 0,1-0,15 мм. Радиальный и боковой зазоры проверяют с помощью щупа или свинцовой проволоки (рисунок 2).

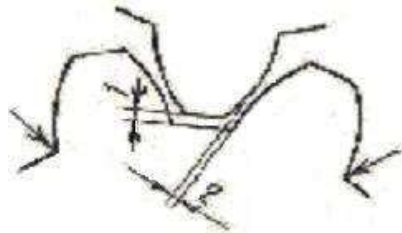


Рисунок 2

Заканчивают проверку зубчатого зацепления осмотром отпечатков краски в местах контакта зубьев.

Не допускается перекоса и перенапряжения деталей.

#### Содержание отчета

1. Наименование, цель работы и применяемое оборудование.
2. Описание редуктора.
3. Результаты измерений занести в таблицу 4.

*Дефектная ведомость на капитальный ремонт редуктора Таблица 1*

Наименование узла, детали	Кол-во деталей	Действительный размер	Описание дефекта	Наименование работ при ремонте	Примечание
1	2	3	4	5	6

4. Дать заключение о состоянии редуктора.

**Критерии оценки:** правильность выполнения процедур

**Оценка «отлично» ставится:**

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

**Оценка «хорошо» ставится:**

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно» ставится:**

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после

наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

***Оценка «неудовлетворительно» ставится:***

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения