



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Ректор ФГБОУ ВО БГТУ**

\_\_\_\_\_ **О.Н. Федонин**

«29» апреля 2022г.

**Методические разработки**  
**по профессиональному модулю**  
**ПМ.03 Организация ремонтных, монтажных и наладочных**  
**работ по промышленному оборудованию**

Специальность:	<b>15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Присваиваемая квалификация:	Техник-механик
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование

Брянск 2022

**Методические разработки  
по профессиональному модулю  
ПМ.03 Организация ремонтных, монтажных и наладочных  
работ по промышленному оборудованию (далее – МР)**

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

Разработали:

преподаватель ПК БГТУ  
преподаватель ПК БГТУ

П.П. Антропов  
В.Е. Грибанов

МР рассмотрены и одобрены на заседании  
предметно-цикловой комиссии «Монтаж и  
техническая эксплуатация промышленного  
оборудования» ПК БГТУ  
от «29» 04 2022г. протокол № 9

Председатель ПЦК

П.П. Антропов

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Антропов П.П., Грибанов В.Е.  
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

**Методические рекомендации по МДК 03.01 Организация ремонтных работ  
по промышленному оборудованию  
Лабораторная работа №1**

**Тема: «Определение вида и характера износа различных деталей».**

**Цель:** привитие практических навыков определения вида и характера износа деталей, установления величины износа.

**1 Материальное обеспечение**

1.1 Набор различных деталей

1.2 Инструмент: микрометры по ГОСТ6507-90;  
Нутромер микрометрический по ГОСТ10-88;  
Штангензубомер ШЗ-18 по ТУ 2-034-601-80;  
Увеличительное стекло (Лупа);  
Угольник поверочный 90° по ГОСТ3749-77.

1.3 Чертежи деталей

1.4 Справочная и техническая литература

**2 Порядок выполнения работы**

2.1 «Разбить» детали на группы по типам.

2.2 Выполнить осмотр деталей, результаты занести в таблицу.

2.3 Выполнить измерение изношенных поверхностей, результаты занести в таблицу.

Таблица Результаты оценки технического состояния деталей  
(дефектации)

№ п/п	Наименование детали	Вид износа	Характер износа	Контролируемые параметры		
				d	D	E <sub>cr</sub> , E <sub>cs</sub>

**Виды и характер износа деталей**

Виды износа различают в соответствии с существующими видами изнашивания--механическое (абразивное, усталостное), коррозионное и др.

Механический износ является результатом действия сил трения при скольжении одной детали по другой. При этом виде износа происходит истирание (срезание) поверхностного слоя металла и искажение геометрических размеров у совместно работающих деталей. Износ этого вида чаще всего возникает при работе таких распространенных сопряжений деталей, как вал - подшипник, станина - стол, поршень - цилиндр и др. Он появляется и при трении качения поверхностей, так как этому виду трения неизбежно сопутствует и трение скольжения, однако в подобных случаях износ бывает очень небольшим.

Степень и характер механического износа деталей зависят от многих факторов: физико-механических свойств верхних слоев металла; условий работы и характера взаимодействия сопрягаемых поверхностей; давления; относительной скорости перемещения; условий смазывания трущихся поверхностей; степени шероховатости последних и др. Наиболее разрушительное действие на детали оказывает абразивное изнашивание, которое наблюдается в тех случаях, когда трущиеся поверхности загрязняются мелкими абразивными и металлическими частицами. Обычно такие частицы попадают на трущиеся поверхности при обработке на станке литых заготовок, в результате изнашивания самих поверхностей, попадания пыли и др. Они длительное время сохраняют свои режущие свойства, образуют на поверхностях деталей царапины, задиры, а также, смешиваясь с грязью, выполняют роль абразивной пасты, в результате действия которой происходит интенсивное притирание и изнашивание сопрягаемых поверхностей. Взаимодействие поверхностей деталей без относительного перемещения вызывает смятие металла, что характерно для шпоночных, шлицевых, резьбовых и других соединений.

Механический износ может вызываться и плохим обслуживанием оборудования, например нарушениями в подаче смазки, недоброкачественным ремонтом и несоблюдением его сроков, мощностной перегрузкой и т. д.

Во время работы многие детали машин (валы, зубья зубчатых колес, шатуны, пружины, подшипники) подвергаются длительному действию переменных динамических нагрузок, которые более отрицательно влияют на прочностные свойства детали, чем нагрузки статические. Усталостный износ является результатом действия на деталь переменных нагрузок, вызывающих усталость материала детали и его разрушение. Валы, пружины и другие детали разрушаются вследствие усталости материала в поперечном сечении. При этом получается характерный вид излома с двумя зонами - зоной развивающихся трещин и зоной, по которой произошел излом. Поверхность первой зоны гладкая, а второй - с раковинами, а иногда зернистая.

Усталостные разрушения материала детали не обязательно должны сразу привести к ее поломке. Возможно также возникновение усталостных трещин, шелушения и других дефектов, которые, однако, опасны, так как вызывают



ускоренный износ детали и механизма. Для предотвращения усталостного разрушения важно правильно выбрать форму поперечного сечения вновь изготавливаемой или ремонтируемой детали: она не должна иметь резких переходов от одного размера к другому. Следует также помнить, что грубо обработанная поверхность, наличие рисок и царапин могут стать причиной возникновения усталостных трещин.

Износ при заедании возникает в результате прилипания («схватывания») одной поверхности к другой. Это явление наблюдается при недостаточной смазке, а также значительном давлении, при котором две сопрягаемые поверхности сближаются настолько плотно, что между ними начинают действовать молекулярные силы, приводящие к их схватыванию.

Коррозионный износ является результатом изнашивания деталей машин и установок, находящихся под непосредственным воздействием воды, воздуха, химических веществ, колебаний температуры. Например, если температура воздуха в производственных помещениях неустойчива, то каждый раз при ее повышении содержащиеся

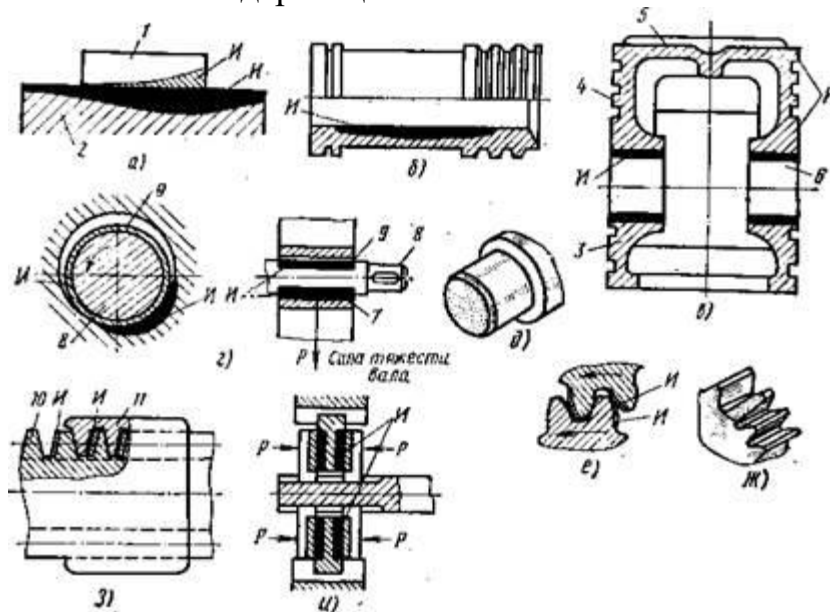


Рисунок 1. Характер механического износа деталей:

А - направляющих станины и стола, б - внутренних поверхностей цилиндра, в - поршня, г, д - вала, е, ж - зубьев колеса, з - резьбы винта и гайки, и - дисковой фрикционной муфты; 1 - стол, 2 - станина, 3 - юбка, 4 -- перемычка, 5 - днище, 6 - отверстие, 7 - подшипник, 8 - шейка вала, 9 - зазор, 10 - винт, И - места износа, Р - действующие усилия

в воздухе водяные пары, соприкасаясь с более холодными металлическими деталями, осаждаются на них в виде конденсата, что вызывает коррозию, т. е. разрушение металла вследствие химических и электрохимических процессов, развивающихся на его поверхности. Под влиянием коррозии в деталях образуются глубокие разъедания, поверхность становится губчатой, теряет

механическую прочность. Эти явления наблюдаются, в частности, у деталей гидравлических прессов и паровых молотов, работающих в среде пара или воды.

Обычно коррозионный износ сопровождается и механическим износом вследствие сопряжения одной детали с другой. В этом случае происходит так называемый коррозионно-механический, т. е. комплексный, износ.

Характер механического износа деталей. Механический износ деталей оборудования может быть полным, если повреждена вся поверхность детали, или местным, если поврежден какой-либо ее участок (рисунок 1, а-и).

В результате износа направляющих станков нарушаются их плоскостность, прямолинейность и параллельность вследствие действия на поверхности скольжения неодинаковых нагрузок. Например, прямолинейные направляющие 2 станка (рис. 1, а) под влиянием больших местных нагрузок приобретают вогнутость в средней части (местный износ), а сопрягаемые с ними короткие направляющие 1 стола становятся выпуклыми.

Цилиндры и гильзы поршней в двигателях, компрессорах, молотах и других машинах изнашиваются тоже неравномерно (рисунок 1,б). Износ происходит на участке движения поршневых колец и проявляется в виде выработки внутренних стенок цилиндра или гильзы. Искажается форма отверстия цилиндра -- образуются отклонения от цилиндричности и круглости (бочкообразность), возникают царапины, задиры \* и другие дефекты. У цилиндров двигателей внутреннего сгорания наибольшему износу подвергается их верхняя часть, испытывающая самые высокие давления и наибольшие температуры. В кузнечнопрессовом оборудовании, наоборот, наибольший износ появляется в нижней части цилиндра - там, где находится поршень во время ударов. Износ поршня (рисунок 1, в) проявляется в истирании и задирах на юбке, изломе перемычек 4 между канавками, появлении трещин в днище 5 и разработке отверстия 6 под поршневой палец.

Износ валов (рисунок 1, г, Д) проявляется возникновением различных дефектов: валы становятся изогнутыми, скрученными, а также изломанными вследствие усталости материала; на их шейках образуются задиры; цилиндрические шейки становятся конусными или бочкообразными. Отклонения от круглости приобретают также отверстия подшипников скольжения и втулок. Неравномерность износа шеек валов и поверхностей отверстий во втулках при вращении вала -- результат действия различных нагрузок в разных направлениях. Если на вал во время вращения действует только сила его тяжести, то износ появляется в нижней части подшипника (см. рисунок 1, г, слева).

В зубчатых передачах наиболее часто изнашиваются зубья: образуются задиры, зубья изменяют свою форму, размеры и выламываются. Поломка зубьев, появление трещин в спицах, ободе и ступице зубчатых колес, износ

посадочных отверстий и шпонок происходит по трем основным причинам: 1) перегрузка зубчатой передачи; 2) попадание в нее посторонних тел; 3) неправильная сборка (например, крепление зубчатых колес на валу с перекосом осей).

Ходовые винты имеют трапецеидальную или прямоугольную резьбу. У винта и его гайки изнашивается резьба, витки становятся тоньше (рисунок 1, 3.). Износ резьбы у винтов, как правило, неравно-

Задир - повреждение поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения. мерный, так как подавляющая часть деталей, обрабатываемых на станках, имеет меньшую длину, чем ходовой винт. Сильнее изнашивается та часть резьбы, которая работает больше. Гайки ходовых винтов изнашиваются быстрее, чем винты. Причины этого таковы: резьбу гаек неудобно очищать от загрязнений; гайки в ряде случаев неудовлетворительно смазываются; у гайки, сопряженной с винтом, участвуют в работе все витки резьбы, тогда как у винта одно-временно работает только небольшая часть его витков, равная числу витков гайки.

У дисковых муфт в результате действия сил трения наибольшему износу подвергаются торцы дисков (рисунок 1, и); их поверхности истираются, на них появляются царапины, задиры, нарушается плоскостность.

В резьбовых соединениях наиболее часто изнашивается профиль резьбы, в результате в них увеличивается зазор. Это наблюдается в

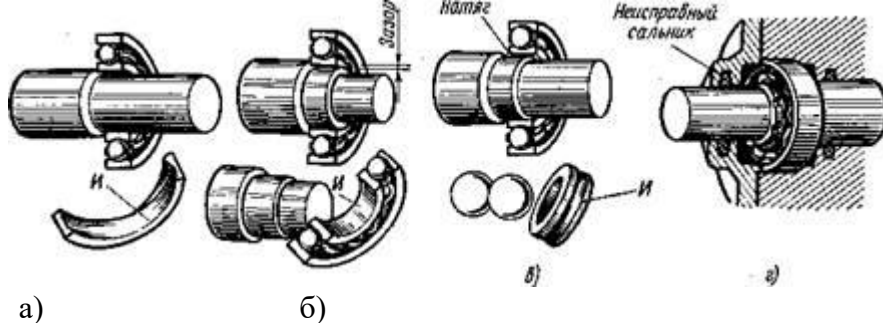


Рисунок 2. Износ подшипников качения:

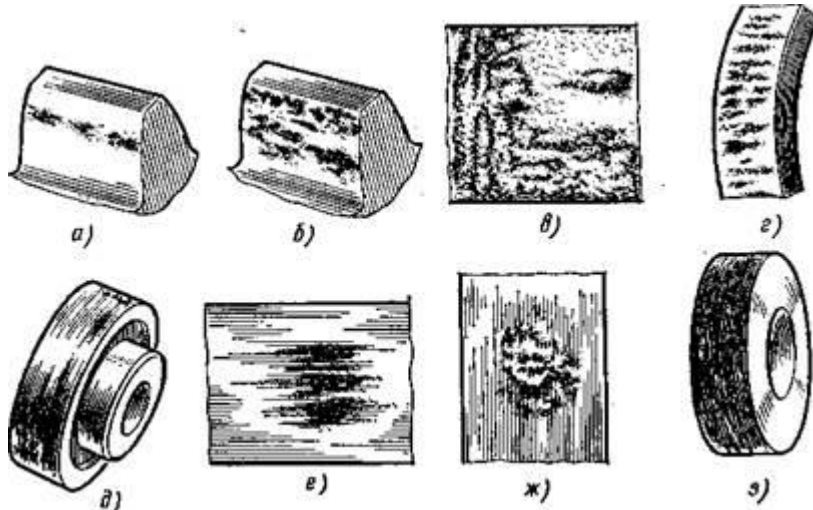
а - вследствие перекоса, б - при проворачивании внутреннего кольца на валу, в - из-за чрезмерного натяга, г - из-за неисправного сальника; И - места износа

сопряжения не только ходовых, но и зажимных, например зажимных винтов часто отвертываемых крепежных болтов. Износ резьбовых соединений - результат недостаточной или, наоборот, чрезмерной затяжки винтов и гаек; особенно интенсивен износ, если работающее соединение воспринимает большие или знакопеременные нагрузки: болты и винты растягиваются, искажаются шаг резьбы и ее профиль, гайка начинает «заедать». В этих случаях возможны аварийные поломки деталей соединения. Грани головок болтов и гаек чаще всего изнашиваются потому, что их отвертывают несоответствующими ключами.

В шпоночных соединениях изнашиваются как шпонки, так и шпоночные пазы. Возможные причины этого явления - ослабление посадки детали на валу, неправильная подгонка шпонки по гнезду.

В подшипниках качения вследствие различных причин (рисунок 2, а-г) износу подвержены рабочие поверхности - на них появляются оспинки, наблюдается шелушение поверхностей беговых дорожек и шариков. Под действием динамических нагрузок происходит их усталостное разрушение; под влиянием излишне плотных посадок подшипников на вал и в корпус шарики и ролики защемляются между кольцами, в результате чего возможны перекосы колец при монтаже и другие нежелательные последствия.

Различные поверхности скольжения также подвержены характерным видам износа (рисунок 3). В процессе эксплуатации зубчатых передач вследствие контактной усталости материала рабочих поверхностей зубьев и под действием касательных напряжений возникает выкрашивание рабочих поверхностей, т. е. отделение частиц мате-



**Рис.3. Характерные виды износа поверхностей скольжения:**

а - выкрашивание, б - отслаивание, в - коррозия, г - эрозия, д - царапины, е - задиры, ж - налипание, з - глубинный вырыв материала и перенос его с другой поверхности трения, приводящее к образованию ямок на поверхности трения (рисунок 3, а). Разрушение рабочих поверхностей зубьев вследствие интенсивного выкрашивания (рисунок 3, б) часто называют отслаиванием (происходит отделение от поверхности трения материала в форме чешуек).

На рисунке 3, в-показана поверхность, разрушенная коррозией. Поверхность чугунного порошкового кольца (рисунок 3, г) повреждена вследствие эрозионного изнашивания, которое происходит при движении поршня в цилиндре относительно жидкости; находящиеся в жидкости пузырьки газа лопаются вблизи поверхности поршня, что создает местное повышение давления или температуры и вызывает износ деталей. На поверхности тормозного барабана (рисунок 3, д) показаны риски, которые появляются при воздействии на вращающийся барабан твердого тела или твердых частиц.

Задиры (рисунок 3, е) образуются в результате схватывания поверхностей при трении вследствие действия между ними молекулярных сил. На рисунке 3, ж показана рабочая поверхность детали с налипшими на нее посторонними частицами, а на рис. 3, з- поверхность детали с износом при заедании в результате схватывания - глубинного вырыв материала и переноса его с другой поверхности трения.

## Практическое занятие №1

### Тема: Определение ремонтной сложности заданного оборудования

**Цель:** приобретение практических навыков выполнения практических расчетов, связанных с ремонтом оборудования и ремонтными работами, самостоятельной работы с технической и справочной литературой.

#### 1 Материальное обеспечение

1.1 Инструкция к практической работе

1.2 Техническая и справочная литература

1.2.1 Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. Методы профилактики и ремонта ПО-М.: Академия 2010.(Л-1)

1.2.2 Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования.-М.:Машиностроение,1988 (Л-2)

#### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Сообщение темы, плана, постановка цели урока

2.2 Индивидуальное задание для выполнения работы.

2.3. Порядок выполнения расчетов

2.3.1 Определение ремонтоспособности заданного оборудования по таблицам (Л-2,с.300...607)

$R_{m1} =$

$R_{m2} =$

$R_{m3} =$

2.3.2 Определение структуры ремонтного цикла (Л-1,с13,табл.1) Станок.

2.3.3 Определение трудоемкости ремонта механической части по видам работ для каждого станка (Л-1,с.15,табл 2) Станок

Наименование работ	Капитальный ремонт	Текущий ремонт	Осмотр	Осмотр перед капитальным ремонтом
На изготовление заменяемых деталей				
На восстановление деталей				
На разработку, сборку пригонку и д.р.				
Всего				

### 3 Индивидуальное задание

На участке механической обработки имеется следующее оборудование (станки)

Номер по журналу	Модели станков					
1...5	16K20	1510	2620Г	2Н53	6Н82Г	
6...10	16Е20	1512	2Б635	2Д58	6Б80	
11..	1И61	1553	2630	2М55	6Н12П	

## **Практическое занятие №2**

**Тема: Разработка технологического процесса восстановления деталей механической и слесарной обработкой**

**Цель:** привитие практических навыков работы по составлению и выполнению технологического процесса отдельных операций ремонтных работ; самостоятельной работы с технической и справочной литературой.

### **1. Материальное обеспечение**

1.1. Инструкция к практической работе.

1.2. Техническая и справочная литература

1.2.1. Воронкин Ю.Н. Поздняков Н.В. «Методы профилактики и ремонта технологического оборудования» - М.: Академия 2010 год.

1.2.2. Гельберг Г.Б., Пекелис Г.Д. «Ремонт промышленного оборудования» - М.: Высшая школа 1988год.

1.2.3. Галай Е.И., Каверин В.В., Колядко И.А. «Монтаж и ремонт подъемно-транспортных машин» - М.: Москва, Машиностроение 1991 год.

### **2. Порядок выполнения работы**

2.1. Сообщение темы, плана постановка цели урока.

2.2. Конспектирование вариантов технологической последовательности восстановления деталей слесарно-механическим способом.

2.3. Зарисовать схему выполнения операции восстановления слесарно-механическим способом на различном оборудовании, установках, рабочих местах и видах восстановления, пластическое деформирование, механическая обработка...).

2.4. «Разбить» технологическую последовательность выполнения процесса восстановления слесарно-механическими способами на операции согласно рабочим местам выполнения отдельных элементов процесса слесарно-механическими способами.

2.5. Записать технологический процесс восстановления детали слесарно-механическими способами в соответствии с требованием ЕСКД, выделяя операции и краткое их содержание.

### **3. Восстановление детали механической обработкой**



Сущность этого способа заключается в том, что восстанавливают (исправляют) геометрическую форму ремонтируемой сопрягаемой детали снятием минимального слоя металла с ее изношенных поверхностей до удаления следов износа без сохранения первоначальных размеров детали. Сопряжение деталей затем восстанавливают введением готовой или изготовленной заново детали компенсатора, обеспечивая первоначальные (номинальные) посадки. Применение данного метода восстановления изношенных деталей связано с понятием ремонтного размера.

Ремонтным называют размер, до которого производится обработка изношенной поверхности при восстановлении детали. Различают свободные и регламентированные ремонтные размеры.

Свободным называют размер, величина которого не устанавливается заранее, а получается непосредственно в процессе обработки, т.е. наибольший для вала и наименьший для отверстия размер, при котором в результате обработки следы износа оказываются устраненными, а форма детали восстановленной. К полученному свободному ремонтному размеру подгоняют соответствующий размер сопряженной детали методом индивидуальной пригонки. Недостатком системы свободных ремонтных размеров является невозможность заранее изготовить в окончательно обработанном виде запасные детали, которые можно было бы быстро поставить в машину без пригоночных работ.

Регламентированный ремонтный размер – это заранее установленный размер, до которого ведут обработку изношенной поверхности при ее исправлении. Система регламентированных ремонтных размеров создает условия для применения метода взаимозаменяемости при ремонте и обеспечивает ускорение ремонта. Запасные детали в условиях применения этой системы можно изготавливать заранее.

Основными данными при расчете ремонтных размеров и составлении шкалы для каждой пары сопрягаемых деталей служат величина допустимого износа за межремонтный период и припуск на обработку. Конечный ремонтный размер устанавливают исходя из условий прочности, долговечности и конструктивных особенностей сопрягаемых деталей.

Некоторые детали или их элементы невозможно восстановить до прежних размеров, а в ряде случаев процесс восстановления экономически нецелесообразен. При этих условиях ремонт осуществляют методом ремонтных размеров. Чаще всего этот метод применяют для сопрягаемых деталей типа вал–втулка. В этом случае из двух сопрягаемых деталей ремонтируют одну (дорогостоящую или металлоемкую) другую изготавливают заново. Перевод ремонтируемой детали на ремонтный размер в некоторых случаях можно осуществлять до четырех раз. Ремонтные размеры для часто ремонтируемых деталей обычно рассчитывают заранее или в процессе ремонта. При переводе деталей на следующий ремонтный размер диаметр ремонтируемого вала

постепенно уменьшается, а диаметр отверстия ремонтируемой детали увеличивается (рис. 1).

очередной ремонтный размер  $d_{pn}$ , (мм) ремонтируемого вала определяют по формуле

$$d_{pn} = d_n - 2n_B(\delta'_B + \delta''_B),$$

где  $d_n$  – номинальный диаметр вала новой детали, мм;  $n_B$  – порядковый номер ремонтного размера вала;  $\delta'_B$  – допустимый износ вала (на одну сторону) за межремонтный период, мм;  $\delta''_B$  – припуск на механическую обработку вала за один ремонт (на одну сторону); мм.

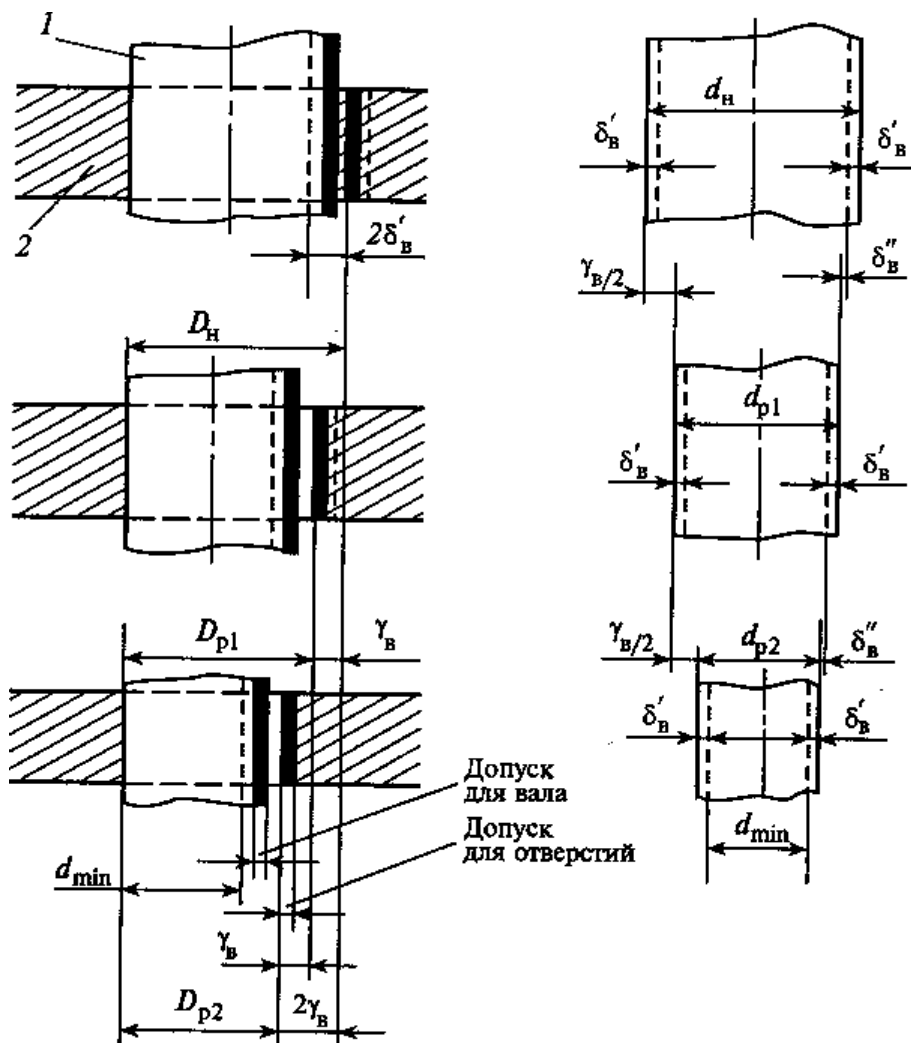


Рис. 30. Схема ремонтных размеров:

1 – ремонтируемая деталь; 2 – изготавливаемая деталь

Ремонтный интервал для диаметра вала

$$B = 2\delta'_B + 2\delta''_B \text{ или } B = 2(\delta'_B + \delta''_B),$$

При расчете ремонтного размера отверстия следует учитывать, что при ремонте детали отверстие увеличивается. Поэтому формула для определения ремонтного размера отверстия будет иметь вид:

$$D_{pn} = D_n - n_B \gamma_B,$$

где  $D_n$  – номинальный диаметр отверстия новой детали, мм;  $n_B$  – порядковый номер ремонтного размера отверстия;  $\gamma_B$  – ремонтный интервал для диаметра отверстия, мм.

Число ремонтных размеров устанавливают исходя из предельно допустимого размера сопрягаемых элементов деталей, т.е. минимального диаметра ремонтируемого вала  $d_{\min}$  и максимального диаметра ремонтируемого отверстия  $D_{\max}$ . Величины  $d_{\min}$  и  $D_{\max}$  находят аналитическим путем исходя из расчета на прочность и конструктивных особенностей детали.

Чтобы рассчитать число ремонтных размеров, используют формулы:  
для вала

$$n_{p.B} = \frac{d_n - d_{\min} - 2\delta'_B}{\gamma_B},$$

где  $n_{p.B}$  – ремонтный интервал размеров для вала, мм.  
для отверстия

$$n_{p.B} = \frac{D_n - D_{\max} - 2\delta'_B}{\gamma_B},$$

где  $n_{p.B}$  – ремонтный интервал размеров для отверстия, мм.

Между первоначальными диаметрами  $D_n$  и  $d_n$  и предельными диаметрами  $D_{\max}$  и  $d_{\min}$  устанавливаются промежуточные ремонтные.

Таблица 1 Зависимость для определения промежуточных ремонтных размеров

Для вала	Для отверстия
$d_{p1} = d_n - \gamma_B$	$D_{p1} = D_n - \gamma_B$
$d_{p2} = d_n - 2\gamma_B$	$D_{p2} = D_n - 2\gamma_B$
$d_{p3} = d_n - 3\gamma_B$	$D_{p3} = D_n - 3\gamma_B$
$d_{pn} = d_n - n\gamma_B$	$D_{pn} = D_n - n\gamma_B$

**Отчет**  
**по практическому занятию №2**  
**Разработать технологический процесс восстановления механической**  
**обработкой и слесарной обработкой**

- 1 Конспектирование вариантов технологической последовательности восстановления деталей слесарно-механическими способами.
- 2 Выполнить схему операции восстановления слесарно-механическими способами.
- 3 «Разбить» технологическую последовательность выполнения процесса восстановления слесарно-механическим способами на операции.
- 4 Разработать технологический процесс восстановления детали слесарно-механическими способами в соответствии с требованием ЕСКД, выделяя операции и краткое их содержание.

Таблица 1 Технологический процесс восстановления деталей слесарно-механическими способами

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Оборудование, приспособление, инструменты	Примечание

## **Практическое занятие №4**

### **Тема: «Ручная электродуговая сварка и наплавка»**

Цель: привитие практических навыков определения подготовительных работ при ручной электродуговой сварке и наплавке, выбора оборудования и параметров режима сварки и наплавки.

#### **1 Материальное обеспечение**

1.1 Инструкция к практической работе.

1.2 Чертежи деталей.

1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### **2 Порядок выполнения работы**

2.1 Выполнить описание восстановления детали ручной электродуговой сваркой и наплавкой.

2.2 Определить характер подготовительных работ для сварки и наплавки.

2.3 Выбрать оборудование для ручной электродуговой сварки и наплавки.

2.4 Выбрать параметры режима сварки и наплавки.

#### **3 Теоретические предпосылки работы**

### **Ручная электродуговая сварка и наплавка**

Общие сведения. В 1802 г. русский физик В. В. Петров первым в мире открыл явление дугового разряда и возможность использовать его для расплавления металла. В 1882 г. русский инженер Н. Н. Бенардос изобрел способ дуговой сварки с применением угольного электрода. Один провод электросварочной цепи присоединяется к свариваемому металлу, другой — к держателю с угольным неплавящимся электродом. Чтобы образовать сварной

шов или наплавленный слой, в дугу вводят присадочный металлический пруток. Для сварки угольным электродом требуется только постоянный ток и применение присадочного прутка. Это усложняет процесс, и особенно широкого распространения такой вид сварки не получил. Его применяют при сварке чугуна, цветных металлов, при наплавке твердыми сплавами и электродуговой резке.

В 1888 г. русский инженер Н. Г. Славянов изобрел дуговую сварку плавящимся металлическим электродом. Процесс значительно упростился, его начали применять более широко. Для получения электросварочной дуги используют постоянный и переменный ток. Этим способом можно сваривать и наплавлять углеродистые и легированные стали всех марок толщиной от 1 мм и выше, чугуны и цветные металлы, а также наплавлять твердые сплавы.

Горение любой сварочной дуги сопровождается выделением большого количества теплоты. Температура дуги на оси газового столба достигает  $6000...7500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на участках поверхности угольных электродов (пятнах электродов) —  $3000...4000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , стальных —  $2200...2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При сварке на постоянном токе угольными электродами температура дуги на аноде достигает  $4000\text{ }^{\circ}\text{C}$  и на катоде  $3200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при использовании стальных электродов — на аноде  $2600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на катоде  $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому при сварке тонкого или легкоплавкого металла, а также чувствительных к перегреву высокоуглеродистых, нержавеющих и легированных сталей электрическую дугу питают током обратной полярности, то есть минус источника тока подключают к

к

изделию.

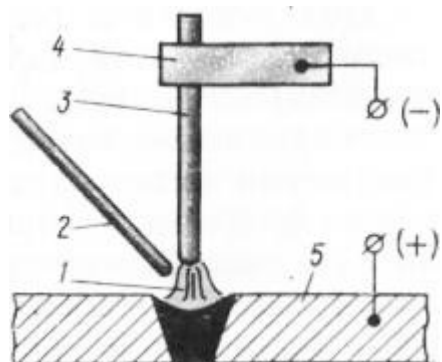


Рисунок 1. Схема сварки по способу Бенардоса Н. Н.: 1 — электрическая дуга; 2 — присадочный пруток; 3 — угольный электрод; 4 — держатель; 5 — свариваемый металл.

Температура дуги зависит от силы тока, приходящейся на единицу площади поперечного сечения электрода, — плотности тока. Чем она больше, тем выше температура дуги. При ручной дуговой сварке плавящимся электродом плотность тока от 10 до  $20\text{ А/мм}^2$  и напряжение  $18...20\text{ В}$ .

В ремонтной практике для сварочных работ используют переменный и постоянный ток. Сварочная дуга на переменном токе малой плотности горит

неустойчиво. Чтобы повысить стабильность дуги, увеличивают плотность тока. По этой причине при сварке мелких деталей возрастает опасность их прожигания, однако из-за простоты источников питания сварку на переменном токе применяют достаточно широко. При сварке на постоянном токе дуга горит стабильно. Это позволяет использовать малые токи и сваривать тонкие детали, а кроме того, можно изменять полярность тока. Поэтому, несмотря на более сложное и дорогое оборудование источников питания, постоянный ток применяют в практике все шире.

Коэффициент наплавки зависит от присадочного материала, материала электродов и состава их покрытия, рода и полярности тока, а также от потерь при сварке. Для различных условий коэффициент наплавки находят опытным путем. При ручной сварке он колеблется в пределах от 6 до 18 г/ (А • ч) или составляет в среднем 8...12 г/ (А • ч).

Под действием высокой температуры в зоне сварки молекулы кислорода и азота, попадающие из воздуха, частично распадаются на атомы. Кислород образует оксиды железа и способствует выгоранию ценных легирующих элементов (марганца, кремния и др.), тем самым резко ухудшая свойства наплавленного слоя. Азот образует нитриды, которые увеличивают твердость, снижают пластичность и способствуют образованию коробления и трещин. Водород, попадающий в зону сварки из влаги и ржавчины, способствует образованию пор и трещин. Чтобы уменьшить вредное воздействие этих элементов, место сварки зачищают, а зону сварки защищают нейтральными газами и шлаками.

Сварочная проволока и электроды. Качество наплавленного материала и производительность процесса сварки или наплавки во многом определяются материалом электродов и их покрытиям. В зависимости от способа сварки применяют сварочную проволоку, плавящиеся и неплавящиеся электродные стержни, пластины и ленты. Наибольшее применение в качестве электродного материала находит выпускаемая промышленностью электродная сварочная проволока. При механизированных способах сварки ее используют без покрытия, а для ручной дуговой сварки проволоку рубят на стержни длиной 350...400 мм и на их поверхность наносят покрытие. Плавящийся стержень с нанесенным на его поверхность покрытием называют сварочным электродом.

Стальная сварочная проволока изготавливается диаметром от 0,3 до 12 мм. В зависимости от химического состава стальную сварочную проволоку разделяют на низкоуглеродистую, легированную и высоколегированную.

Низкоуглеродистые проволоки Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-ЮГА и другие — всего шесть марок, содержащие не более 0,12% углерода, предназначены для сварки мало- и среднеуглеродистых, а также некоторых низколегированных сталей.

Легированные проволоки Св-08Г2С, Св-08ХН2М, Св-08ХГСМФА и другие включают в себя до шести легирующих элементов с их общим

содержанием не более 6%. Эти проволоки применяют для сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей. Проволоки марок Св-15ГСТЮЦА и Св-20ГСТЮА можно использовать для изготовления стержней и применять при сварке без дополнительной защиты.

Высоколегированные проволоки Св-12Х13, Св-06Х19М9Т и другие — всего 41 марка — содержат в своем составе легирующих элементов более 6%. Эти проволоки применяют для сварки нержавеющей, жаростойких и других специальных сталей.

Сварочные электроды выпускаются промышленностью как плавящиеся, так и неплавящиеся. Угольные неплавящиеся электроды изготавливают в виде стержней длиной до 300 мм и диаметром от 6 до 30 мм. Плавящиеся электроды, занимающие ведущее место в сварке, выпускают покрытыми различными элементами для защиты зоны сварки. По своему назначению покрытия электродов делят на стабилизирующие, или тонкие, и качественные, или толстые.

Стабилизирующие покрытия содержат вещества, атомы которых легко ионизируются и поддерживают устойчивое горение дуги, а также облегчают ее возбуждение, особенно при сварке на переменном токе. Лучше всего ионизируются пары калия, а также кальция, который входит в состав мрамора и мела в виде углекислого кальция  $\text{CaCO}_3$ . Наиболее простое и распространенное стабилизирующее покрытие — меловое: на 15...20 частей по массе натрового жидкого стекла берут 80...85 частей мела. Покрытие наносят на электрод тонким слоем — 0,1—0,3 мм, и оно составляет 1...2% от массы электрода. Стабилизирующие покрытия не защищают наплавляемый металл от кислорода и азота воздуха, поэтому сварной шов получается сравнительно хрупким, со многими посторонними включениями.

Качественные защитные покрытия предохраняют наплавленный слой от кислорода и азота окружающего воздуха, а легирующие элементы, входящие в состав покрытия, позволяют получить сварной шов, не уступающий по механическим свойствам основному металлу, а иногда и превосходящий его. Эти покрытия наносят на электрод слоем 0,7...2,5 мм, и они составляют 30...75% массы электрода.

Электроды в зависимости от отношения наружного диаметра  $D$  к диаметру его стержня  $d_3$  подразделяют на несколько групп: М — с тонким покрытием ( $D:d_3 \wedge 1,2$ ), С — со средним покрытием ( $D:d_3 \wedge 1,45$ ), Д — с толстым покрытием ( $D:d_3 \wedge 1,80$ ), Г — с особо толстым покрытием ( $D:d_3 > 1,80$ ).

Защитные качественные покрытия по составу основных входящих в них веществ делят на группы: А — с кислым покрытием; Б — с основным покрытием; Ц — с целлюлозным покрытием; Р — с рутиловым покрытием; П — с покрытием прочих видов.



В соответствии с ГОСТ 9467—75 электроды для ручной дуговой сварки подразделяют на несколько типов, в каждый из которых входит несколько марок, обеспечивающих определенное качество сварочного шва.

Электроды типа Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50 и Э50А (марки АНО-1, АНО-5, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др.) предназначены для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа. Буква А указывает на то, что электрод дает сварочный шов повышенного качества по пластичности и ударной вязкости.

Электроды типа Э55 и Э60 (марки УОНИ-13/55У и УОНИ-13/65) используют для сварки сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа.

Электроды типа Э70, Э85, Э100 и Э150 (марки УОНИ-13/85, НИАТ-3, НИАТ-3М и др.) используют для сварки сталей высокой прочности с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа.

Электроды типа Э-09МХ, Э-09Х1МФ, Э-10Х3М16Ф и другие предназначены для сварки легированных высококачественных и теплоустойчивых сталей. К этим типам относят электроды марок ЦЛ-55, ЦЛ-20, ЦЛ-36, ЦЛ-26М и др.

Электроды типа Э-10Г2, Э-12Г4, Э-30Г2ХМ и другие (марки ОЗН-300У, ОЗН-400У и др.) используют преимущественно для наплавки деталей, работающих в тяжелых условиях ударных нагрузок и повышенного износа.

Выбор электродов и рода тока зависит от толщины и химического состава свариваемого материала, от конфигурации детали, расположения накладываемых швов и других факторов. Поэтому марку электрода в каждом конкретном случае должен выбирать квалифицированный специалист по сварке. Общие же положения по выбору электродов, силы и рода тока можно свести к следующему.

Детали толщиной более 5 мм хорошо сваривать на переменном токе. Стальные детали толщиной менее 5 мм, а также чугун и цветные металлы лучше варить на постоянном токе. При сварке на постоянном токе стабильно горение дуги на малых токах и, кроме того, можно маневрировать полярностью тока. Если сваривают тонкие детали, то, чтобы избежать прожога, их подключают к катоду (на минус), а электрод — к аноду (на плюс). При сварке толстых деталей анод подключают к детали, а катод — к электроду.

Толщину стержня электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемой детали. Для сварки металла большей толщины берут электрод с более толстым стержнем и, наоборот, тонкие детали сваривают более тонким стержнем электрода. В ремонтной практике используют преимущественно электроды со стержнем диаметром от 2 до 5 мм.

Аргонно-дуговая сварка — разновидность сварки в инертных газах. Сущность ее заключается в том, что зону сварки и электрод защищают от воздуха аргоном, гелием или их смесями. Инертные газы хорошо ионизируются

и создают условия для устойчивого горения дуги. Так как из инертных газов наибольшее распространение получил аргон, сварку называют аргонно-дуговой.

Преимущества такой сварки: надежная защита зоны сварки от действия кислорода и азота окружающего воздуха, более высокая производительность сварки из-за большей тепловой мощности дуги и, самое главное, возможность сварки многих трудносваривающихся металлов и сплавов, в том числе разнородных. Этим способом сваривают нержавеющие стали, алюминий и его сплавы, магнитные и жаропрочные сплавы, титан, медь, латунь, бронзу и другие металлы. При данной сварке используют неплавящиеся и плавящиеся электроды.

В качестве неплавящихся электродов применяют вольфрамовые стержни диаметром от 0,8 до 6 мм или такие же стержни с добавками оксида циркония, лантана или тория, которые более стойкие, чем чисто вольфрамовые. Присадочный материал в виде проволоки направляют в зону сварки вручную или специальным подающим механизмом. Сварку ведут на постоянном и переменном токе.

Горелки ручной аргонно-дуговой сварки неплавящимся вольфрамовым электродом состоят из головки и корпуса, к которому присоединен кабель с шлангом для аргона и токопроводом воздушного или водяного охлаждения. Вольфрамовый электрод закреплен под колпаком. Сопло служит для формирования потока защитного газа вокруг зоны сварки. При механизированной подаче присадочного материала проволоку в гибком шланге крепят к корпусу горелки.

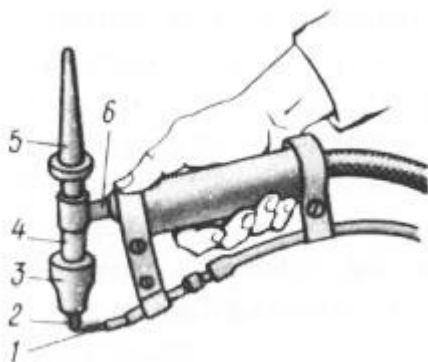


Рисунок 2. Горелка для аргонно-дуговой сварки не плавящимся электродом:

1 — проволока; 2 — вольфрамовый электрод; 3 — сопло; 4 — головка; 5 — колпак; 6 — корпус.

Для сварки цветных металлов и легированных сталей толщиной до 2,5 мм используют горелки ЭЗР-3-66 с естественным воздушным охлаждением. Для сварки крупных деталей из чугуна и легированных сталей применяют горелки с водяным охлаждением типа ГНР-160, ГНР-315 и др.

Источники питания током. На ремонтных предприятиях в качестве источников питания током при электродуговой сварке широко используют сварочные трансформаторы, преобразователи и выпрямители. Все источники питания снабжены устройством для регулировки тока.

Сварочные трансформаторы используют для питания сварочной дуги переменным током. Применяются трансформаторы СТН-350, СТН-500, ТСК-300, ТСМ-500, ТД-300 и ТД-500. Цифры в марке трансформатора указывают значение номинального тока. Лучшие — трансформаторы последних моделей типа ТД. Они могут работать в двух диапазонах малых токов, но с повышенным напряжением холостого хода.

Сварочные преобразователи используют для питания сварочной дуги постоянным током. Преобразователь чаще всего состоит из генератора постоянного тока и электродвигателя, смонтированных на одной раме. Якорь генератора и ротор электродвигателя обычно размещены на одном валу и снабжены вентилятором для охлаждения во время работы.

## **Практическое занятие №5**

### **Тема: «Ручная газовая сварка и наплавка»**

Цель: привитие практических навыков применения ручной газовой сварки и наплавки для деталей из различных материалов, выбора мощности сварочной горелки и флюса.

#### **1 Материальное обеспечение**

- 1.1 Инструкция к практическому занятию.
- 1.2 Чертежи деталей.
- 1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч.Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /[А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### **2 Порядок выполнения работы**

- 2.1 Выполнить описание восстановления детали ручной газовой сваркой и наплавкой.
- 2.2 Выбрать мощность сварочной горелки.
- 2.3 Выбрать присадочный материал (флюс).

## РУЧНЫЕ ДУГОВАЯ И ГАЗОВАЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ ПРИ РЕМОНТЕ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Классификация видов сварки. Сварка — получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании» (ГОСТ 2601—84).

Наплавка — нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия (ГОСТ 2601—84).

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии. Основными источниками теплоты при сварке плавлением являются: электрическая дуга, газовое пламя, электромагнитное поле, лучевые источники энергии. Источники теплоты этого класса сварки характеризуются наименьшей площадью нагрева (пятно нагрева) и наибольшей поверхностной плотностью потока энергии в пятне нагрева (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики источников теплоты термического класса сварки

Источник нагрева	Наименьшая площадь нагрева, см <sup>2</sup>	Наибольшая плотность потока энергии, Вт/см <sup>2</sup>
Газовое пламя	МО <sup>“2</sup>	5-10 <sup>4</sup>
Электрическая дуга	МО- <sup>3</sup>	МО <sup>5</sup>

Окончание таблицы 3.2

Источник нагрева	Наименьшая площадь нагрева, см <sup>2</sup>	Наибольшая плотность потока энергии, Вт/см <sup>2</sup>
Плазма	МО <sup>“6</sup>	МО <sup>7</sup>
Электронный луч	МО <sup>“7</sup>	МО <sup>8</sup>
Фотонный	МО- <sup>8</sup>	МО <sup>9</sup>

К термомеханическому классу относятся такие виды сварки, при которых используется тепловая энергия и давление: электроконтактная, диффузионная и прессовая.

К механическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления (трением, взрывом, давлением).

Наибольшее применение в ремонтном производстве получила сварка плавлением электрической дугой и газовым пламенем, поэтому более подробно рассмотрим эти виды сварки.

При всех видах сварки и наплавки плавлением в металле шва происходят явления, отрицательно влияющие на его свойства: изменяется химический состав металла, происходят изменения его структуры, а также деформация детали вследствие образования внутренних напряжений.

Изменение химического состава металла шва происходит в результате окисления или сгорания отдельных компонентов материала шва, испарения некоторых компонентов и поглощения газов сварочной ванны.

Окисление металла при сварке происходит во всех случаях нагрева, главным образом за счет кислорода, имеющегося в атмосфере сварки. При этом в первую очередь сгорают те компоненты сплава, которые имеют наибольшее химическое сродство с кислородом. В сталях, например, в первую очередь окисляются углерод, кремний, марганец, хром и некоторые элементы, более активные по отношению к кислороду, чем железо. Это приводит к обеднению материала шва легирующими составляющими и снижению его механических и коррозионных свойств. С увеличением содержания оксидов пределы прочности и текучести, ударная вязкость, пластичность, усталостная прочность и коррозионная стойкость снижаются, у шва появляются хладноломкость и красноломкость. Если при сгорании легирующих элементов образуются газообразные оксиды (например,  $\text{CO}$ ), то шов получается пористым. Температура пламени газовой горелки доходит до  $3150^{\circ}\text{C}$ , а электрической дуги изменяется от  $5000$  до  $15\,000^{\circ}\text{C}$ . Температура сварочной ванны колеблется в широких пределах: от температуры плавления свариваемых металлов до их кипения. Для стали температура ванны часто превышает  $2000^{\circ}\text{C}$ . Такая температура хотя и действует кратковременно, может привести к испарению компонентов, кипящих при более низкой температуре, чем основа сплава, вследствие чего сварочная ванна может обедняться легирующими элементами. В сталях такими компонентами являются марганец, хром и в некоторой степени — кремний.

Поглощение газа материалом шва также имеет существенное значение при сварке плавлением. В шов попадают главным образом кислород, азот и водород. Наличие кислорода в металле в виде твердого раствора или

механических включений, а также в виде химических соединений резко снижает механические свойства шва — прочность, пластичность и ударную вязкость.

С увеличением содержания азота в стали ее прочность и твердость возрастают, а пластические свойства (удлинение, ударная вязкость), наоборот, снижаются.

Диффузия водорода создает напряженное состояние металла и вызывает появление в нем микроскопических трещин.

Источником газов при сварке могут служить атмосфера, окружающая сварочную ванну, а также различные химические реакции, которые имеют место при сварке.

Структура металла шва при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей может состоять из феррита, перлита, мартенсита, бейнита и остаточного аустенита. Последовательность структур для сталей, содержащих 0,35% углерода, можно представить как последовательность следующих участков (рисунок 3.13): литого (расплавленного) металла, оплавления (1), перегрева (2), нормализации (3), неполной фазовой рекристаллизации (4), рекристаллизации (5) и синеломкости (6).

Участок расплавленного металла имеет характерное дендритное строение, причем в верхней средней части сварочной ванны его структура заметно округляется вследствие перегрева. Механические свойства литого металла низки из-за грубозернистой структуры. Наличие газовых пор и шлаковых включений (вследствие нарушений режима сварки) дополнительно снижает механические свойства шва.

На участке расплавления происходит частичное расплавление металла детали. Механические свойства этой зоны низкие, для нее характерны наличие внутренних напряжений. Это участок переходный от расплавленного металла к основному. На этом участке происходит образование соединения и проходит граница сплавления, он представляет собой очень узкую область (0,1—0,4 мм) основного металла, нагретого до частичного расплавления зерен. Здесь наблюдается значительный рост зерен, скопление примесей, поэтому этот участок обычно является наиболее слабым местом сварного соединения с пониженной прочностью и пластичностью. Температура участка составляет 1530—1470°C.

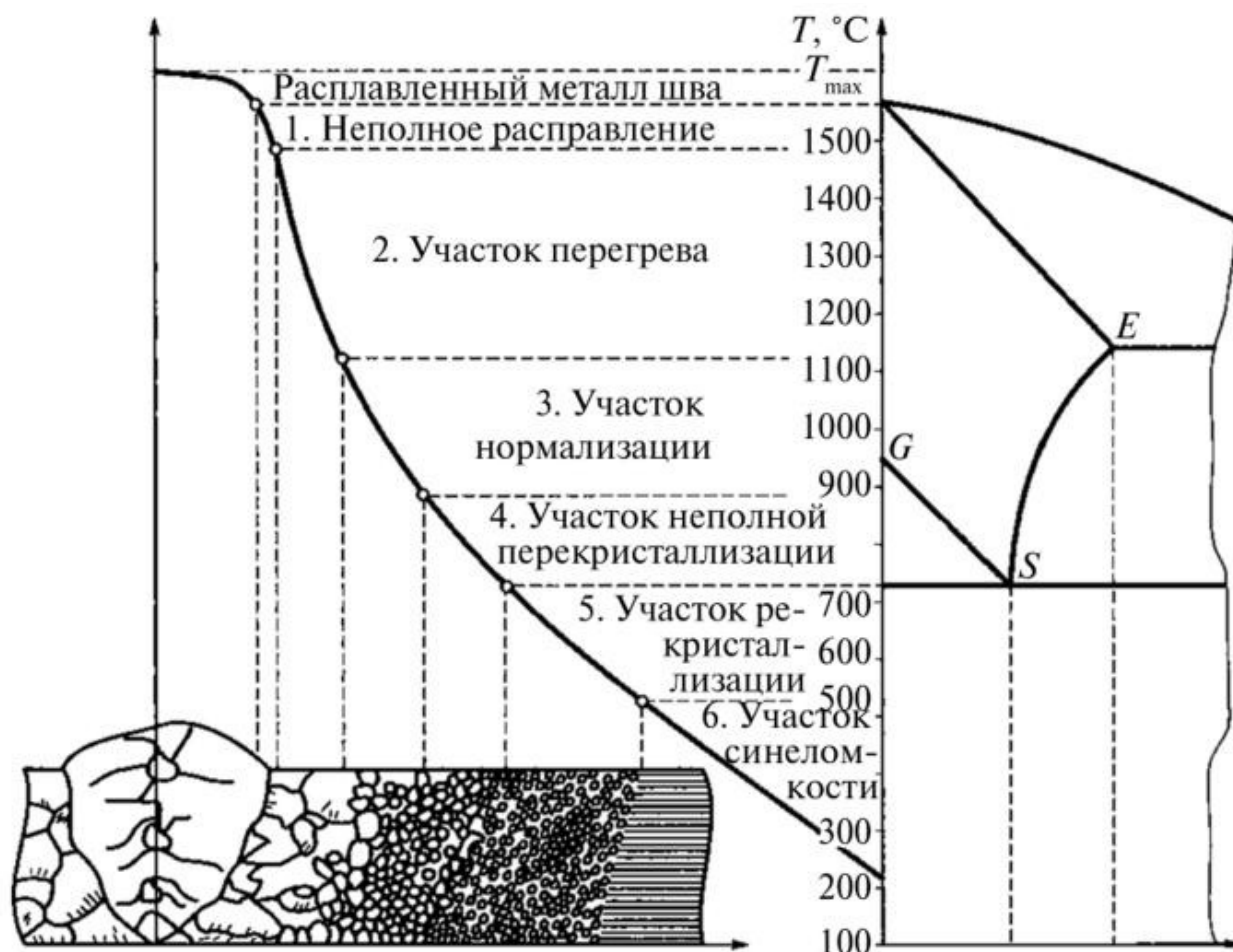


Рисунок 1. Термический цикл сварного соединения низкоуглеродистой стали при однопроводной сварке

Участок перегрева охватывает полосу металла с термическим влиянием от температуры плавления до температуры 1000—1100°C. При этих температурах происходит интенсивная собирательная рекристаллизация аустенита, что приводит к возникновению грубозернистой ферритно-перлитной структуры. Механические свойства этой зоны также недостаточно высоки, особенно вязкостные характеристики. Участок нормализации в нагретом состоянии имеет аустенитную структуру. При охлаждении он становится мелкой ферритно-перлитной смесью. Такая структура, характерная для нормализованной стали, имеет хорошие механические свойства.

Участок неполной фазовой перекристаллизации лежит в интервале ферритно-аустенитного превращения. При этих температурах аустенитное превращение успевает пройти не весь феррит, а лишь некоторую его часть (тем меньшая, чем ниже температура). Перлит же переходит в аустенит полностью уже при температуре ниже границы интервала (727°C). После охлаждения структура стали имеет резкую неоднородность по размерам зерен. В то время как обратный распад аустенита дает мелкозернистую структуру, зерна феррита, не подвергавшиеся превращению в ходе нагрева, вырастают за счет

собирающей рекристаллизации до значительных размеров. Неоднородность структуры приводит к ухудшению механических свойств металла, в первую очередь вязкостно-пластических.

Участок рекристаллизации охватывает температурный интервал от 450—500 до 727°C. В этом случае происходит снижение прочностных и повышение вязкостно-пластических характеристик металла.

При механических испытаниях сварных соединений разрушение бездефектного сварного шва происходит, как правило, по участку неполной перекристаллизации, поскольку понижение механических свойств литой структуры компенсируется ее усилением за счет валика наплавленного металла. При наличии дефектов шва разрушение происходит либо по участку расплавления, либо по газовым и шлаковым включениям.

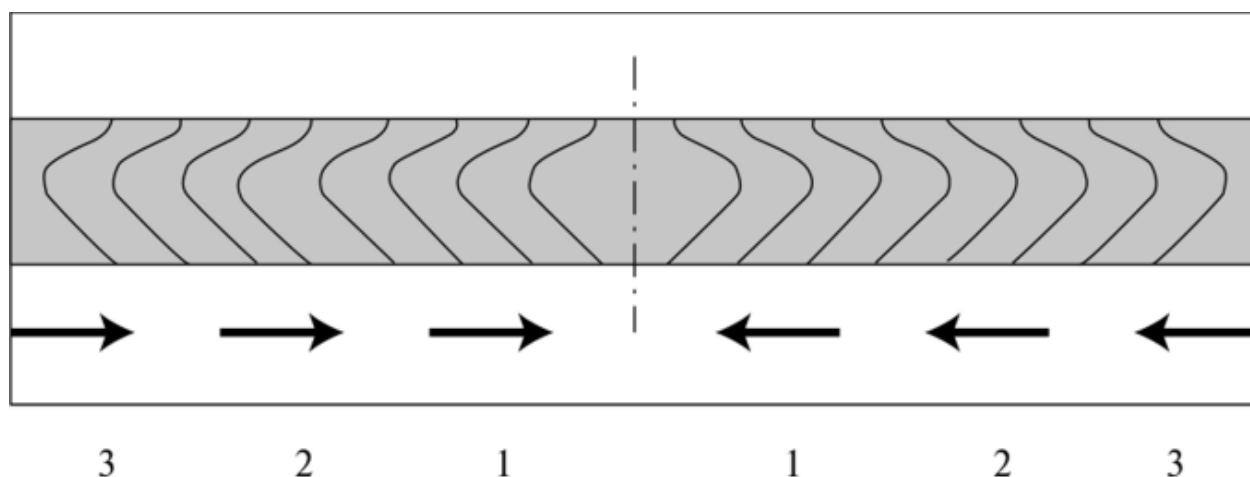
Деформация детали при сварке происходит вследствие образования внутренних напряжений. Причинами напряжений являются местный нагрев детали, фазовые превращения, происходящие в металле при нагревании, и усадка наплавленного металла. В результате нагрева происходит значительное местное расширение металла, в то время как объем холодной детали остается неизменным. Это приводит к образованию внутренних напряжений. Фазовые превращения, происходящие в сварном шве вследствие высокой температуры, также могут сопровождаться изменением объема металла. Так, в сталях переход а-раствора в у-раствор вызывает увеличение объема примерно на 1%. Поскольку это изменение происходит на небольшом участке детали, оно также ведет к образованию внутренних напряжений. Усадка металла происходит вследствие уменьшения объема жидкого присадочного металла при затвердевании. Так как сварка сопровождается плавлением кромок основного металла, то при его затвердевании происходит усадка, также служащая причиной внутренних напряжений.

Для борьбы с отрицательными явлениями при сварке, в частности для защиты от вредного влияния кислорода, азота и водорода, применяют специальные покрытия электродов, флюсы, порошковые проволоки, защитные газы. Они создают шлаковую и газовую защиту сварочной ванны.

Для уменьшения деформации деталей при сварке и наплавке применяют так называемое уравнивание образующихся напряжений. Для этого места соединения элементов детали разбивают на участки, сварка которых ведется в последовательности, обеспечивающей образование напряжений, равных по значению и противоположных по направлению, так называемым способом обратноступенчатой сварки. Коробление изделия в данном случае получается значительно меньше, так как деформации коротких швов не в состоянии вызывать значительную деформацию всего изделия.

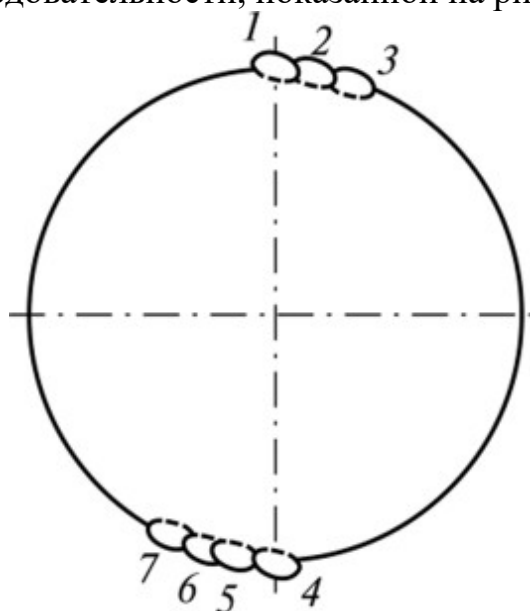
При этом способе весь сварочный шов делят на равные части, которые сваривают в последовательности, показанной на рисунке 3.14.





**Рисунок 2. Разбивка сварочного шва на участки при сварке**

Для предотвращения коробления детали при наплавке, например, вала металл наплавляют в виде продольных валиков длиной 40—50 мм в последовательности, показанной на рисунке 3.15.



**Рисунок 3. Нанесение наплавочных валиков при восстановлении вала ручной наплавкой**

После наплавки первого валика деталь поворачивают на  $180^\circ$  и наплавляют второй валик и т.д., при этом вал деформируется сначала в одну сторону, затем в обратную и, таким образом, остается прямолинейным. Снижает деформацию предварительный нагрев детали перед сваркой и наплавкой до температуры  $150\text{—}750^\circ\text{C}$ , более высокий нагрев дает больший эффект.

Снятие сварочных напряжений может быть достигнуто проковкой шва и околошовной зоны в процессе остывания при температурах  $450^\circ\text{C}$  и выше или  $150^\circ\text{C}$  и ниже. В интервале температур  $200\text{—}400^\circ\text{C}$  металл имеет пониженную пластичность, поэтому при проковке в этом температурном диапазоне

возможно образование трещин. Проковку можно осуществлять вручную молотком с закругленным бойком или, применяя небольшие усилия, пневматическим молотом. Проковка сварного соединения повышает выносливость конструкции.

Полное снятие сварочных напряжений осуществляется термической обработкой — высоким отпуском в режиме 2—3 мин на 1 мм толщины металла при температуре 630—650°C и медленным охлаждением.

Сварочные материалы и электроды. Для обеспечения высоких технических требований, снижения вредного воздействия отрицательных явлений при сварке и наплавке их выполняют специальными покрытыми электродами, представляющими собой металлический стержень с нанесенным на него слоем обмазки (покрытия) или порошковой проволокой, представляющей собой оболочку из тонкой стальной ленты, заполненной порошком из смеси различных материалов.

Условное обозначение марки проволоки для изготовления металлического стержня включает в себя: Св — сварочная и следующие за ним цифры, показывающие содержание углерода в сотых долях процента; буквенное обозначение легирующих элементов. При содержании последних менее 1 % — цифру, указывающую на наличие элемента в целых единицах процента. Цифра перед Св обозначает диаметр проволоки, буква А в конце марки низкоуглеродистых и легированных проволок указывает на повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора. Так, 2,5Св08ХЗГ2СМФА расшифровывают следующим образом: диаметр проволоки 2,5 мм, сварочная проволока содержит 0,08% углерода, 3% хрома, 2% марганца, 1% кремния, 1% молибдена, 1% ванадия, повышенно чистая по содержанию серы и фосфора.

## **Практическое занятие №6**

### **Тема: «сварка в среде углекислого газа»**

Цель: привитие практических навыков применения сварки в среде углекислого газа, выбора оборудования и оснастки.

#### **1 Материальное обеспечение**

2.1 Инструкция к практическому занятию.

2.2 Чертежи деталей.

2.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### **3 Порядок выполнения работы**

2.1 Выполнить описание восстановления детали сваркой в среде углекислого газа.

2.2 Выполнить схему восстановления детали сваркой в среде углекислого газа.

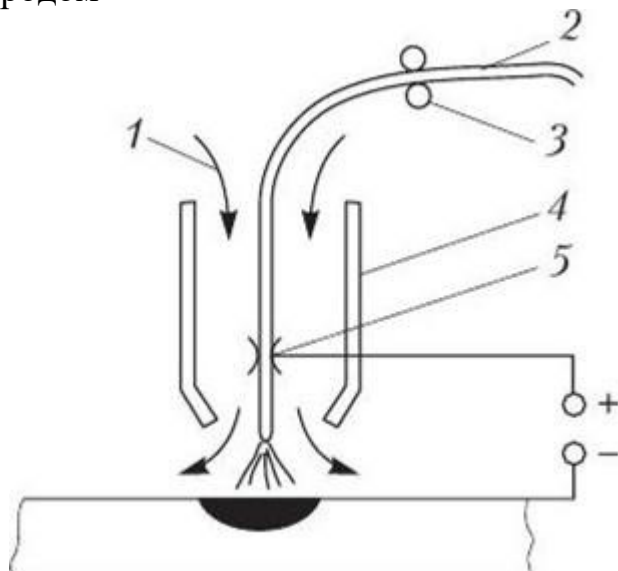
2.3 Выбрать оборудование и оснастку для сварки в среде углекислого газа.

## **Сварка в среде углекислого газа**

Сварка в углекислом газе (сварка в  $\text{CO}_2$ ) является одним из наиболее распространенных способов сварки. Она экономична, обеспечивает достаточно высокое качество швов, особенно при сварке низкоуглеродистых сталей, требует более низкой квалификации сварщика, чем ручная, позволяет выполнять швы в различных пространственных положениях. В качестве оборудования используются обычно полуавтоматы, но сварка может быть и автоматической. В международной практике способ сокращенно называется MAG (Metal Active Gas).

Схема процесса приведена на рис. 3.30. Защитный газ 1, выходя из сопла 4, вытесняет воздух из зоны горения. Сварочная проволока 2 подается вниз роликами 3, которые вращаются двигателя

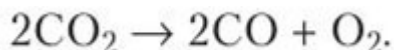
Рисунок 1. Схема процесса сварки в защитных газах плавящимся электродом



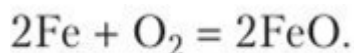
телом подающего механизма. Подвод сварочного тока к проволоке осуществляется через скользящий контакт 5.

Учитывая, что  $\text{CO}_2$  — активный газ и может вступать во взаимодействие с расплавленным металлом, сварка имеет ряд особенностей.

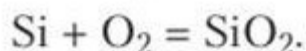
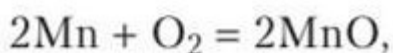
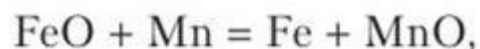
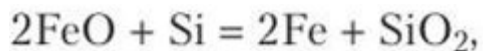
В зоне дуги углекислый газ диссоциирует:



Образовавшийся кислород взаимодействует с расплавленным металлом сварочной ванны с образованием оксида железа:



Окисление сварочной ванны ухудшает механические свойства шва и в первую очередь его пластичность. Для предотвращения этого процесса в сварочную ванну вводят элементы-раскислители, хорошо взаимодействующие с кислородом. Обычно это марганец и кремний. Раскислители выводят в шлак избыток кислорода и на участках сварочной ванны, имеющих пониженную



оксидов:

Введение раскислителей в сварочную ванну обычно осуществляется через проволоку. Поэтому при сварке в  $\text{CO}_2$  используется сварочная проволока, легированная марганцем и кремнием. При сварке низкоуглеродистых сталей это обычно проволока марки Св08Г2С, содержащая 0,08 % С, 2 % Мп и 1 % Si (ГОСТ 2246-70), или проволоки С38П, 04811, состав которых приведен в 180 14341-2010.

Однако, несмотря на введение раскислителей, характеристики пластичности шва получаются ниже, чем при сварке под флюсом или ручной сварке электродами с основным покрытием. Поэтому сварку в  $\text{CO}_2$  не рекомендуют использовать для ответственных конструкций, работающих при низких температурах в условиях переменных и ударных нагрузок.

Имеет свои особенности и перенос электродного металла при сварке в  $\text{CO}_2$ , что связано со специфическими свойствами углекислого газа - высокой теплопроводностью в области температур сварочной дуги и большими затратами теплоты на диссоциацию многоатомного газа  $\text{CO}_2$ . Это приводит к интенсивному отбору тепла с поверхности дуги и ее сжатию. Вследствие сжатия равнодействующая сила, приложенная к капле электродного металла, направлена вверх и препятствует ее переносу в сварочную ванну. При этом создаются условия для роста капли и ее асимметричного расположения по отношению к оси электрода, что часто приводит к выносу капли из зоны дуги.

Перенос электродного металла может осуществляться короткими замыканиями. При увеличении силы тока он переходит в крупнокапельный. Рассмотрим процесс подробнее. Перенос одной капли расплавленного металла можно разделить на шесть стадий (рисунок 3.31).

Первая стадия — начало плавления проволоки и образование капли. По мере роста капли передача тепла от дуги к проволоке ухудшается. Скорость плавления проволоки ( $v_{\text{пл}}$ ) при этом уменьшается. Скорость же подачи проволоки ( $v_{\text{п}}$ ) остается прежней. На короткий промежуток времени  $v_{\text{п}} > v_{\text{пл}}$  и капля приближается к изделию. Сила тока при этом достаточно стабильна (рисунок 3.31, а).

Вторая стадия — касание капли сварочной ванны. Начинается режим короткого замыкания, ток растет. Капля в месте ее касания

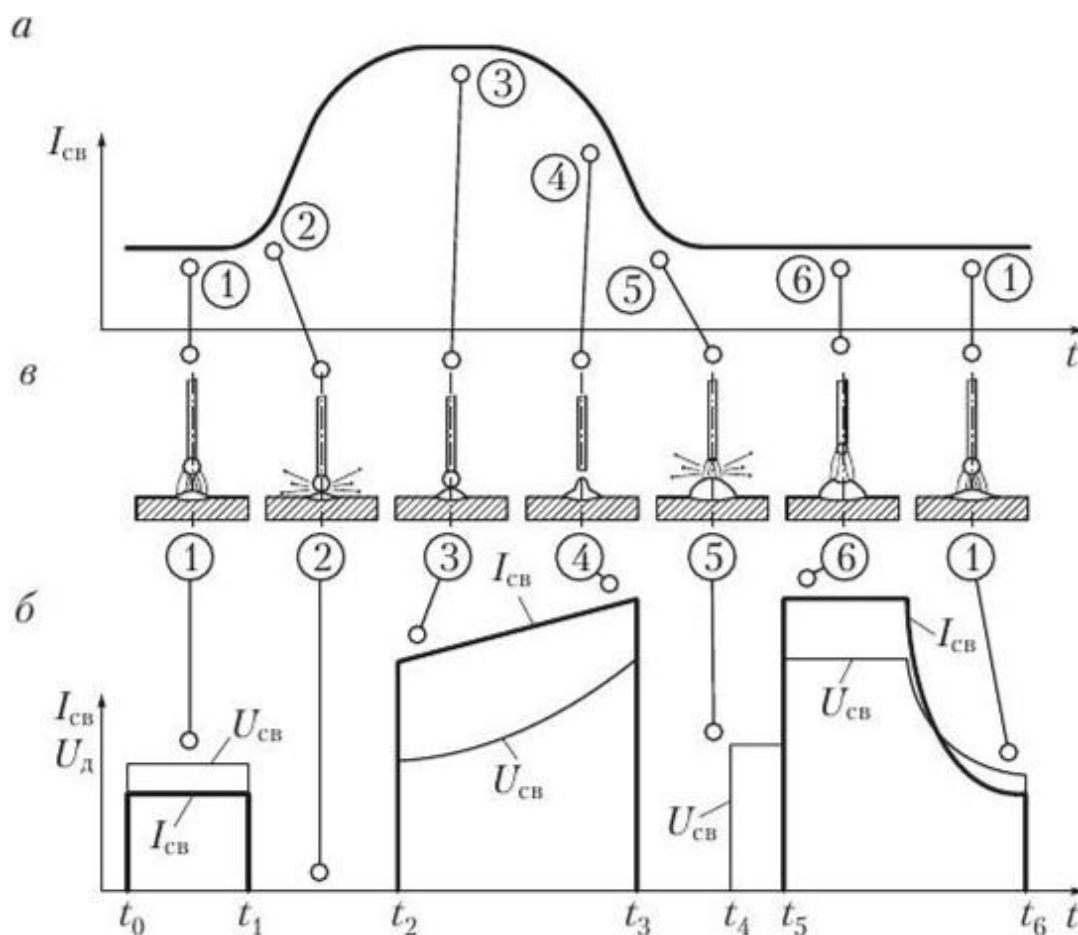


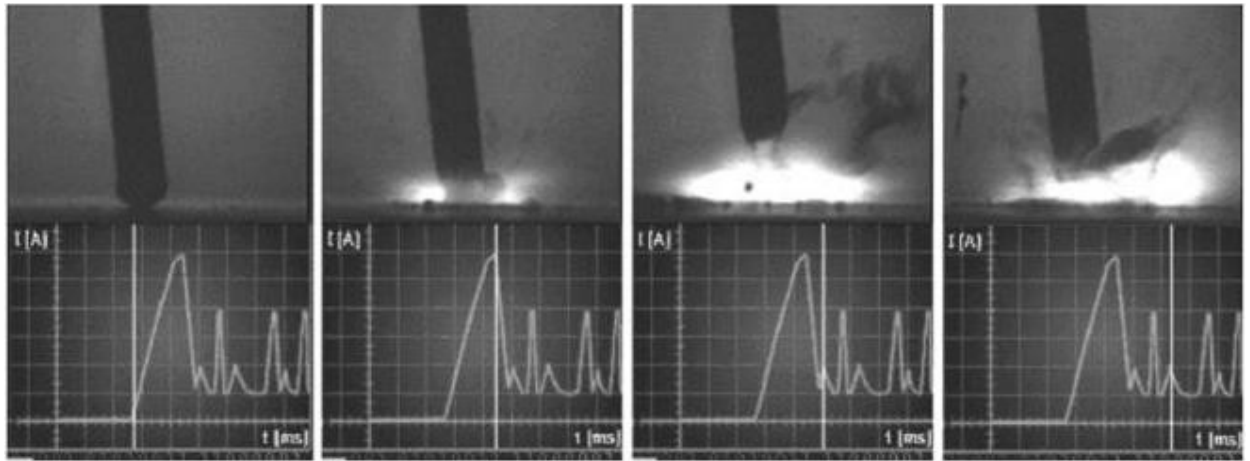
Рисунок 2. Стадии переноса одной капли электродного металла (в) и изменение силы тока при неуправляемом переносе (а) и при управляемом переносе по системе 5ТТ (б)

сварочной ванны вследствие большой плотности тока перегревается, в результате чего происходит выброс брызг.

Третья стадия — режим короткого замыкания, дуга гаснет, сварочный ток максимальный, капля максимально нагрета, уменьшаются силы поверхностного натяжения, удерживающие ее на конце проволоки, возрастают электродинамические силы.

Вследствие этого процесса на четвертой стадии между проволокой и каплей образуется перемычка, плотность тока в которой возрастает и которая разрывается с выбросом брызг (пятая стадия). Длина дуги восстанавливается, восстанавливается сила тока, капля переходит в сварочную ванну (шестая стадия). Затем цикл переноса капли повторяется.

Время переноса одной капли составляет 0,01...0,002 с, т.е. за 1 с переносится 100...500 капель (в зависимости от режима сварки). Поэтому сварщик не замечает моментов короткого замыкания и воспринимает дугу как горящую постоянно.



**Рисунок 3. Процесс зажигания дуги и переноса капли электродного металла**

При увеличении силы сварочного тока капля может отрываться раньше, чем коснется ванны. В этом случае перенос короткими замыканиями переходит в крупнокапельный, при котором брызги дополнительно образуются при падении капли в сварочную ванну, а также при возможном выдувании капли из зоны сварки.

Различные стадии процесса переноса капли приведены на рисунке 3.32. Внизу показана осциллограмма изменения силы тока за время переноса одной капли. Пики тока соответствуют коротким замыканиям.

Описанный процесс позволяет понять механизм разбрызгивания электродного металла.

Основными причинами брызг являются: перегрев нижней части капли при ее касании сварочной ванны; разрыв перемычки между каплями и проволокой, выдувание капли из зоны сварки; расплескивание сварочной ванны. Некоторые из описанных явлений представлены на рисунке 3.33.

Возможно образование брызг и при нарушениях технологического процесса сварки. Например, при наличии на проволоке ржавчины, что приводит к частым взрывам крупных капель; при неправильном соотношении между параметрами режима сварки, когда проволока выбрасывается из зоны сварки нерасплавившимися частями. Аналогичные выбросы возможны и вначале сварки при плохих динамических характеристиках источника питания дуги.

На рис. 3.34 приведена зависимость потерь на разбрызгивание от силы сварочного тока для различных диаметров сварочной про-

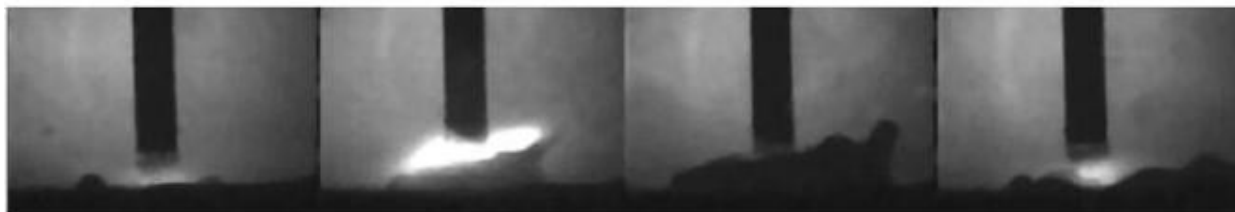
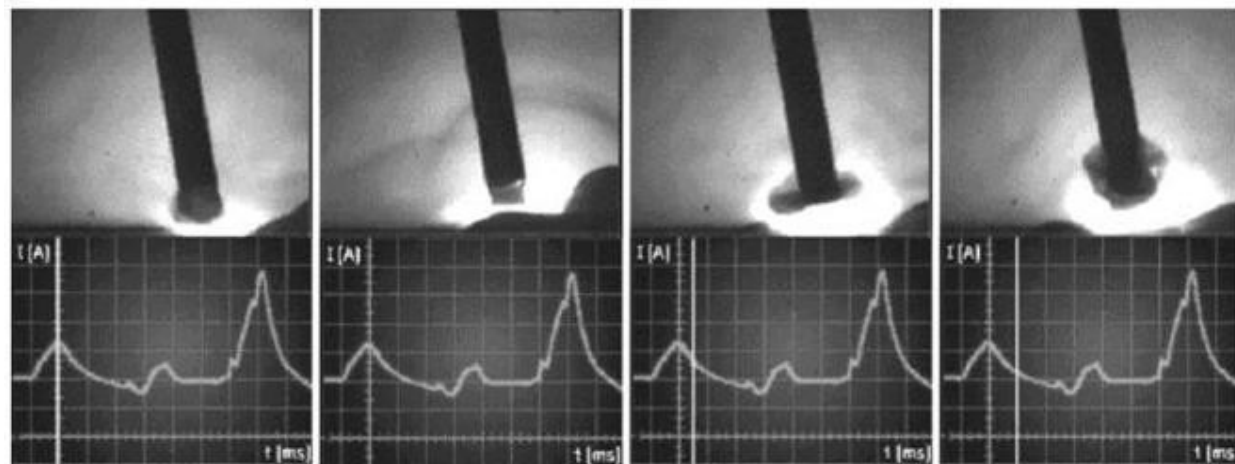
*a**б*

Рисунок 4. Последовательность переноса капли электродного металла: *a* — с расплескиванием сварочной ванны; *б* — с выдуванием капли из зоны

сварки

волоки. Для каждого диаметра проволоки существует область токов, при которых разбрызгивание максимально — эта область соответствует крупнокапельному переносу. Увеличивается разбрызгивание и при увеличении диаметра проволоки.

Повышенное разбрызгивание, которое достигает 10...15 % от массы проволоки, является существенным недостатком сварки



## Практическое занятие №7

Тема: «Аргонно-дуговая сварка и наплавка»

Цель: привитие практических навыков применения аргонно-дуговой сварки и наплавки, выбор оборудования и параметра режима аргонно-дуговой сварки и наплавки.

### 1 Материальное обеспечение

3.1 Инструкция к практическому занятию.

3.2 Чертежи деталей.

3.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 4 Порядок выполнения работы

2.1 Выполнить описание восстановления детали аргонно-дуговой сваркой и наплавкой.

2.2 Выбрать оборудование для аргонно-дуговой сварки и наплавки.

2.3 Выбрать параметры режима аргонно-дуговой сварки и наплавки.

## **Аргонно-дуговая сварка и наплавка**

При аргонно-дуговой сварке и наплавке в качестве защитного газа используется аргон - инертный газ, надежно защищающий зону сварки от кислорода и азота воздуха. В ряде случаев для устойчивости горения дуги к аргону добавляют различные активные газы. Однако для восстановления автомобильных деталей сварка в смеси инертных и активных газов практически применяется. Благодаря очень надежной защите расплавленного металла от вредного воздействия воздуха при аргонно-дуговой сварке появляются широкие возможности восстановления деталей из трудносвариваемых металлов и сплавов (алюминия и его сплавов - бронзы, латуни, нержавеющей сталей- титана и др.). В авторемонтном производстве аргонно-дуговая сварка и наплавка применяется наиболее широко для восстановления деталей из

алюминия его сплавов (головки блоков, корпусов распредвалов, бензо- и масло насосов, редукторов рулевого управления, поддонов и т.д.).

Аргонно-дуговая сварка осуществляется неплавящимся или плавящимся электродами. Неплавящимся электродом обычно является прутки диаметром 1...5 мм из вольфрама, который обладает высокой механической прочностью, необходимой электропроводностью и высокой температурой плавления, равной 3377°C. Электроды изготавливаются из порошка вольфрама прессованием, спеканием и последующей проковкой. Для облегчения возбуждения дуги неплавящийся электрод должен содержать вещества с малой работой выхода электронов. Таким веществом обычно служит двуокись тория  $\text{ThO}_2$ , которая добавляется в порошок вольфрама перед прессованием в количестве 1,5...2%. Торируемые электроды марки ВТ-15 кроме того более стойкие против оплавления торца.

При зажигании дуги стремятся исключить контакт электрода с изделием либо за счет зажигания дуги на дополнительной графитовой пластине, либо наложением в момент зажигания дуги на дуговой промежуток высокого напряжения большой частоты, вызывающего пробой межэлектродного промежутка без контакта.

В качестве присадочного материала применяют проволоку, прутки или полосы из того же материала, что и материал свариваемой или наплавляемой детали.

Аргонно-дуговая сварка применяется при ремонте автомобилей для восстановления блоков цилиндров из алюминиевых сплавов, картера сцепления головок блоков, поршней, крышек и других деталей. При этом могут устраняться как пробоины, трещины и обломы, так и износы с последующей обработкой под номинальные размеры.

### **Достоинства способа:**

- высокое качество шва за счет надежной защиты от воздуха;
- высокая производительность процесса (в 3...4 раза выше, чем кислородно-ацетиленовая сварка);
- возможность сварки тонкостенных деталей и деталей из сплавов активных металлов, трудносвариваемых другими способами сварки (сплавы алюминия, магния и титана, нержавеющие стали, чугун);
- снижение интенсивности излучения дуги (в 4...8 раз ниже, чем при обычной дуговой сварке). Это дает возможность применять более светлые защитные стекла, что облегчает сварщику наблюдение за процессом сварки.

### **Недостатки:**

- дороговизна процесса, обусловленная высокой стоимостью электродов из вольфрама, аргона и оборудования;
- необходима тщательная очистка защитного газа (аргона) от кислорода, азота паров воды и других газов.

Технология аргонной сварки

В быту аргонную сварку мы чаще всего можем встретить при ремонте дисков любимой ласточки.

Аргонная сварка дисков, при устранении небольших трещин на данной детали, является попросту — незаменимой (безусловно, выполненная на профессиональном оснащении при применении инновационных высококачественных материалов).

Технология аргонной сварки не имеет практически ничего общего с таким устройством как паяльник. Основной элемент горелки — вольфрамовый электрод. Поясним, вольфрам является исключительно тугоплавким металлом.

Если рассматривать в данном аспекте вольфрамовые электроды, которые легированы оксидами редкоземельных элементов, то они отличаются еще большей стойкостью.

Сегодня, рынок предлагает электроды из вольфрама, обладающие широчайшим диапазоном химсостава.

К примеру, не секрет, что в чистый вольфрам с целью улучшения сварочно-технологических и сварочных характеристик добавляют разные окислы редкоземельных металлов.

Это может быть и церий, и лантан, и иттрий, и торий, и цирконий. Какой бы не был выбран электрод, он, как правило, окружается керамическим соплом, а при сварке из него выдувается аргон (инертный газ).

Уточним, что первые попытки сварить алюминий без участия аргона, заканчивались тем, что металл начинал гореть, покрывался окислением, а электродуга немедленно прерывалась.

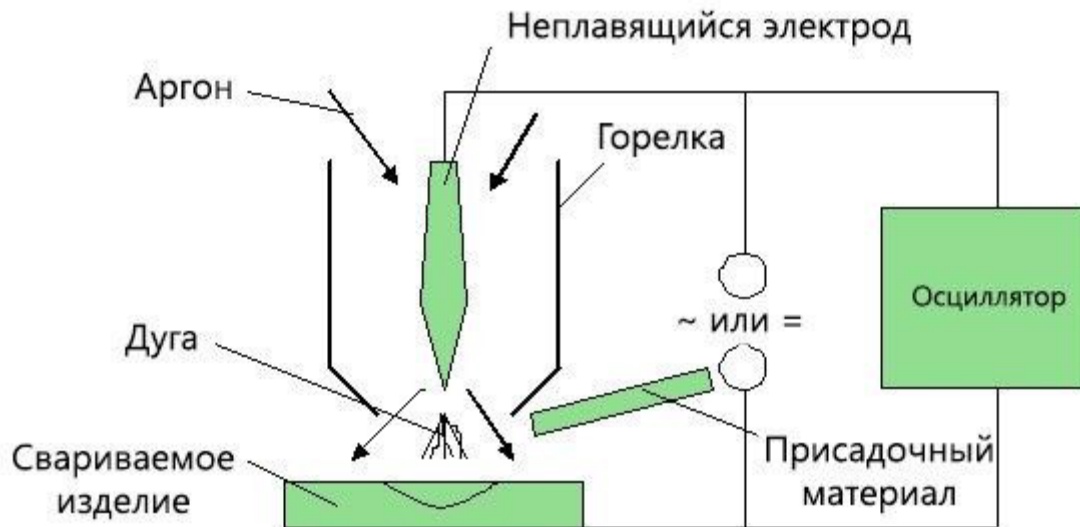
Чего же смогли добиться изобретатели, и что представляет аргонная сварка алюминия на сегодняшний день?

Упрощенно процесс выглядит таким образом. Сначала на деталь посредством спецоборудования (сварочного аппарата) подают «массу», так же как и при обычной электросварке.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом происходит следующим способом: «масса» подается на свариваемую деталь подобно обычной электросварке.

Сварщик, если подразумевается ручная аргонодуговая сварка, в правой руке держит горелку, а в левой — проволоку (присадку).

# Процесс аргонной сварки



Процесс аргонной сварки — схема

При сварке алюминия, естественно, берется алюминиевый аналог или же специальные сплавы. Включается горелка нажатием кнопки, далее подается ток и газ.

Меж кончиком электрода (неплавящегося) и деталью возникает электродуга. Она и выполняет роль основного инструмента, и деталь плавит, и присадочную проволоку.

Собственно она оплавляет и край необходимой детали, и присадочную проволоку, тем самым, формируя сварочный шов. По сути, после окончания работы 2 половины детали превращаются в одно целое.

## Практическое занятие №8

Тема: «Сварка и наплавка порошковой проволокой»

Цель: привитие практических навыков применения сварки и наплавки порошковой проволокой, выбор оборудования и параметра режима сварки и наплавки порошковой проволокой.

### 1 Материальное обеспечение

4.1 Инструкция к практическому занятию.

4.2 Чертежи деталей.

4.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 5 Порядок выполнения работы

5.1 Выполнить описание восстановления детали сваркой и наплавкой порошковой проволокой.

5.2 Выбрать оборудование для сварки и наплавки порошковой проволокой.

5.3 Выбрать параметры режима сварки и наплавки порошковой проволокой .

## **Наплавка под флюсом, в защитных газах и порошковой проволокой**

Механизированная наплавка под флюсом цилиндрических и плоских деталей является развитием способов ручной наплавки электродами с толстыми качественными покрытиями. Этот способ был разработан коллективом под руководством академика Е.О. Патона в 1938–1939 гг. Сущность способа заключается в том, что сварочная дуга горит между электродом (проволокой) и изделием под слоем толщиной 10...40 мм сухого гранулированного флюса с размерами зерен 0,5...3,5 мм (рисунок 1).

В качестве флюса выступают неметаллические гранулированные порошки, по составу схожие с электродными покрытиями, и в общем случае выполняют такие же функции, как и покрытия, а именно:

- обеспечивают шлаковую и газовую защиту сварочной ванны и наплавленного валика от воздействия окружающей среды;
- легируют и раскисляют наплавленный металл;
- способствуют устойчивому горению дуги за счет ионизации дугового промежутка при диссоциации компонентов флюса;
- рафинируют наплавленный металл.

Для осуществления автоматической наплавки деталей требуется комплекс машин, механизмов и приспособлений, в целом составляющих автоматическую установку. Устройство, производящее зажигание дуги, подачу электродной проволоки по мере плавления и обеспечивающее устойчивое горение дуги, называется автоматической головкой для дуговой сварки и наплавки, или дуговым автоматом. Наиболее важное промышленное значение для ремонтно-восстановительной наплавки имеют автоматы с плавящимся металлическим электродом – проволокой или лентой.

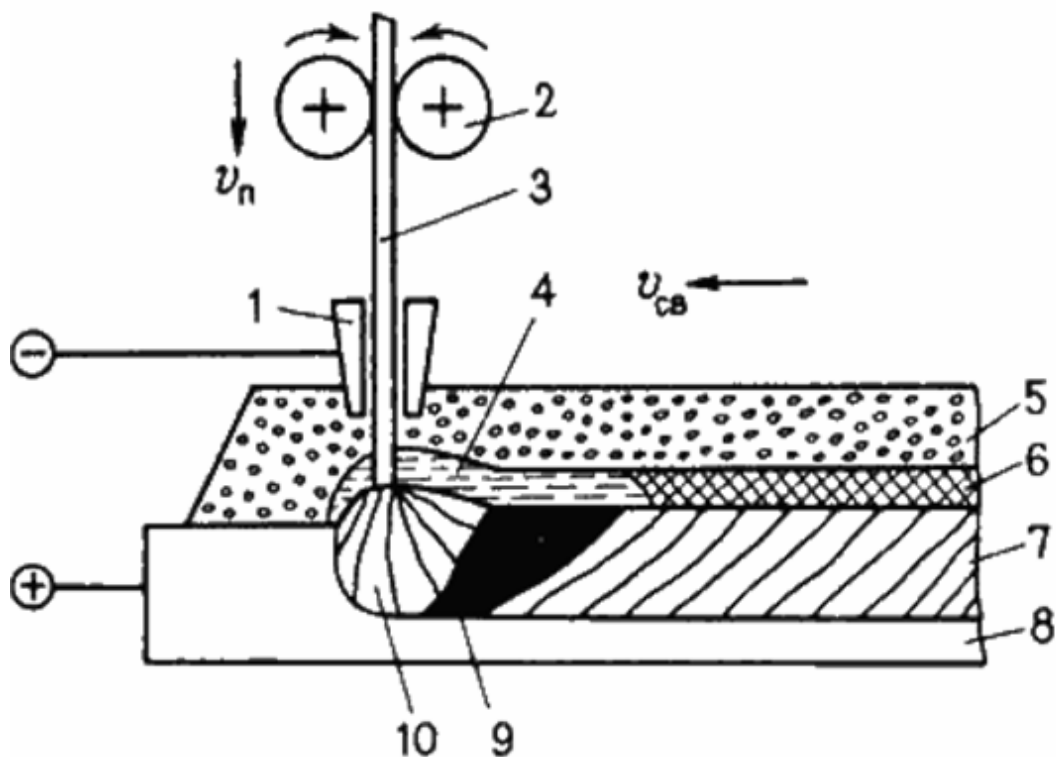


Рисунок 1. Схема механизированной наплавки металла под слоем флюса: 1 – токоподводящие колодки; 2 – подающие ролики; 3 – электродная проволока; 4 – слой шлака; 5 – слой сухого флюса; 6 – шлаковая корка; 7 – сварной шов (наплавленный металл); 8 – основной металл; 9 – сварочная ванна; 10 – электрическая дуга

#### **Преимущества механизированного способа наплавки**

1. Повышение производительности труда в 6...8 раз по сравнению с ручной дуговой наплавкой.

2. Снижение расхода электроэнергии в два раза за счёт более высокого термического КПД.
3. Высокое качество наплавленного металла благодаря надёжной защите наплавленного слоя от воздействия окружающей среды.
4. Возможность получения наплавленных слоёв толщиной более 2 мм.
5. Меньший расход присадочного материала в результате исключения потерь на разбрызгивание и уменьшение угара электродного металла.
6. Лучшие условия труда оператора за счёт механизации процесса и отсутствия открытой дуги.

### ***Недостатки***

1. Большое вложение тепла в материал детали, что увеличивает зону термического влияния и изменяет результаты предыдущей термообработки детали.
2. После наплавки требуется термообработка наплавленного слоя или всей детали.
3. Трудности удержания ванны расплавленного металла на поверхности цилиндрической детали (детали диаметром меньше 50 мм не наплавляют).
4. Уменьшение усталостной прочности детали на 20...40 % за счёт остаточных напряжений, пористости и структурной неоднородности слоя.
5. Появление при загрузке флюса в бункер и его просеивании после использования силикатной пыли, вредной для организма человека.

### **Наплавка под флюсом цельнометаллической проволокой**

Наплавленный металл легируют путем применения легированной проволоки, легированных флюсов или дозированной засыпки легирующих примесей на поверхность наплавляемой детали. Иногда наплавленный металл не подвергается легированию, и наплавка преследует цель – восстановление необходимых геометрических размеров и формы детали.

Для автоматической наплавки применяют плавные флюсы:

- высококремнистые марганцевые марок АН-348А, ОСН-45, АН-60;
- низкокремнистые марганцевые марок АН-10, АН-16, АН-22;
- высококремнистые безмарганцевые марок АН-20, АН-28, 48-ОФ-6.

Для наплавки высоколегированных сталей и сплавов используют низкокремнистые марганцевые и безмарганцевые флюсы, обладающие меньшей окислительной способностью, – АН-30, 48-ОФ-6.

Автоматической наплавкой чаще всего восстанавливаются детали цилиндрической формы. Наплавляются такие детали, как правило, по винтовой линии. Ось вращения – горизонтальная. Такой способ обеспечивает непрерывность процесса и высокое качество работы, симметричность остаточных напряжений по отношению к оси детали. Однако при этом способе затруднено удержание флюса и жидкого металла в зоне наплавки.

Для удержания флюса применяют специальное флюсоудерживающее приспособление в виде насадки-воротника специальной формы, расположенной вокруг мундштука горелки.

С целью удержания расплавленного металла ванны и жидкого шлака наплавочная головка автомата устанавливается с некоторым смещением конца электродной проволоки с зенита (рисунок 2).

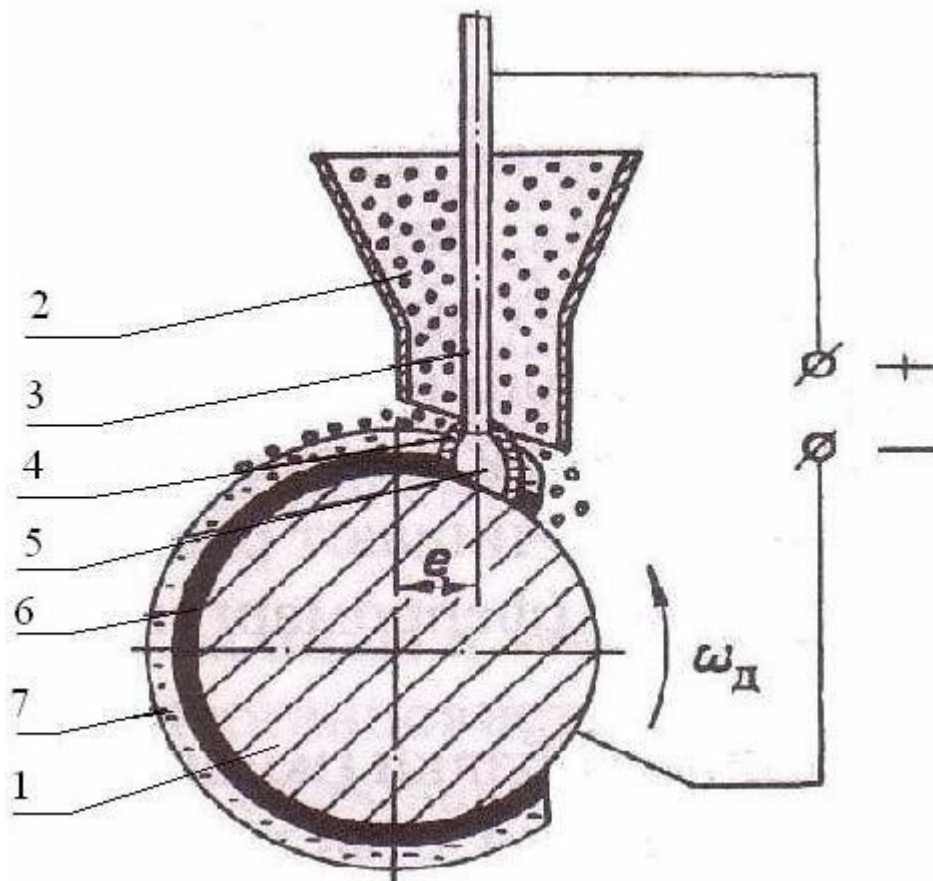


Рисунок 2. Наплавка цилиндрической детали под слоем флюса: 1 – изделие; 2 – бункер с флюсом; 3 – электродная проволока; 4 – расплавленный флюс (шлак); 5 – сварочная дуга; 6 – наплавленный слой; 7 – шлаковая корка

Величина смещения «е» зависит от диаметра наплавляемой детали и параметров режима наплавки и принимается от 10 мм и более. Окружная скорость выбирается от 10 до 50 м/ч. Чем меньше диаметр электрода, тем меньше следует выбирать скорость наплавки. Шаг наплавки определяется в зависимости от желательной толщины слоя, тока и напряжения в пределах от 3 до 12 мм. Сила тока для наплавки и диаметр электродной проволоки устанавливаются в зависимости от диаметра наплавляемой детали.



## Практическое занятие №9

Тема: «Электродуговая наплавка под слоем флюса».

Цель: привитие практических навыков определения подготовительных работ при электродуговой наплавке под слоем флюса, выбора оборудования и параметра режима электродуговой наплавки под слоем флюса.

### 1 Материальное обеспечение

1.1 Инструкция к практическому занятию.

1.2 Чертежи деталей.

1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Выполнить описание восстановления детали электродуговой наплавкой под слоем флюсом.

2.2 Выполнить схему электродуговой наплавки под флюсом.

2.3 Выбрать оборудование для электродуговой наплавки под слоем флюсом.

2.4 Выбрать параметры режима для электродуговой наплавки под слоем флюсом.

## Наплавка под слоем флюса

Наплавкой металла называют процесс, во время выполнения которого на поверхность заготовки при помощи сварочного оборудования наносится слой металла.

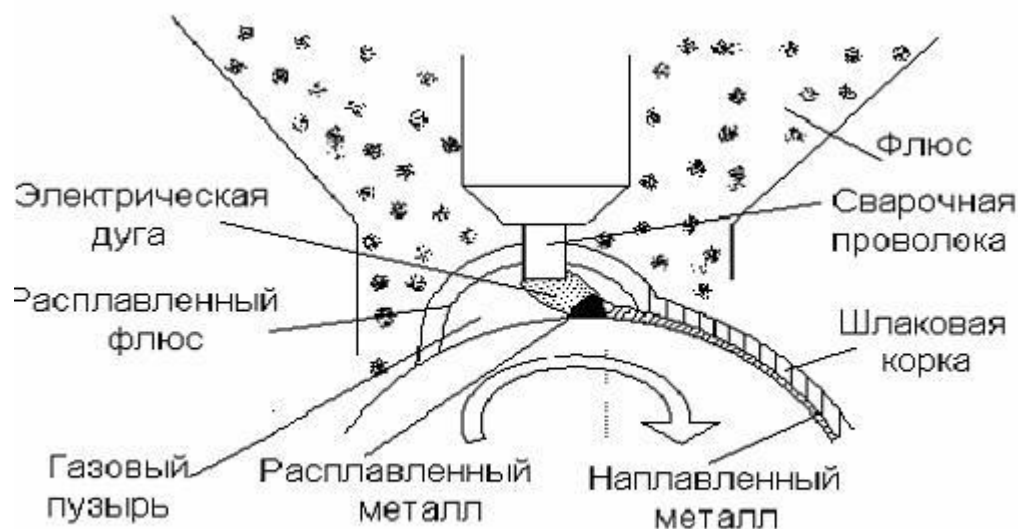
Существует несколько видов наплавки металла, различаемых по своим техническим характеристикам:

- по степени механизации процесса наплавка может быть ручной, механизированной, автоматизированной и автоматической;

- по тому способу, которым металл в процессе наплавки защищается, выделяется наплавка под слоем флюса, наплавка под предварительно расплавленным покрытием электрода, которая, в свою очередь, может производиться в вакууме или в среде защитного газа.
- по самому характеру процесса наплавка может быть непрерывной или прерывистой.

### **Сущность наплавки под слоем флюса.**

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



Такая защита необходима для того, чтобы оградить металл от воздействия окружающего воздуха, предотвращая, таким образом, возникновение окисления металла кислородом. Кроме того, слой флюса выполняет и еще одну задачу – он не позволяет расплавленному металлу разбрызгиваться и сохраняет тепло. Таким образом, флюс позволяет добиться экономии металла и повышает производительность труда сварщика.

При проведении наплавки под слоем флюса, как правило, в качестве электрода выступает сварочная проволока, не имеющая покрытия. Диаметр проволоки выбирается в зависимости от задач, поставленных перед сварщиком, и может варьироваться от 1 до 6 миллиметров.

Что касается вида тока, используемого при наплавке под слоем флюса, то чаще всего здесь применяется ток с обратной полярностью – плюс от источника электрического тока подается на сварочную проволоку, а минус – на наплавляемую поверхность изделия. Для того, чтобы еще больше повысить производительность этого метода, часто используют ленточные электроды или подачу сразу двух проволок в зону наплавки с помощью двух полуавтоматических приспособлений.

### **Преимущества наплавки под слоем флюса.**

Дуговая наплавка под флюсом занимает лидирующие позиции среди всех видов наплавки металла, благодаря тем преимуществам, которыми она обладает. К основным достоинствам наплавки под слоем флюса можно отнести:

- высокую производительность труда. Особенно хорошо это достоинство проявляется в тех случаях, когда производится наплавка на большую площадь поверхности изделия, обладающего достаточно простой формой;
- невысокую сложность процесса. Наплавка под слоем флюса не требует высокой квалификации от сварщика, поэтому для ее производства не требуется искать специалиста, обладающего большим опытом именно в этом спектре сварочных работ;
- высокое качество работы. При применении наплавки под слоем флюса внешний вид валика из наплавленного металла обладает отличными эстетическими характеристиками, что имеет большое значение для внешнего вида всей детали. Кроме того, получаемый в результате наплавки валик обладает высокой прочностью и надежностью и прекрасно проявляет себя в ходе дальнейшей эксплуатации изделия;
- высокую безопасность работы сварщика. Соккрытие сварочной дуги под слоем флюса позволяет избежать разбрызгивания расплавленного металла, что значительно повышает безопасность рабочего, предотвращая возможность получения ожогов.

### **Недостатки наплавки под слоем флюса.**

Вместе с несомненными достоинствами наплавка металла под слоем флюса имеет и определенные недостатки. И основными минусами этого вида наплавки можно считать:

- высокую стоимость оборудования. Как правило, оборудование, применяемое в ходе наплавки под слоем флюса, стоит дороже, чем оборудование для ручной дуговой наплавки с применением стержневых электродов с покрытием;
- большую зону нагрева, из-за чего этот вид наплавки не может быть применен в тех случаях, когда требуется наплавка металла на мелкие изделия, особенно, в том случае, если эти изделия обладают достаточно сложной формой;

- кроме того, часто к недостаткам этого вида наплавки относят и тот факт, что он снижает усталостную прочность металлической детали, причем, показатель снижения прочности металла может в некоторых случаях достигать 40%.

### **Оборудование для автоматической наплавки и особенности его эксплуатации**

При обработке цилиндрической поверхности (например, вала) изделие монтируется на центрах либо в патроне обычного токарного станка, который определенным образом модифицируют так, чтобы на его суппорте можно было разместить устройство для наплавки. Наплавочный аппарат располагает специальной кассетой, из которой к электродуге подается сварочная проволока. Подача становится возможной за счет наличия подающего механизма.

При вращении вала проволока начинает перемещаться вдоль шва, а суппорт, передвигаясь в продольном направлении, перемещает электрод по длине детали. Мелкий сыпучий флюс при этом подается из бункера в область горения, где происходит плавление некоторой его части, что приводит к созданию эластичной оболочки вокруг сварочной дуги. Для того чтобы жидкий металл не отекал, проволоку слегка смещают в сторону, которая является по отношению к вращению вала противоположной.

И все же, несмотря на все недостатки, наплавка металла под слоем флюса продолжает оставаться самым распространенным способом наплавки, так как позволяет существенно экономить ресурсы – и не только сам металл, но и энергетические ресурсы предприятия, что, в свою очередь, приводит к снижению стоимости получаемых в результате применения этого способа наплавки изделий.

## Практическое занятие №10

Тема: «Электродуговая наплавка в ультразвуковом поле»

Цель: привитие практических навыков определения подготовительных работ при электродуговой наплавке в ультразвуковом поле, выбора оборудования, параметра режима электродуговой наплавки в ультразвуковом поле.

### 1 Материальное обеспечение

5.4 Инструкция к практическому занятию.

5.5 Чертежи деталей.

5.6 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 6 Порядок выполнения работы

6.1 Выполнить описание восстановления детали электродуговой наплавки в ультразвуковом поле.

6.2 Выполнить схему электродуговой наплавки в ультразвуковом поле.

6.3 Выбрать оборудование для электродуговой наплавки в ультразвуковом поле.

6.4 Выбрать параметры режима электродуговой наплавки в ультразвуковом поле

## ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

Обычно при электродуговой сварке прочность сварного шва составляет 85...90 % от прочности основного металла. Для повышения прочности сварного шва в металлоконструкциях используют ультразвуковые колебания при непосредственной сварке. При комбинированных процессах сварки в ультразвуковом поле особое место занимают явления, происходящие при кристаллизации расплавленного металла. Ультразвуковые поля высокой интенсивности, вводимые в кристаллизующийся металл, создают особые

условия для протекания процесса кристаллизации. К ним можно отнести нелинейные эффекты и свойства расплавов: акустические потоки, радиационное давление, кавитация и силы вязкого трения. Воздействие ультразвука приводит к следующим изменениям структуры: уменьшению средней величины зерна; устранению столбчатой структуры и образованию равновесного зерна; повышению однородности сварного шва, уменьшению степени развития ликвационных процессов; более равномерному распределению неметаллических включений по всему объему сварного шва.

Характер образующейся в сварном шве структуры определяется такими факторами, как интенсивность перемешивания и коэффициент диффузии примесей в металле, скорость кристаллизации, градиент температур и степень переохлаждения перед фронтом кристаллизации. Изменяя эти параметры при введении в расплав ультразвука, можно получить желаемую равновесную структуру. Измельчение структуры при этом объясняется в основном появлением большого числа центров кристаллизации. Радиационное давление ультразвука выносит обломки кристаллов в объем расплава, где они могут стать центрами кристаллизации. Кристаллизация улучшается также за счет перемешивания расплава, которое ведет к выравниванию температуры по всему объему, что способствует объемной кристаллизации.

При электродуговой сварке введение ультразвука можно достичь путем применения подкладочных устройств. Эффективность процесса односторонней сварки в ультразвуковом поле, его стабильность и качество получаемых сварных швов значительно зависят от технологических характеристик подкладочных устройств. Наиболее широкое применение при автоматической односторонней сварке нашли подкладочные устройства в виде флюсовых подушек, флюсомедных, керамических и медных движущихся подкладок. Керамические и медные подкладки позволяют вводить ультразвук в сварочную ванну через скользящий контакт с расплавленным металлом. Колебания, проходящие через керамические подкладки, не оказывают существенного влияния на расплавленный металл сварочной ванны, поскольку термоизоляционные материалы - плохие проводники ультразвука, поэтому происходит затухание колебаний и быстрое разрушение керамической пластины.

Возбуждение колебаний в сварочной ванне с применением подкладок из меди приводит к измельчению структуры шва. При вводе ультразвука в сварочную ванну через скользящий контакт обеспечивается постоянный сквозной провар и исключается передача колебаний основному металлу. Из-за отсутствия сквозного провара нарушается контакт подкладки с расплавленным металлом сварочной ванны. Озвучивание основного металла может привести к появлению в шве горячих трещин. Увеличение времени обработки ультразвуком металла сварочной ванны в скользящих подкладках позволяет повысить качество сварных швов. Если уменьшить теплоотвод от

расплавленного металла сварочной ванны в подкладку, сварочная ванна будет дольше находиться в расплавленном состоянии и подвергаться воздействию ультразвука.

Схема подкладки, обеспечивающей увеличение времени обработки ультразвуком сварочной ванны, показана на Рисунке 1. В процессе сварки ультразвуковые колебания от магнитострикционного преобразователя через вибратор 2 и жестко закрепленный с ним формирующий элемент 3 передаются расплавленному металлу сварочной ванны 5, в результате чего в нем происходят процессы дегазации, перемешивания и измельчения структуры. Формирующий элемент 3 с канавкой 4 установлен в обойме 6, встроенной в корпус подкладки 1 с каналами для охлаждения 7. Акустические свойства термостойкого материала, из которого изготовлена обойма 6 и формирующего элемента 3 различаются, а коэффициент температурного расширения меньше, чем коэффициент температурного расширения материала формирующего элемента. Благодаря различию акустических свойств материалов (скорость звука, длина волны) в любой точке поверхности сопряжения обоймы и вибратора фазы колебаний для соединяемых деталей различны, поэтому в каждой точке контакта происходит относительное движение соприкасающихся деталей, вызывающее выделение тепла за счет трения.

Вследствие более высокого коэффициента температурного расширения материала, из которого изготовлен волновод, последний расширяется больше, чем охватывающая его обойма из термостойкого материала, что приводит к увеличению давления по сопрягаемым поверхностям и тепловыделению в контакте. Из-за выделения тепла в месте соприкосновения пластины и волновода уменьшается теплоотвод от расплавленного металла сварочной ванны к каналам для охлаждения, сварочная ванна дольше находится в расплавленном состоянии и увеличивается время воздействия ультразвуковых колебаний на расплавленный металл. В процессе сварки подкладка перемещается в процессе кристаллизации обработанного ультразвуком металла 104 сварочной ванны. Формирующий элемент 3 содержит канавку 4, через которую в воздушные зазоры между свариваемым металлом и подкладкой может вытекать расплавленный металл, вследствие чего образуются наплывы и непроварившиеся участки. Устранить это можно с помощью фокусировки ультразвуковых колебаний в центре сечения детали

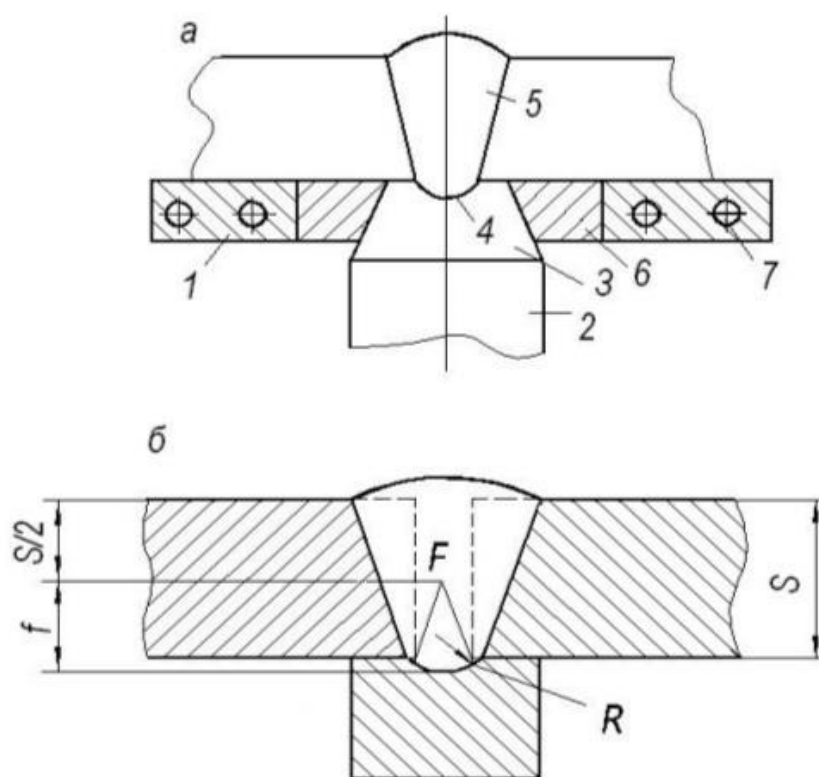


Рисунок 1. Устройство для формирования: а - обратная сторона сварного шва; б - формирующая канавка: R - радиус формирующей канавки; S - толщина свариваемых деталей; F - фокусное расстояние

Применение ультразвуковых колебаний при электродуговой сварке плавлением приводит к повышению качества и улучшению механических характеристик наплавленного металла. Однако ультразвуковые колебания еще мало применяются в сварочном производстве ввиду отсутствия рациональных колебательных систем, которые могут стабильно работать при определенных механических и тепловых нагрузках, а также рациональных способов введения ультразвука в сварочную ванну.



## Практическое занятие №11

Тема: «Вибродуговая наплавка деталей»

Цель: привитие практических навыков применения вибродуговой наплавки, выбора оборудования, параметра режима вибродуговой наплавки.

### 1 Материальное обеспечение

6.5 Инструкция к практическому занятию.

6.6 Чертежи деталей.

6.7 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 7 Порядок выполнения работы

7.1 Выполнить описание восстановления детали вибродуговой наплавкой детали.

7.2 Выполнить схему вибродуговой наплавки детали.

7.3 Выбрать оборудование для вибродуговой наплавки.

7.4 Выбрать параметры режима вибродуговой наплавки.

## Вибродуговая наплавка

Наплавка вибродуговым способом является разновидностью автоматической и отличается от нее тем, что электрод во время наплавки постоянно вибрирует. Вибрация электрода облегчает зажигание дуги и делает процесс наплавки более устойчивым. В процессе наплавки деталь нагревается незначительно, поэтому деформации ее малы и, следовательно, не нарушается термическая обработка на участках детали вблизи места наплавки. После наплавки не требуется термическая обработка детали, так как в процессе наплавки под действием охлаждающей жидкости происходит закалка наплавленного слоя. Толщину слоя наплавки можно регулировать в пределах от 0,5 до 2 мм на сторону. Для повышения износостойкости наплавленного слоя используют легирующие флюсы. Основное преимущество вибродуговой наплавки заключается в возможности надежного наплавления тонких слоев на изношенные места. При значительных износах лучше использовать обычные способы наплавки.

Вибродуговая наплавка (рисунок 4.5) отличается от других сварочных процессов наличием колебаний электродной проволоки с частотой 50-100 Гц и низким напряжением источника сварочного тока. Цикл наплавки состоит из переноса металла электродной проволоки на деталь за счет чередования электрических разрядов и коротких замыканий цепи. Введение индуктивности в цепь дуги обеспечивает накопление электрической энергии в индуктивности во время разомкнутого состояния цепи, сдвиг фаз тока и напряжения, поэтому переход тока через нуль происходит при наличии напряжения источника питания и возникновении электродвижущей силы самоиндукции, которая совпадает по направлению с напряжением источника питания. Это обеспечивает повторное возникновение дугового разряда после разрыва сварочной цепи и устойчивое горение дуги.

Электрод и деталь оплавляются во время дугового разряда, при этом на конце электрода образуется капля металла. Мелкокапельный перенос металла на деталь происходит преимущественно во время короткого замыкания. Длительность существования дуги составляет 20 % времени цикла, поэтому провар основного металла неглубокий, с небольшой зоной термического влияния.

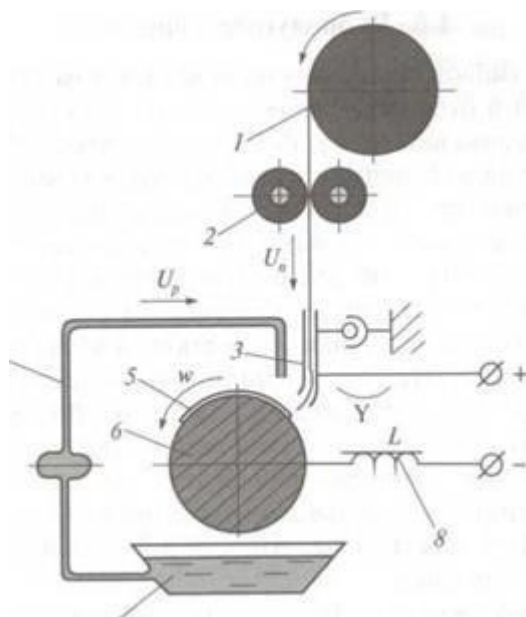


Рисунок 1. Схема вибродуговой наплавки:

1 - кассета для проволоки; 2 — подающие ролики; 3 — качающийся мундштук; 4 — система подачи раствора; 5 — наплавленный слой; 6 — восстанавливаемая деталь; 7 — емкость; 8 — индуктивное сопротивление.

Вибродуговую наплавку применяют для восстановления изношенных поверхностей стальных и чугунных деталей довольно широкой номенклатуры.

В состав оборудования для вибродуговой наплавки входит переоборудованный токарный станок, обеспечивающий медленное вращение детали, наплавочная головка и источник сварочного тока.

В качестве наплавочных головок используют те же механизмы, что и при автоматической наплавке под слоем флюса. В них изменена только конструкция мундштука и отсутствует устройство для подачи флюса.

Одной из новых разработок для вибродуговой наплавки является головка ОКС-6569М ГОСНИТИ. Устройство предназначено для наплавки деталей диаметром более 15 мм, имеющих износ от 0,5 до 3 мм. Наплавка производится в среде жидкости или угле кислого газа проволокой сплошного сечения диаметром от 1,2 до 3 мм. Головка пригодна также для наплавки порошковой проволокой. При использовании специальной проволоки Св-15 наплавку ведут при отключенном вибраторе.

В качестве источников сварочного тока при вибродуговой наплавке используют то же оборудование, что и при автоматической наплавке под слоем флюса. Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от требуемых механических свойств наплавленного металла. При наплавке стальных и чугунных деталей для получения слоя твердости 51—56 HRC применяют проволоку Нп-65, Нп-80. Для получения твердости 37—41 HRC наплавку ведут проволокой Нп-3ОХГСА, а твердости 180—240 НВ — проволокой Св-08. Для наплавки слоя толщиной до 1 мм берут проволоку диаметром 1,0—1,6 мм, толщиной до 2 мм — 1,6—2,0 мм. При наплавке заготовок из серого чугуна ведут двухслойную наплавку проволокой Св-08, при этом расход жидкости составляет 0,02 л/мин.

Примерные режимы наплавки: ток обратной полярности силой 70—75 А, напряжением 12—30 В, диаметр проволоки 1,6 мм, шаг наплавки 2,3—2,7 мм/об (мм/дв. ход), угол подвода проволоки к детали 15—30°, скорость подачи проволоки менее 1,65 м/мин, скорость наплавки 0,50—0,65 м/мин. При токах менее 100 А в сварочную цепь последовательно с источником питания включают дополнительную индуктивность 0,4—0,7 мГн.

При подготовке деталей поверхность, подлежащая наплавке, должна быть зачищена до металлического блеска. Зачистку делают непосредственно перед наплавкой при помощи шлифовальной шкурки при тех же частотах вращения детали, что и при ее наплавке. Биение наплавленной поверхности не должно превышать 0,5 мм. При большом изгибе детали ее перед наплавкой необходимо выправить либо обработать на станке. Поврежденные резьбовые отверстия перед наплавкой необходимо обработать до полного удаления старой резьбы.

Вибродуговую наплавку осуществляют на постоянном токе обратной полярности. Оптимальное напряжение при наплавке 17 — 20 В.

Для охлаждения детали применяют 3—4 % раствор кальцинированной соды или 10—20 % раствор технического глицерина. Количество жидкости, подаваемой в зону наплавки, регулируют краном, установленным на

наплавочной головке. Струя жидкости не должна попадать в столб дуги, так как это нарушает процесс наплавки.

Толщина наплавляемого слоя зависит от соотношения скоростей подачи электродной проволоки и окружной скорости вращения детали: чем больше скорость подачи проволоки и меньше окружная скорость вращения детали, тем толще будет наплавленный слой. С увеличением окружной скорости вращения детали наплавляемый валик металла при прочих равных условиях наплавки становится тоньше и уже. При этом если толщина наплавленного слоя должна быть минимальной, то применяют тонкую проволоку, а если требуется получить более толстый слой, то применяют проволоку большего диаметра.

Стабильность процесса наплавки контролируют по показаниям амперметра и по равномерности издаваемого звука. При нормальном ходе процесса стрелка амперметра почти не колеблется и слышен равномерный характерный звук плавящейся проволоки. При неправильно выбранных режимах наплавки процесс идет при непрерывном резком потрескивании, стрелка амперметра резко колеблется, шов получается прерывистым.

Качество полученного слоя наплавки зависит от ряда причин. Большая пористость наплавленного металла указывает на загрязненность охлаждающей жидкости либо недостаточно хорошую очистку поверхностей основного металла и проволоки. При слишком большой окружной скорости детали в наплавленном металле образуется большое количество раковин.

После длительной работы наплавочной головки изнашиваются направляющая трубка мундштука, рифления подающего ролика в механизме подачи проволоки, ослабевают затяжки конусного болта шатуна наплавочной головки и пр. Все эти неисправности приводят к нарушению стабильности процесса и образованию дефектов наплавки, поэтому необходимо производить своевременное обслуживание установки.

Свойства покрытий при вибродуговой наплавке могут быть улучшены применением защитных сред (диоксида углерода, флюсов, водяного пара, пены), использованием порошковых проволок, последующей термической обработкой изделий, обкаткой роликами или ультразвуковым упрочнением.

При разработке технологических процессов вибродуговой наплавки учитывают ряд особенностей. Первый и последний валики наплавляют на цилиндрические поверхности при отключенной подаче. При консольном закреплении детали наплавку ведут от свободного конца к патрону. Галтели детали наплавляют в последнюю очередь.

Резьбовые поверхности наплавляют без подачи охлаждающей жидкости. При шаге резьбы более 1,5 мм шаг наплавки устанавливается равным шагу резьбы.

Для наплавки эксцентриков используют копирные устройства, а вылет электродов назначают на 2—3 мм больше величины эксцентриситета. Шлицы глубиной менее 1,5—2,0 мм наплавляют при вращении детали, а более крупные

шлицы — с подачей головки вдоль оси детали. В последнем случае после наплавки каждого валика деталь поворачивают примерно на 180° относительно ее оси и наплавляют паз на противоположной стороне детали. Прием исключает деформации детали.

Для вибродуговой наплавки применяют источники питания с жесткой внешней характеристикой: генераторы АДН-500/250, выпрямители ВС-300, ВС-600, преобразователи ПД-305, ПСГ-500, а также дроссели типа А-780 или А-855 конструкции Института электросварки им. Е.О. Патона, дроссели РСТЭ-24 или РСТЭ-34 от сварочных трансформаторов СТЭ-24, СТЭ-34 или дроссельную обмотку трансформатора СТН-500. При использовании указанных дросселей для получения нужного значения индуктивности следует сделать отводы от верхнего ряда обмотки через один-два витка для последующей их коммутации.

Разработаны специализированные установки УД-144, УД-209, УД-283, УД-284, ОКС-27414, ОКС-27508, наплавочные станки УД-143, ОКС-11336 ГОСНИТИ, в том числе универсальный станок У-653. Специальные наплавочные головки ОКС-6569М и ОКС-1252 обеспечивают подачу наплавочной проволоки и ее вибрацию. Головки могут работать также в режиме наплавки в среде защитного газа и под слоем флюса при нанесении покрытий на наружные и внутренние поверхности. Скорость подачи электродной проволоки составляет 0,52-4,5 м/мин. Габаритные размеры устройств 730х300х700 мм, масса 60 кг.

Недостатки процесса следующие:

- снижение усталостной прочности до 60 % из-за образования закалочных структур в материале, вызывающих растягивающие напряжения и неоднородность твердости (в местах перекрытия точек сварки в результате отпуска твердость снижается);

- наличие пор в покрытии по причине быстрого перехода металла из жидкого состояния в твердое.

## Практическое занятие №12

### Тема: «Электрошлаковая наплавка»

Цель: привитие практических навыков применения электрошлаковой наплавки, выбора оборудования и параметра режима электрошлаковой наплавки.

#### 1 Материальное обеспечение

##### 1.1 Инструкция к практическому занятию.

##### 1.2 Чертежи деталей.

##### 1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Выполнить описание восстановления детали электрошлаковой наплавкой.

2.2 Выполнить схему электрошлаковой наплавки.

2.3 Выбрать оборудование для электрошлаковой наплавки.

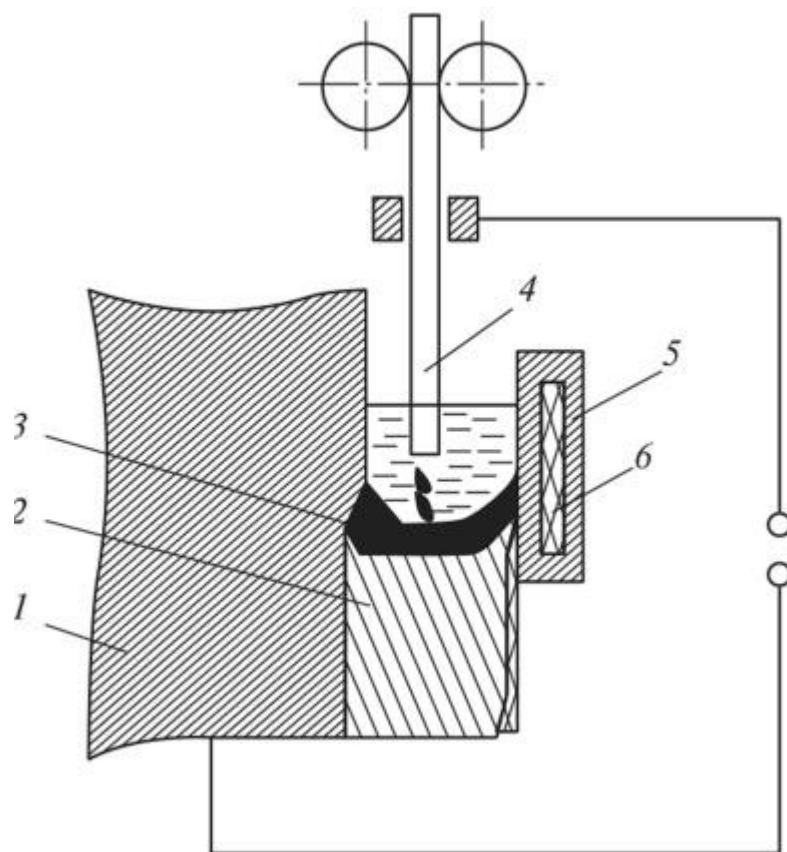
2.4 Выбрать параметры режима для электрошлаковой наплавки.

## Электрошлаковая наплавка

*Электрошлаковая наплавка (ЭШН)* — процесс наплавки, при котором источником теплоты для плавления основного и присадочного металлов служит шлаковая ванна, разогреваемая проходящим через нее электрическим током. Сущность процесса электрошлаковой наплавки поясняет рисунке 2.27. В пространстве, образованном плоскостью наплавляемого изделия 1 и формирующим кристаллизатором 6, создается ванна расплавленного шлака 5, в которую подается электрод 4. Ток, проходя между электродом и изделием, нагревает шлаковую ванну до температуры свыше 2000°С, в результате чего

электродный и основной металлы оплавляются, образуя металлическую ванну 3, при затвердевании которой создается наплавленный металл 2. Для осуществления такого процесса необходима довольно глубокая шлаковая ванна, получение которой проще всего при вертикальной наплавке.

- 3
- 2



**Рисунок 1. Схема процесса электрошлаковой наплавки**

Ряд особенностей ЭШН выгодно отличают ее от других способов наплавки: при установившемся электрошлаковом процессе разбрызгивание отсутствует, шлак надежно защищает жидкую металлическую ванну от вредного воздействия воздуха, расход флюса на образование шлаковой корки на поверхности наплавляемого металла не превышает 5% его массы. При ЭШН расход электроэнергии в 1,5—2 раза, а флюса — в 20 раз меньше, чем при дуговом процессе. При вертикальном положении наплавляемой поверхности облегчается всплывание газовых пузырьков, частиц шлака и удаление их из металла. Поэтому при ЭШН склонность к образованию пор и других неплотностей значительно ниже, чем при дуговой. Вследствие благоприятного направления роста кристаллов в наплавленном металле, полученном электрошлаковым способом, значительно снижается склонность к образованию кристаллизационных трещин. Этому также способствуют более низкие скорости нагрева и охлаждения околошовной зоны, кристаллизации ванны жидкого металла, чем при дуговой наплавке.

Для ЭШН могут быть применены ИП постоянного и переменного тока с жесткими внешними характеристиками.

*Электрошлаковая наплавка электродными проволоками и пластинами* (рисунок 2.27) характеризуется высоким качеством наплавленного металла и значительной производительностью.

Для получения наплавленного слоя шириной до 40 мм применяют одноэлектродную ЭШН. С увеличением ширины наплавки электроду придают колебательные движения параллельно наплавляемой поверхности либо увеличивают число электродов. Многоэлектродная ЭШН дает возможность в широких пределах легировать наплавляемый металл за счет использования электродных проволок различного химического состава.

При наплавке прямолинейных вертикальных поверхностей небольшой высоты (1,0—1,5 м) применяют пластинчатые электроды, что позволяет использовать такие материалы, как чугун, из которых нельзя или затруднительно изготовить проволоку.

*Электрошлаковая наплавка плавящимся мундштуком* объединяет способы наплавки проволочным и пластинчатым электродами. При этом способе электродные проволоки подаются через трубки или пазы в неподвижно установленной пластине (плавящемся мундштуке), служащей для направления электродных проволок и подвода к ним электрического тока. В процессе наплавки мундштук оплавляется в шлаковой ванне, образуя вместе с электродными проволоками наплавленный металл.

*Электрошлаковая наплавка зернистым присадочным материалом* (ЗПМ) возможна с расходуемым или нерасходуемым электродом. На рисунке 2.28 дана схема ЭШН расходуемыми электродами с одновременной подачей ЗПМ. Подаваемые с заданной скоростью в шлаковую ванну электродные проволоки, плавясь, создают сплав-связку, образующую матрицу (основу) наплавляемого металла. В процессе наплавки дозированно подают ЗПМ, например карбиды вольфрама, который в шлаковой ванне поверхностно очищается, нагревается и, не сплавляясь, внедряется в металлическую ванну, образуя износостойкий композиционный сплав.





холодный флюс почти не попадает, жидкий шлак разогревается, шунтирует ток дуги и наступает электрошлаковый процесс. Под действием сжимающих сил, оказываемых электрическим током (пинч-эффект), жидкий шлак в зазоре между лентами поднимается над поверхностью основного металла на 20—30 мм, создавая устойчивую шлаковую ванну. Электродный металл плавится в шлаковой ванне и в виде мелких капель стекает на основной металл, сплавляясь с ним и образуя наплавленный металл 7. Стабильный электрошлаковый процесс получают при зазоре между лентами 0,1 — 1 ширины ленты и при использовании низкремниевых флюсов (АН-26п и 48-ОФ-Ю). Наплавка лентами размером 60 x 0,8 мм ( $I = 1600$  А;  $U = 32—34$  В) обеспечивает производительность процесса свыше 40 кг/ч при доле основного металла 5—8%.

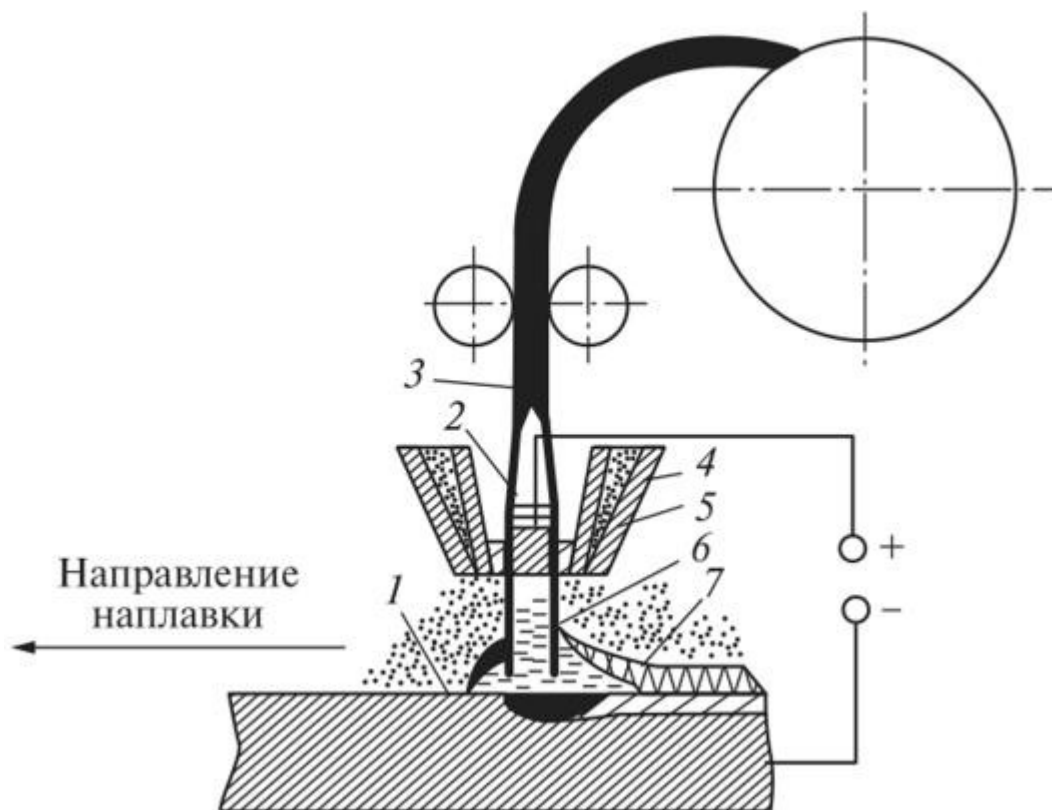


Рисунок 3. Схема ЭШН двумя параллельными лентами

## Практическое занятие №13

Тема: «Наплавка поверхностей трения твердыми сплавами»

Цель: привитие практических навыков определения подготовительных работ при наплавке твердыми сплавами, выбора оборудования и параметра режима наплавки твердыми сплавами.

### 1 Материальное обеспечение

1.1 Инструкция к практическому занятию.

1.2 Чертежи деталей.

1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /[А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Выполнить описание восстановления детали наплавкой твердыми сплавами.

2.2 Определить характер подготовительных работ для наплавки твердыми сплавами.

2.3 Выбрать оборудование для наплавки твердыми сплавами.

2.4 Выбрать параметры режима наплавки твердыми сплавами.

## **Наплавка поверхностей трения твёрдыми сплавами**

Многие быстроизнашивающиеся детали оборудования имеют большой вес, хотя в работе участвует только их тонкий наружный слой, вес которого часто не превышает 10—15 % общего веса. Такие детали экономически целесообразно восстанавливать наплавкой изношенных поверхностей электродами и сплавами с повышенной твердостью.

**Специальные электроды** марок ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400 и У-340 (табл.28) применяются для получения наплавки средней твердости деталей из углеродистых и среднелегированных сталей (цифровые индексы показывают среднюю твердость третьего слоя наплавки по Бринеллю).

Заданная твердость наплавки достигается введением в наплавленный металл через покрытие одного или нескольких легирующих элементов (Mn, Cr, Si и др.). Это способствует образованию закалочных структур и упрочнению феррита. Покрытие наносится на обычную сварочную проволоку. Углерод в таких электродах не является ведущим легирующим элементом. В зависимости от марки электрода содержание углерода в наплавленном металле колеблется в пределах 0,12—0,3 %.

Попытки использовать углерод как основной ведущий легирующий элемент (увеличение содержания его в наплавке более 0,3 %) приводили к образованию трещин и пор в наплавленном металле.

Износостойкость закаленного металла, наплавленного электродом ОЗН-300, в 1,5 раза выше, чем закаленной стали марки 40Х. Электроды ОЗН-300 и ОЗН-250 следует рекомендовать для наплавки закаленных деталей из среднеуглеродистых сталей марок 40 и 45, из хромистых сталей марок 30Х, 35Х, 40Х и др. Эти электроды применимы для наплавки деталей из малоуглеродистых сталей и сталей марок 35 и 40.

Металл, наплавленный электродами ОЗН-250, хорошо обрабатывается режущими инструментами. Твердость металла, наплавленного электродом ОЗН-300 и др., может быть снижена отжигом при 850° и охлаждением вместе с печью.

При закалке наплавленный металл достигает твердости HB 400—460.

Марка электрода	Рекомендуемый род тока	Химический состав наплавленного металла, %					
		C	Mn	Si	Cr	Ti	B
ОЗН-250	постоянный, обратная полярность	0,13—0,16	2,3—2,6	следы	—	—	—
ОЗН-300	переменный						
ОЗН-350	то же	0,13—0,17	3,0—3,5	то же	—	—	—
ОЗН-400	»	0,16—0,20	3,5—4,0	»	—	—	—
У-340	»	0,18—0,22	4,0—4,6	»	—	—	—
У-340	постоянный, обратная полярность	0,15—0,17	2,6—2,9	0,3—0,5	—	—	—
Т-540	постоянный и переменный	1,5—1,7	—	—	7—9	0,2—0,4	—
Т-590	то же	3,4—3,8	—	—	24—26	—	1,2—1,4
Т-620	»	4,8—5,0	—	—	19—22	0,55—0,60	1,0—1,2

**Таблица 1.** Электроды для наплавки средней твердости

Электродами Т-540, Т-590 и Т-620 (см. табл. 9.1) для получения высокой твердости наплавливают детали, изготовленные из цементируемых и закаливаемых сталей, а также детали рабочих органов дорожных машин.

Ввиду отсутствия первичных карбидов и сравнительно невысокой степени легирования аустенита хромом и титаном металл, наплавленный электродом Т-540, снижает твердость при отжиге и допускает механическую обработку резанием. Твердость металла, наплавленного электродами Т-540, непосредственно после наплавки равна 35—45 HRC; после отжига при 900—950° она снижается до 24—28 HRC, а после закалки при той же температуре и

отпуске при 200—250° составляет 57—60 HRC. Этим электродом можно наплавлять изношенные зубья шестерен.

Металл, наплавленный электродами Т-590 и Т-620, характеризуется повышенной хрупкостью и склонностью к образованию трещин, поэтому при большом износе рекомендуется наплавлять только верхние рабочие слои. Нижние слои наплавляют более мягкими электродами. Рекомендуемые средние значения электрического тока: для диаметра электрода 4 мм — 200—220 а, для диаметра 5 мм — 250—270 а.

Указанными электродами можно наплавлять щеки и валки камнедробилок, зубья ковш экскаваторов и др.

Стойкость щек камнедробилок увеличивается после наплавки электродом Т-590 в 2 раза.

**Сталинит** — порошкообразный сплав, который расплавляется угольным или стальным электродом на постоянном токе при прямой полярности и наносится на деталь слоем 3—4 мм. В качестве флюса применяется бура.

Сталинит можно замешивать на жидком стекле и в виде пасты наносить на поверхность детали, расплавляя его т.в.ч.

Вследствие высокого содержания углерода в наплавке охлаждать деталь следует медленно. Несмотря на это, наплавленная поверхность имеет значительное количество неглубоких трещин и пор.

Для уменьшения образования трещин применяют наплавку шихты стальным электродом или заменяют порошкообразную шихту 0,65—0,80 мм, наполненную порошкообразной смесью из ферромарганца, сталинита или др. составов.

Вследствие малого электрического сопротивления трубки весь сварочный ток практически идет по ней, и дуга возбуждается между трубкой и деталью. Трубка расплавляется от непосредственного действия электрической дуги, а порошкообразная смесь внутри нее плавится под воздействием излучаемой теплоты дуги.

Температура плавления ферромарганца — около 1 250°, поэтому порошкообразная смесь в электроде быстро расплавляется. Трубка на конце электрода защищает плавящийся порошок от окислительного действия наружного воздуха, что обеспечивает выгодное использование легирующих элементов. Из порошкообразной смеси в наплавку переходят 80—85 % марганца, 90 % углерода и 90 % хрома.

Другой, более слабой защитой является электродная наружная обмазка толщиной 0,6—0,8 мм, которая ионизирует электрическую дугу.

Глубокий провар, необходимый при сварке, приносит вред при наплавке, так как вызывает лишний расход марганца, хрома и других легирующих элементов. Для достижения прочной связи наплавленного слоя с деталью достаточно иметь глубину провара 0,1—0,2 мм, но такой малый провар

получить трудно. Обычно при ручной наплавке трубчатым электродом глубина провара составляет 0,7—1,0 мм.

Трубчатые электроды изготовляют из мягкой стальной ленты марки 10 и 08 с содержанием углерода 0,1 %. Применяют электроды двух диаметров: 6,2—6,3 мм из ленты шириной 18 мм и 8,2—8,4 из ленты шириной 24 мм.

Недостатком высокохромистой наплавки является ее малая ударная вязкость (в 2—3 раза меньшая, чем у марганцовистой наплавки). Нанесение на марганцовистую сталь и чугун высокохромистой наплавки является затруднительным.

В результате многочисленных опытов и проверки на производстве установлено, что наивыгоднейшим составом марганцовистой наплавки является тот, в котором содержится 1,9—2,3 % углерода и 19—23 % марганца. При этом важно, чтобы карбиды занимали не менее 20 % и не более 35 % от общего объема наплавки.

Содержание углерода в наплавке выгодно увеличивать до определенного предела; если углерода будет больше 2,3 %, то даже при содержании 20—23 % марганца в наплавке выделяются зерна ледебурита, содержащие 4,2 % углерода, твердость которых равна 800—1000 кГ/мм<sup>2</sup>, в то время как твердость комплексных карбидов железа—марганца составляет 1200—1600 кГ/мм<sup>2</sup>.

Кроме преимуществ, марганцовистые наплавки имеют и недостаток: их коэффициент расширения в 2,5 раза больше, чем у малоуглеродистой стали. Поэтому при остывании в наплавке возникают трещины, которые даже на щеках камнедробилок не приводят к отслоению наплавки и не отражаются на сроке службы детали. В некоторых случаях, например при наплавке полос для лезвий ножей, эти трещины можно полностью устранить.

Для восстановления щек камнедробилок применяют трубчатые электроды, наполненные доменным ферромарганцем или доменным ферромарганцем с никелем. Щеки для дробления известняка или других пород малой прочности наплавляют трубчатыми электродами, наполненными сталинитом.

При наплавке щек возможно их коробление (рисунк. 78 а) в результате большой усадки наплавленного металла. Поэтому следует одновременно производить наплавку 3—4 щек короткими участками, постепенно переходя от одной щеки к другой, чтобы за это время успевал остыть участок, наплавленный первым (рисунок 78 б — цифры на рисунке указывают последовательность наплавки отдельных участков при одновременной наплавке трех щек).

Для уменьшения коробления между наплавленными участками ребер следует оставлять незаполненные промежутки, заплавляя их после окончания наплавки и полного остывания щеки, но не все подряд, а согласно цифрам, обозначенным на рисунке 78 б, чтобы щека успевала остывать.

Щеки следует укладывать для наплавки так, чтобы их вес способствовал уменьшению коробления (рисунок 78, в). Однако даже при соблюдении всех

перечисленных мер предосторожности все же происходит некоторое коробление, для устранения которого на обратной стороне щеки наплавляют усиливающие ребра (рисунк78,з). Поверхность щек проверяют линейками по ребрам и по диагоналям.

Толщина слоя, наплавляемого на дробящие ребра за один проход, не должна превышать 6 мм. При наплавке каждого следующего слоя следует тщательно удалять шлак.

Форму наплавленных ребер проверяют шаблоном (рисунк78,д). Ребра неправильной формы, подобно ослабленному ребру, быстро изнашиваются. Недопустимы впадины, которые должны быть обязательно заплавлены. Необходимо особенно тщательно очищать от шлака места, подлежащие наплавке.

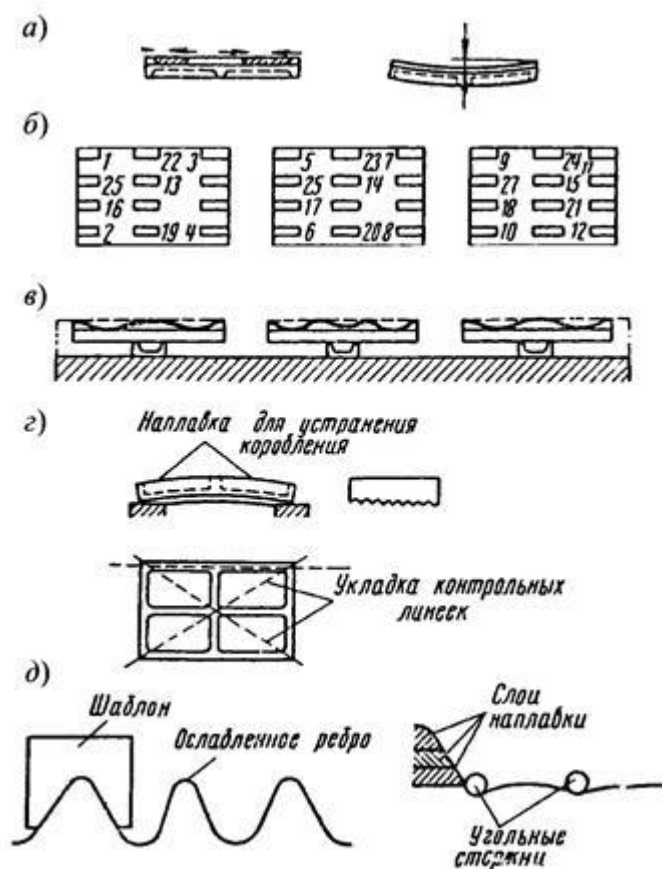


Рисунок 1. Наплавка щек камнедробилок

## Практическое занятие №14

Тема: «Газопламенное напыление. Газопорошковая наплавка»

Цель: привитие практических навыков применения газопламенного напыления, газопорошковой наплавки, выбора оборудования и параметра режима газопламенного напыления, газопорошковой наплавки.

### 3 Материальное обеспечение

3.1 Инструкция к практическому занятию.

3.2 Чертежи деталей.

3.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 4 Порядок выполнения работы

4.1 Выполнить описание применения газопламенного напыления и газопорошковой наплавки.

4.2 Выполнить схему газопламенного напыления и газопорошковой наплавки.

4.3 Выбрать оборудование для газопламенного напыления и газопорошковой наплавки.

4.4 Выбрать параметры режима для газопламенного напыления и газопорошковой наплавки.

## Газовая наплавка

*Газовая наплавка* — наплавка, при которой в качестве источника теплоты используют газовое пламя, получаемое при сжигании газообразных продуктов в кислороде. Газовым пламенем специальных горелок можно производить наплавку и напыление покрытий, а также их оплавление. В качестве горючего газа чаще всего применяют ацетилен, максимальная температура пламени которого в смеси с кислородом составляет 2900°C, а также пропан-бутановую смесь. Газовую наплавку широко применяют в промышленности. Ее можно подразделить на газовую наплавку с присадкой прутков или проволоки,



газопорошковую и газопламенное напыление с последующим оплавлением. Технология нанесения покрытий этими способами проста и доступна.

*Газовую наплавку с присадкой прутков или проволоки* выполняют вручную, главным образом ацетиленовыми горелками типа «Звездочка», «Звезда», ГС-2, ГС-3, ГС-4 и др. Принцип их устройства одинаков, они различаются мощностью и габаритными размерами.

Такую наплавку применяют в основном для нанесения износостойких сплавов типа стеллита, сормаита и др. При наплавке этих материалов используют флюсы на основе буры и борной кислоты. Детали небольших размеров наплавляют без предварительного подогрева, крупногабаритные детали подогревают до 500—700°С. При этом способе применяют трубчатые наплавочные материалы, представляющие собой стальные или никелевые трубки, заполненные порошком, например карбидом вольфрама. В процессе наплавки газокислородным пламенем трубка расплавляется, а износостойкий наполнитель погружается в расплавленный металл, образуя высокоизносостойкий композиционный сплав.

Газовую наплавку с присадкой прутков или проволоки используют в сельском хозяйстве, дорожном строительстве для упрочнения рабочих органов машин.

*Газопорошковая наплавка* позволяет упрочнять детали сложной конфигурации слоем минимальной толщины (0,1—0,3 мм) без разбавления основным металлом, так как зона перехода составляет всего 100—120 мкм. Для наплавки используют специальные горелки (рис. 2.26). Кислород по трубке поступает через инжектор 10 в камеру смешения 9. Ацетилен по трубке 7 подается в канал 6, окружающий инжектор. Из канала 6 ацетилен инжектируется струей кислорода, вытекающего из инжектора, в камеру смешения 9, где газы смешиваются, по трубке 5 поступают в мундштук 1 и, выходя из него, сгорают, образуя сварочное пламя 2. После установления необходимого состава пламени и разогрева детали открывают отсекающий порошок (на рис. 2.26 не показан). Из бункера 13 порошок под действием собственного веса и инжектирующего действия кислородной струи, выходящей из инжектора 12, попадает в смесительную камеру 11, где смешивается с кислородом. Поток кислородно-порошковой смеси поступает в инжектор 10, обеспечивая инжекцию горючего газа — ацетилена. На выходе из мундштука ацетилено-кислородная смесь горит в виде пламени, которое обеспечивает необходимый нагрев наплавляемой поверхности 4 и частиц порошка, создавая общую сварочную ванну 3.

Наплавку ведут гранулированным самофлюсующимся порошком системы «хром — бор — никель». Расход порошка достигает 2,7 кг/ч. Рекомендуемые размеры частиц порошка 40—100 мкм. Газопорошковую наплавку используют в основном при ремонтных работах для восстановления и упрочнения автотракторных деталей, штампов и матриц, головок рельсов в

железнодорожном транспорте и других деталей. Недостаток этого способа — низкое использование наплавочных материалов (60-80%).

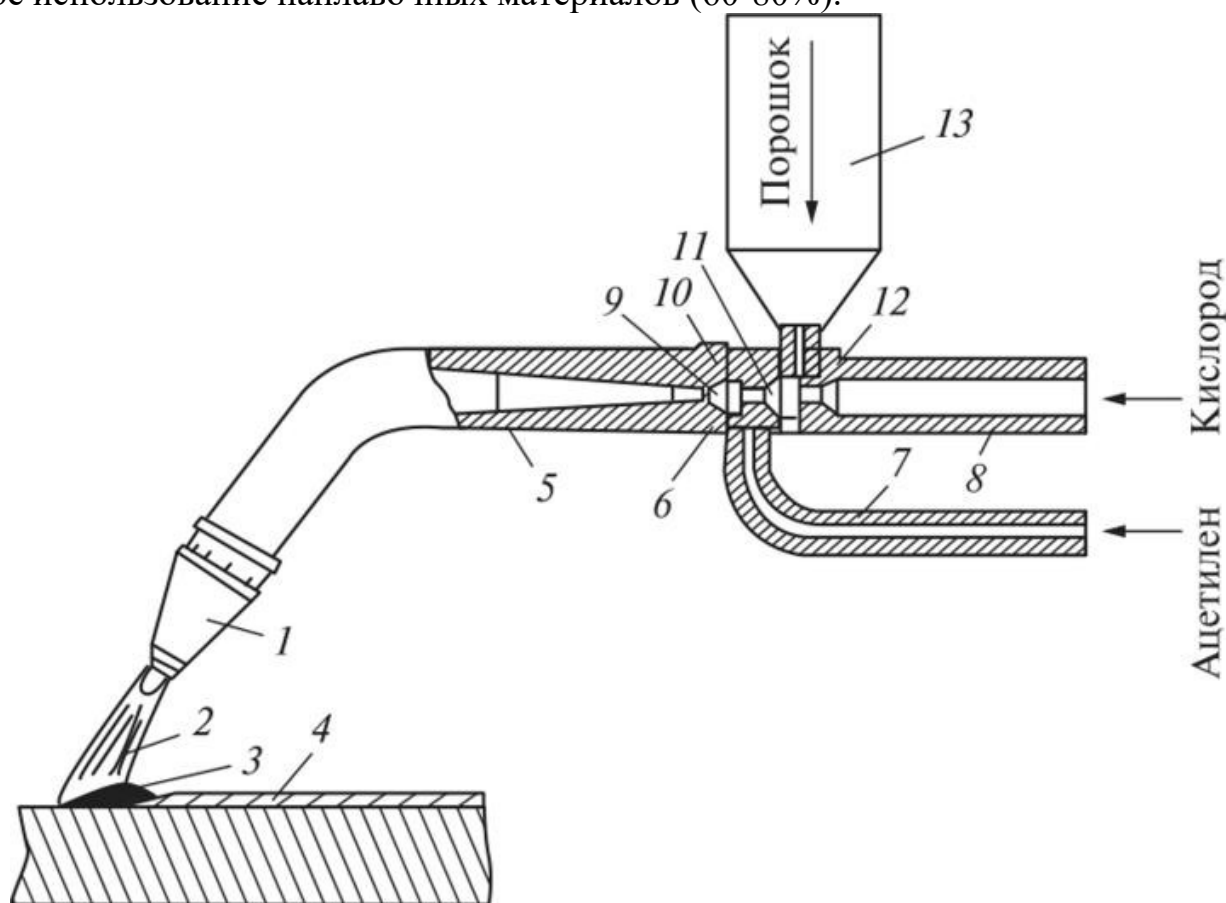


Рисунок 1. Горелка для газопорошковой наплавки

Газопламенное напыление с последующим оплавлением (наплавка напылением) позволяет наносить тонкий износостойкий слой без деформации изделия и основан на применении сплавов «никель — хром — кремний — бор» в виде порошков с температурой плавления 1020— 1080°С. Данные сплавы являются самофлюсующимися, так как при плавлении образуют защитные стеклообразные шлаки. Технологически способ состоит из двух процессов — напыления покрытия и его оплавления. Процесс газопламенного напыления включает в себя нагрев материала до жидкого состояния, его распыление газовой струей и нанесение с большой скоростью на обрабатываемую поверхность. При ударе частицы соединяются между собой и с поверхностью, образуя напыленный слой. Поверхность изделия перед напылением подвергают пескоструйной обработке. Для напыления используют газопламенные горелки порошкового типа, в частности те, которые применяют для газопорошковой наплавки.

Процесс оплавления осуществляют теми же горелками, что и напыление, а также индукционным, печным или плазменным способами. При оплавлении напыленную поверхность нагревают до тех пор, пока она не заблестит и в ней не отразится пламя, при этом происходит сплавление оплавленного слоя с

основным металлом. В связи с тем, что оплавлению покрытия предшествует предварительный подогрев детали до температуры 800—900°C, этот способ применяют для сравнительно небольших изделий, масса и форма которых дают возможность нагревать их до требуемых температур без затруднения.

Газопламенным напылением с последующим оплавлением упрочняют плунжеры, лопадки вентиляторов, лемехи плугов, штампы и т.п.

## Практическое занятие №15

Тема: «Дуговое и высокочастотное напыление. Плазменное напыление».

Цель: привитие практических навыков применения дугового, высокочастотного и плазменного напыления, выбора оборудования и параметра режима дугового, высокочастотного и плазменного напыления.

### 5 Материальное обеспечение

5.1 Инструкция к практическому занятию.

5.2 Чертежи деталей.

5.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 6 Порядок выполнения работы

6.1 Выполнить описание применения, принципа действия дугового, высокочастотного и плазменного напыления.

6.2 Выполнить схемы дугового, высокочастотного и плазменного напыления.

6.3 Выбрать оборудование для дугового, высокочастотного и плазменного напыления.

6.4 Выбрать параметры режима для дугового, высокочастотного и плазменного напыления.

### **Дуговое и высокочастотное напыление. Схема дугового напыления. Схема высокочастотного напыления.**

Сущность процесса *дугового напыления* заключается в том, что подающим механизмом 2 через наконечник 3 непрерывно подаются под углом две изолированные, находящиеся под напряжением проволоки 1, при соприкосновении которых возникает электрическая дуга (рисунок 9).

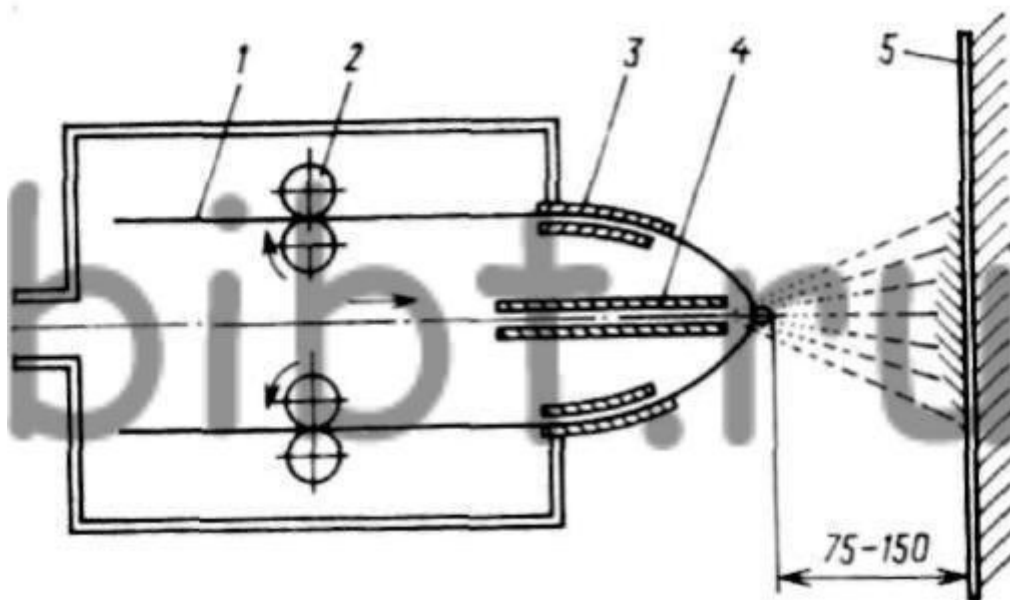


Рисунок 1. *Схема дугового напыления*

Расплавленный в ней электродный металл распыляется струей сжатого воздуха, подводимого под давлением 0,4-0,6 МПа через сопло 4 в зону дуги, ускоряется и направляется на поверхность детали 5, образуя напыленный слой. Для дугового напыления отечественная промышленность выпускает ручные (ЭМ-14, ЭМ-14М) и станочные (ЭМ-12-67, ЭМ-15) металлизаторы, а также установку УДМ-2, в которую входят два металлизатора ЭМ-14М, сварочный выпрямитель, пульт управления, механизм подачи проволоки, средства индивидуальной защиты оператора.

Способ прост в обслуживании, отличается универсальностью: в качестве напыляющих материалов можно применять электродные сварочные и износостойкие наплавочные проволоки (Св-08Г2С, Нп-40, Нп-40Х13, Нп30ХГСА и др.), а также проволоки из цветных металлов (никеля, цинка, меди и др.); возможно нанесение на поверхности деталей защитных антикоррозионных покрытий, а также износостойких - при восстановлении деталей. Толщина покрытия составляет от 0,1 мм до нескольких миллиметров. Покрытия могут быть нанесены на детали любой формы (цилиндрические, плоские) из различных материалов (стали, чугуна, цветных металлов). Применение способа целесообразно не только на крупных ремонтных предприятиях, но и на небольших (например, в ремонтных мастерских колхозов, совхозов).

Напыление выполняют, как правило, в два приема: сначала напыляют подслоя, а затем требуемый сплав.

Производительность *дугового напыления* составляет 3- 20 кг/ч. К недостаткам процесса относится повышенное окисление металла, выгорание легирующих элементов, вследствие чего химический состав покрытия значительно отличается от исходного состава. Применение для напыления

проволок с избытком легирующих элементов в определенной мере компенсирует их потери при выгорании.

Сущность процесса *высокочастотного напыления* состоит в том, что проволока 6 подающими роликами 7 через канал направляющей втулки 8 кольцевого индуктора 4, питаемого от генератора тока высокой частоты, подается в зону концентратора тока, который плавит ее на небольшом участке длины, а проходящая через воздушный канал 5 струя воздуха распыляет на мелкие частицы 3 и наносит на поверхность детали 1, формируя таким образом покрытие 2 (рисунок 10).

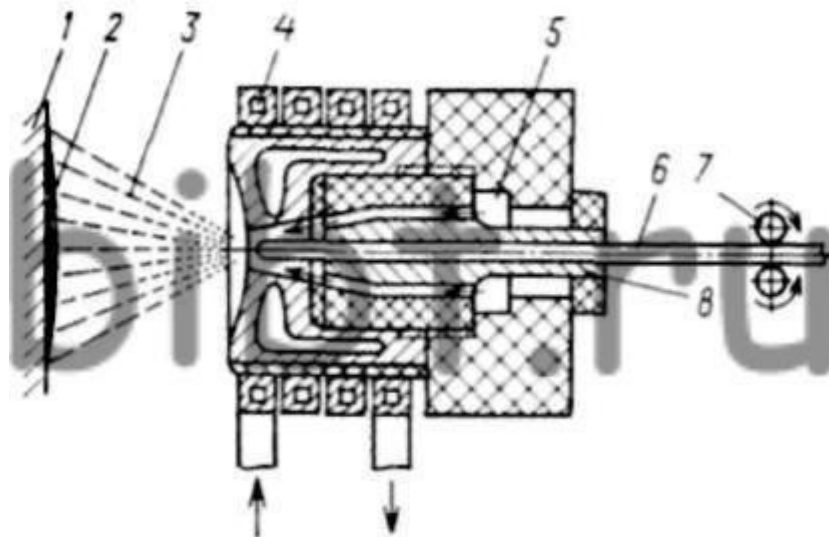


Рисунок 3. Схема высокочастотного напыления

В качестве напыляемого материала применяют стальные проволоки диаметром 4-5 мм тех же марок, что и для дугового напыления. Высокая частота тока (100- 300 кГц) обеспечивается применением ламповых генераторов токов высокой частоты типа ЛГПЗ-30, ЛГПЗ-60г, ГЗ-46 и др.

По сравнению с дуговым напылением высокочастотное уменьшает выгорание элементов, повышает плотность покрытий, но его оборудование сложнее и дороже.

### Плазменно-дуговое напыление

Плазменное напыление по сравнению с газопламенным напылением и электродуговой металлизацией имеет ряд преимуществ:

- позволяет наносить покрытия из материалов широкого состава (металлы, сплавы, оксиды, карбиды, нитриды, бориды, пластмассы и их различные композиции) на разнообразный материал основы (металлы, керамика, графит, пластмассы и др.);

- плазмотроны позволяют в широких пределах регулировать энергетические характеристики плазмы, что облегчает получение покрытий со свойствами, обусловленными требованиями технологии;
- использование в плазменных горелках инертных газов и смесей, не содержащих кислорода, способствует уменьшению окисления напыляемого материала и поверхности детали;
- покрытия, полученные плазменным напылением, по физикомеханическим свойствам превосходят покрытия, полученные газоплазменным и дуговым способами напыления.

Плазменно-дуговое напыление по виду используемого присадочного материала подразделяется на: напыление порошком и напыление проволокой (**рисунок 3.12**).

#### **Технологический процесс**

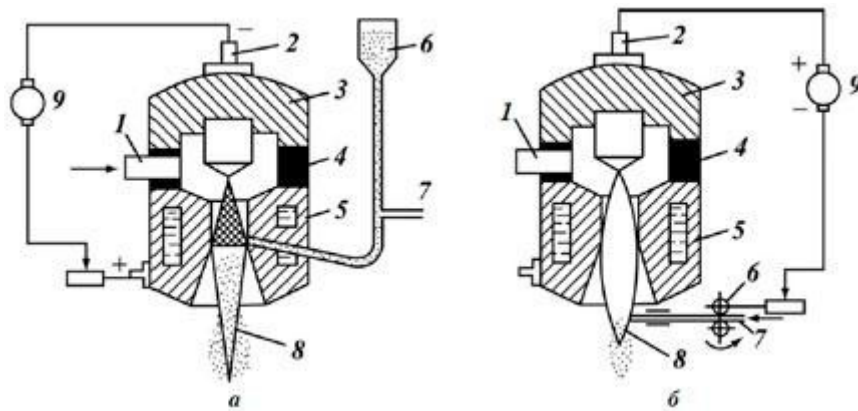
Порошковые распылители в зависимости от свойств и размеров частиц могут осуществлять подачу присадочного материала (**рисунок 3.13**):

- непосредственно в плазменную струю на выходе из плазмотрона;
- под углом к соплу плазмотрона, навстречу потоку ионизированного газа;
- внутрь сопла плазмотрона в заанодную зону или в доанодную зону плазменной дуги.

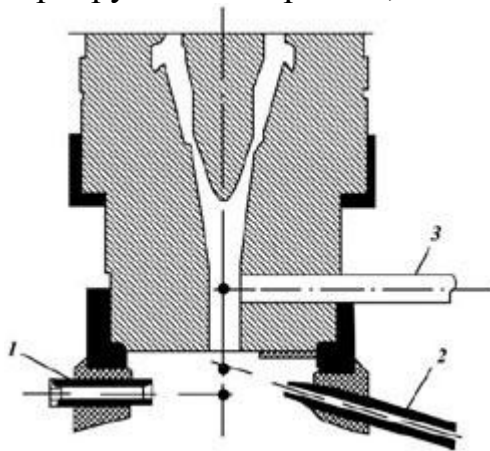
Подача порошка в плазменную струю используется в плазмотронах большой мощности. Такая схема подачи не влияет на формирование потока плазмы, а плазмотроны характеризуются завышенной мощностью, чтобы тепла плазменной струи хватило на нагрев порошка.

Подача порошка в доанодную зону наиболее выгодна с точки зрения теплообмена, но сопряжена с перегревом частиц в сопле и забиванием сопла расплавленными частицами, что приводит к необходимости выдвижения повышенных требований к равномерности подачи порошка.

Эффективность нагрева частиц порошка можно повысить при одних и тех же параметрах режимов путем более равномерного его распределения по сечению горячей зоны плазменной струи. Этому способствуют конструкции плазмотронов, позволяющие вводить порошок в плазменную струю не через одно отверстие, а, например, через три, расположенных под углом 120°. При этом КПД нагрева порошка изменяется от 2 до 30 %.



**Рисунок 4.** Схема плазменного напыления: а - порошком; б - проволокой. 1 - подвод плазмообразующего газа; 2 - катод плазмотрона; 3 - корпус катода; 4 - изолятор; 5 - корпус анода; 6 - порошковый питатель (рис. а) или механизм подачи проволоки (рис. б); 7 - подвод газа, транспортирующего порошок; 8 - плазменная струя; 9 - источник питания.



**Рисунок 5.** Схемы подачи порошка в плазмотрон: 1 - в плазменную струю; 2 - под углом к плазменной струе; 3 - в сопло.



## Практическое занятие №16

Тема: «Разработка технологического процесса восстановления поверхностей хромированием».

Цель: привитие практических навыков разработки технологического процесса восстановления поверхностей хромированием, выбора электролита.

### 7 Материальное обеспечение

7.1 Инструкция к практическому занятию.

7.2 Чертежи деталей.

7.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /[А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 8 Порядок выполнения работы

8.1 Выполнить описание применения, достоинств и недостатков электролитического (гальванического) покрытия хромированием.

8.2 Выполнить схему электролитического осаждения металла.

8.3 Выбрать электролит для хромирования.

8.4 Разработать технологический процесс восстановления поверхностей хромированием.

## Технологический процесс хромирования

Технологические операции при ремонте (восстановлении) деталей хромированием выполняют в следующей последовательности.

Механическая обработка. Поверхности деталей, подлежащие хромированию, шлифуют до выведения следов износа и получения необходимой геометрической формы.

Промывка деталей в органических растворителях и протирка ветошью. В качестве растворителей применяют бензин, керосин, трихлорэтан, бензол и др.

Монтаж деталей на подвеску. Необходимо следить, чтобы детали одинаково отстояли от поверхности анода. Ванну следует загружать однородными деталями, укрепленными на одинаковых подвесках. Подвески и контакты должны быть изготовлены из одинаковых материалов. Контактные

крючки рекомендуется изготавливать из бронзы и меди. В качестве материала для подвесок, применяют сталь, сечения подвесок рассчитывают, исходя из плотности тока 0,7... 1,0 А/мм<sup>2</sup>. Ежедневно аноды очищают от окислов и налета электролита.

**Обезжиривание.** Рекомендуется применять электролитическое обезжиривание в растворе следующего состава: едкий натр (NaOH)—30... 50 г/л; кальцинированная сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)—25...30 г/л и жидкое стекло (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) — 10 ... 20 г/л.

Температура электролита — 60... 70°, плотность тока — 5...15 А/дм<sup>2</sup>. Время выдержки на катоде — 2... 3 мин, а на аноде — 1...2 мин. После обезжиривания детали сначала промывают горячей водой (60... 80°), а затем холодной. Обезжиривание считается законченным, если после промывки вода равномерно смачивает поверхность. После обезжиривания производится изоляция<sup>1</sup> поверхностей, не подлежащих хромированию. Для изоляции можно применять перхлорвиниловый лак, лак АК-20, целлулоид, винипласт, плексиглас, хлорвиниловые трубки или хлорвиниловую изоляционную ленту.

**Декапирование** — это процесс обработки деталей в хромовом\* электролите, состоящем из 100 г хромового ангидрида (CrO<sub>3</sub>) и 2...3 г серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) на 1 л воды.

Декапирование (травление) стальных деталей проводят в течение 30... 90 с при плотности тока 25... 40 А/дм<sup>2</sup>. А для деталей из серого чугуна лучшие результаты, в смысле прочности сцепления, достигаются при плотности тока 20... 25 А/дм<sup>2</sup> и продолжительности декапирования 25... 30 сек. Температура электролита во всех случаях должна быть 55... 60 °С.

**Процесс хромирования.** После анодного декапирования детали загружают в ванну хромирования и прогревают их при выключенном токе в течение 5... 6 мин, а затем дают полный ток согласно режиму хромирования. При хромировании чугунных деталей вначале в течение 3... 5 мин дают «толчок тока» при плотности, в 2...2,5 раза превышающей выбранную по режиму. Колебания температуры электролита могут быть в пределах ±1 °С. Не допускаются перерывы тока в процессе электролиза, так как они вызывают отслаивание хромового покрытия. Продолжить процесс после перерыва тока можно, если хромируемую поверхность подвергнуть анодному травлению при плотности тока 25... 30 А/дм<sup>2</sup> в течение 30... 40 с, а затем изменить направление тока. В этом случае осаждение хрома следует начинать при катодной плотности тока 20... 25 А/дм<sup>2</sup> и постепенно увеличивать до нормальной.

Аноды для хромирования изготавливают из чистого свинца или сплава, состоящего из 92...93% свинца и 7... 8% сурьмы. Аноды из чистого свинца в большей степени покрываются нерастворимой и непроводящей пленкой хромовокислого свинца, чем аноды из сплава свинца и сурьмы. В большинстве случаев аноды изготавливают плоскими и цилиндрическими. При

хромировании деталей сложной конфигурации очертания анода определяются формой катода. Расстояние между анодами и деталями рекомендуется делать 30... 35 мм, но не более 50 мм. Расстояние деталей от днища ванны должно составлять не менее 100... 150 мм, а от верхнего уровня электролита — не менее 50... 80 мм. Уровень электролита должен быть ниже верхних кромок ванны на 100...150 мм. При завешивании деталей в ванну необходимо, чтобы все участки анодов были одинаково удалены от противоположных участков катода. При этом толщина слоя хрома откладывается равномерно по всей поверхности детали.

Глубина погружения анодов и деталей (катодов) в ванну должна быть одинаковой, так как при различной глубине на краях хромируемых деталей образуются утолщения, искажающие форму. Скорость осаждения слоя хрома при плотности тока 40... 100 А/дм<sup>2</sup> составляет 0,03... 0,06 мм/ч.

По окончании процесса хромирования детали выгружают из ванны и вместе с подвесками промывают в холодной воде (в сборнике электролита) 15... 20 с. Окончательно детали моют в холодной проточной воде.

Обработка после покрытия. Промытые и очищенные от изоляции детали иногда подвергают термической обработке при температуре 150—200°С в течение 2...3 ч, а затем механической.

Для шлифования применяют круги мягкие или средней твердости с размером зерна от 60 до 120. Шлифование ведут при интенсивном охлаждении жидкостью и при скорости круга 20...30 м/с и выше. Скорость вращения детали—12...20 м/мин.

Режимы электролиза. Процесс осаждения хрома и свойства хромовых покрытий зависят от режима, при котором осаждается хром на поверхности металла, т. е. от катодной плотности тока и температуры электролита. Наиболее ясное представление о примерных границах режимов электролиза, обеспечивающих получение серого, блестящего и молочного осадков хрома, дает диаграмма плотности тока и температуры ( $DK-t$ ), изображенная на рисунке 19.

Серый осадок хрома появляется на катоде при низких температурах электролиза (35...50 °С) и широком диапазоне плотностей тока. Осадки блестящего\* хрома обладают высокой твердостью (6000... 9000 Н/мм<sup>2</sup>), высокой износостойкостью и меньшей хрупкостью.

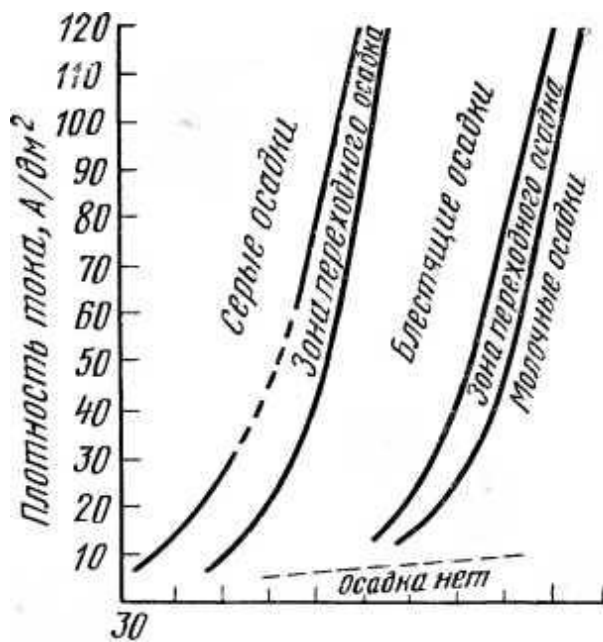


Рисунок 1. Зоны хромовых осадков.

Молочный хром получается при более высоких температурах, электролита (выше 70 °C) и широком интервале плотностей тока. Молочные осадки отличаются пониженной твердостью (4400..-6000 Н/мм<sup>2</sup>), пластичностью и повышенной коррозионной стойкостью.

Пористое хромирование. Пористое хромирование применяется при ремонте деталей, работающих на трение в паре с различными металлами и сплавами при высоких удельных давлениях и окружных скоростях или при повышенных температурах. К таким деталям относятся гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания, коленчатые валы и др.

Пористые хромовые покрытия можно получать механическим,, химическим и электрохимическим способами.

При механическом способе на поверхность детали до хромирования наносят углубления в виде пор или каналов. Такую подготовку обеспечивают накаткой специальным роликом, дробеструйной обработкой и другими способами. После хромирования воспроизводятся неровности, полученные при подготовке.

Химическим способом получают пористость путем травления поверхности в соляной кислоте.

Наибольшее распространение получил электрохимический способ получения пористого хрома. Этот способ заключается в анодной обработке хромированных деталей в электролите того же состава. В зависимости от режимов хромирования пористость хромовых покрытий бывает двух типов — канальчатая и точечная.. При ремонте гильз цилиндров, втулок, коленчатых валов и подобных им деталей применяется канальчатый тип пористости. Такую> пористость и наименьший износ в условиях трения можно получить при хромировании в электролите, состоящем из 250 г CrO<sub>3</sub> и 2,5 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на 1 л

воды, при температуре электролита  $60 \pm 1$  °С и катодной плотности тока 55... 60 А/дм<sup>2</sup>. Травление ведут при плотности анодного тока 35 ...45 А/дм<sup>2</sup> в течение 8 мин в том же электролите.

Точечная пористость образуется при хромировании в универсальном электролите при плотности тока 45... 55 А/дм<sup>2</sup> и температуре 50... 55 °С. Анодную обработку проводят так же, как и при канальчатой пористости, т. е. при плотности тока 35... 45 А/дм<sup>2</sup> в течение 8 мин.

Хромирование в саморегулирующемся электролите. В последнее время разработан новый хромовый электролит, называемый скоростным саморегулирующимся, его состав: хромовый ангидрид — 225... 300 г/л, кремнефтористый калий — 20 г/л и сернокислый стронций — 6 г/л.

В таком электролите выход по току при хромировании составляет 17... 22%. Саморегулирующимся он назван потому, что при электролизе в нем автоматически поддерживается необходимая концентрация анионов, вводимых в хромовый электролит. Это происходит в результате избыточного количества труднорастворимых солей кремнефтористого калия и сернокислого стронция, растворимость которых изменяется в зависимости от концентрации хромового ангидрида и температуры электролита.

Чтобы получить износостойкое покрытие в саморегулирующемся электролите, рекомендуют соблюдать следующие режимы хромирования: плотность тока 50... 100 А/дм<sup>2</sup>, температура электролита 45... 55°С. Молочные осадки можно получить при температуре электролита 55... 70 °С и плотности тока 20... 35 А/дм<sup>2</sup>. Микротвердость покрытий из саморегулирующегося электролита составляет 3000... 13 000 Н/мм<sup>2</sup>.

Недостаток такого электролита — сильное взаимодействие его со сталью и другими металлами, в результате чего происходит растравливание обрабатываемых поверхностей. Поэтому загружать детали в ванну необходимо только при включенном токе. Аноды для хромирования в саморегулирующемся электролите рекомендуется применять из сплава: 90% свинца и 10% олова. Чтобы приготовить саморегулирующийся электролит, в ванне хромирования растворяют нужное количество хромового ангидрида и доливают воду до рабочего уровня. Предварительно хромовый ангидрид подвергают анализу на содержание серной кислоты, которую удаляют из электролита путем добавления в него углекислого бария или стронция. На 1 г серной кислоты вводят 2,2... 2,3 г углекислого бария или 1,53 г углекислого стронция. После осаждения серной кислоты в электролит вводят нужное количество сернокислого стронция и кремнефтористого калия и нагревают до температуры 50...60°С. Нагревание длится 15... 16ч при периодическом перемешивании через каждые 2... 3 ч. После этого электролит готов к эксплуатации.

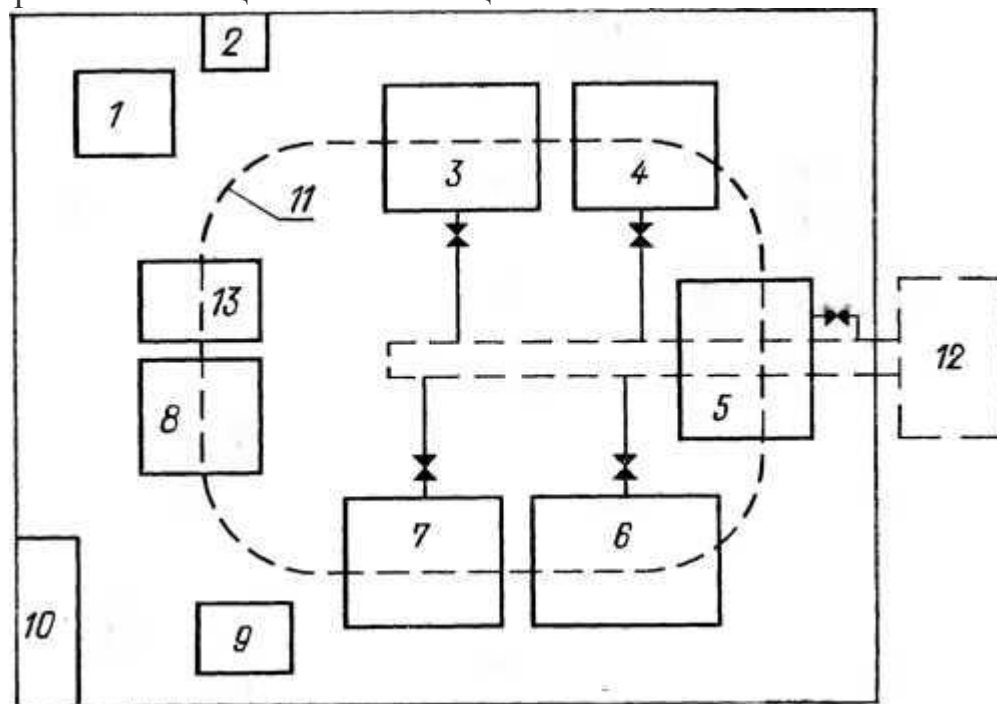
Корректируют электролит путем систематического добавления хромового ангидрида. Вместе с хромовым ангидридом вводят углекислый стронций.

Кремнефторид калия и сернокислый стронций в количестве 1 г/л добавляют, когда поверхность отхромированных деталей приближается к 1 м<sup>2</sup>.

Контроль хромовых покрытий. В производственных условиях качество покрытий следует проверять внешним осмотром и замером размеров хромированных поверхностей. При внешнем осмотре необходимо обращать внимание на блеск, отслоение и плотность осадка, равномерность и отсутствие шелушения и другие видимые дефекты. Дефекты покрытий получаются в результате неисправностей в работе ванн хромирования, например отслаивание покрытия возникает в результате недостаточного обезжиривания и декапирования, а также при наличии перерывов тока в процессе хромирования. Шелушение осадков появляется при недостаточном контакте детали с подвеской или при повышенной плотности тока. Неравномерное покрытие может быть при образовании пленки хроматов свинца на анодах, недостатке серной кислоты, избытке трехвалентного хрома. Во избежание перечисленных выше дефектов, необходимо откорректировать электролит и устранить другие неполадки в работе ванн хромирования.

Оборудование. Схема расположения оборудования участка восстановления деталей хромированием приведена на рисунке 20.

Источники тока — выпрямители с напряжением 12 В ВАКГ-12/6-3000, ВАГГ-12/600М, ВАС-600/300 и другие, а также низковольтные генераторы АНД 500/250, 750/375, 1000/500, 1500/750. Ванны для гальванического участка изготавливают из листовой стали толщиной 4... 5 мм. Облицовка для ванн промывки и обезжиривания не требуется. Внутреннюю поверхность ванны хромирования облицовывают свинцом.



Рисунок

на		участке		восстановления
деталей				хромированием:
1—	выпрямитель;	2—	электроцитг;	
3—	ванна	для	электрохимического	обезжиривания;
4—	ванна	для	горячей	промывки;
5—	ванна	для	холодной	промывки;
6—	ванна	для		декапирования;
7	—	ванна	для	хромирования;
8	—	ванна	для	улавливания электролита;
9	—	шкаф	сушильный;	10—
11			—	стеллаж ремфонда;
12			—	электротельфер;
13	— стол для монтажа и демонтажа.			сборник-нейтрализатор;

## Практическое занятие №17

Тема: «Разработка технологического процесса восстановления поверхностей железнением».

Цель: привитие практических навыков разработки технологического процесса восстановления поверхностей железнением.

### 9 Материальное обеспечение

9.1 Инструкция к практическому занятию.

9.2 Чертежи деталей.

9.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 10 Порядок выполнения работы

10.1 Выполнить описание применения, достоинств и недостатков железнения (осталивания).

10.2 Выбрать электролит для железнения.

10.3 Разработать технологический процесс восстановления поверхностей железнением.

## Технологический процесс железнения

Технологические операции при ремонте (восстановлении) деталей железнением выполняют в следующей последовательности: механическая обработка восстанавливаемых поверхностей; промывка органическими растворителями; промывка в воде; изоляция поверхностей, не подлежащих покрытию; монтаж деталей на подвеску; электрохимическое обезжиривание; промывка в горячей и холодной воде; анодная обработка; железнение, промывка в горячей воде после железнения.

Механическая обработка восстанавливаемых поверхностей производится с целью удаления следов износа и создания требуемой геометрической формы.



Шероховатость поверхностей после обработки должна быть в пределах  $R_a=1,25$  мкм по ГОСТ 2789—73. Промывка деталей органическими растворителями, изоляция поверхностей, не подлежащих покрытию, монтаж деталей на подвеску, электрохимическое обезжиривание, промывка в горячей и холодной воде производятся так же, как и при хромировании.

Анодная обработка деталей производится в ванне следующего состава: серная кислота — 360 ... 400 г/л и сернокислородное железо — 10... 25 г/л.

Режим обработки: температура электролита 18... 25 °С, плотность тока 30... 80 А/дм<sup>2</sup>, время травления 30... 60 с в зависимости от термообработки детали. В качестве анодов применяют пластины из свинца, площадь которых в 2... 4 раза должна превышать площадь обрабатываемой поверхности деталей.

После анодной обработки детали промывают в ванне с холодной водой в течение 0,5... 1,0 мин. Поверхность деталей после анодной обработки должна иметь светло-серебристый цвет.

С целью получения надежных устойчивых результатов по прочности сцепления покрытия с основой при восстановлении крупногабаритных деталей, изготовленных из легированных сталей и закаленных до высокой твердости, анодную обработку деталей ведут сначала в растворе хлористого железа, затем в 30% растворе серной кислоты. В ванне железнения детали выдерживают без тока 1 ... 2 мин для подогрева, а потом подвергают травлению. Стальные детали с различной термической и химико-термической обработкой травят при плотности тока 40... 100 А/дм<sup>2</sup> в течение 2... 5 мин. Температура хлористого электролита должна быть в пределах 70... 80°С. После травления в хлористом электролите детали тщательно промывают в холодной воде с целью удаления остатков хлористого электролита и охлаждения детали. Для очистки детали от шлама, образующегося при травлении в хлористом электролите, производится анодная обработка в 30% растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. После анодной очистки детали промывают сначала холодной, потом теплой водой. При промывке не только удаляют остатки серной кислоты с поверхностей деталей и подвесных приспособлений, но и прогревают поверхностные слои металла крупногабаритных деталей. Затем загружают подвеску с деталями в ванну железнения и выдерживают без тока 20 ... 30 с, включают ток плотностью 2...3 А/дм<sup>2</sup> и осаждают металл в течение 3...5 мин, повышают ток до плотности 10... 15 А/дм<sup>2</sup> и снова осаждают металл в течение 3... 5 мин, после этого доводят плотность тока до необходимой величины согласно заданному режиму. По возможности наращивание величины тока лучше производить постепенно. В горячих хлористых электролитах применяются следующие режимы электролиза: плотность тока 15... 40 А/дм<sup>2</sup>, температура электролита 60... 80 °С. При железнении используют аноды из малоуглеродистой стали марки Ст. 2, Ст. 3, сталь 10, АРМКО. Длина анодов должна быть меньше длины деталей на 5... 10 мм. Аноды располагают в ванне

на расстоянии 180...200 мм друг от друга и на расстоянии в пределах 100 мм от деталей. Площадь анодов должна примерно в два раза превышать площадь деталей. Детали должны погружаться в ванну на 50 ...80 мм ниже верхнего уровня электролита и не доходить до дна ванны на 100...150 мм. Аноды необходимо помещать в чехлы из стеклоткани во избежание загрязнения электролита. По окончании процесса железнения детали промывают в ванне с горячей водой (60... 70 °С), а затем подвергают нейтрализации в растворе состава, г/л:

- азотнокислый натрий — 50;
- углекислый натрий— 10;
- уротропин технический — 30.

Температура раствора 60...70°С, время обработки 2...10 мин.

После нейтрализации детали промывают в ванне с горячей водой, демонтируют с подвесок, по внешнему виду определяют качество покрытия и с помощью стандартного мерительного инструмента измеряют толщину осажденного слоя.

Выбор электролитов железнения. Условия электролиза (концентрацию и температуру электролита, плотность тока) выбирают в зависимости от свойств покрытий, получаемых при железнении, требуемой толщины покрытия, характера работы детали и ее конфигурации.

Для восстановления деталей сельскохозяйственной техники, изготовленных из нормализованных сталей 20, 30, 35, 40, 45, микротвердость которых находится в пределах 2000... 2400 Н/мм<sup>2</sup>, и имеющих, как правило, значительные износы, рекомендуется использовать среднеконцентрированный электролит оптимальной концентрации (300...350 г/л хлористого железа).

Для восстановления деталей, изготовленных из среднеуглеродистых и термически обработанных сталей 35, 40, 45, 45Г2, 50, 65Г и других, микротвердость которых находится в пределах 2400...3200 и 3600...4100 Н/мм<sup>2</sup>, рекомендуется использовать малоконцентрированный и среднеконцентрированный электролиты, позволяющие получать покрытия толщиной до 1,0... 1,5 мм. Опыт работы ремонтных предприятий по восстановлению деталей железнением показал, что при разработке технологического процесса следует руководствоваться следующими соображениями. Электролиты малой и средней концентрации дают возможность получать покрытия, микротвердость которых находится в пределах 2000...6500 Н/мм<sup>2</sup>. В этих электролитах можно восстанавливать широкую номенклатуру деталей, изготовленных из разных сталей и имеющих различную термическую и химико-термическую обработку, за исключением деталей с износами более 2 мм.

Толстые покрытия невысокой твердости могут быть получены при использовании более концентрированных электролитов.

Контроль качества покрытий. После железнения и промывки ^ деталей проверяют качество покрытий. В производственных условиях контроль качества покрытий включает: внешний осмотр невооруженным глазом и через лупу, проверку твердости с помощью приборов и напильника, определение размеров деталей мерительным инструментом.

При внешнем осмотре проверяют наличие отслоений покрытий, шероховатость поверхности и характер дендритов на острых кромках, обращают внимание на плотность осадков и блеск. Качественное покрытие не должно иметь наростов, бугорков, большого количества дендритов, вздутия, разрывов, шелушения и других подобных дефектов.

Железнение на асимметричном токе. За последнее время в ремонтном производстве нашли применение технологические приемы нанесения железных покрытий путем использования асимметричного переменного тока промышленной частоты. При железнении на асимметричном токе можно в широких пределах изменять структуру и физико-механические свойства покрытий, а также обеспечить высокую прочность сцепления осадков железа с восстановленными деталями. В настоящее время разработано много схем формирования периодического асимметричного тока.

Наибольшее распространение в ремонтном производстве получила схема установки для получения периодического тока, предложенная А. А. Эпштейном и Р. С. Пиявским и приведенная на рисунке 21. Основное влияние на качество покрытий и физико-механические свойства оказывает отношение плотности катодного тока  $D_k$  к плотности анодного тока  $D_a$ , то есть  $p = D_k / D_a$ .

Для обеспечения надежной прочности сцепления покрытий с основным металлом процесс железнения начинают при  $D_k = 2 \dots 3$  А/дм<sup>2</sup> и катодно-анодном отношении 1,3... 1,5 и осаждают металл в течение 2... 3 мин. Затем в течение 10 мин плавно увеличивают плотность катодного тока до 40... 50 А/дм<sup>2</sup>, а  $i_{\Sigma}$  доводят до значения, равного 8... 10, и продолжают процесс железнения до получения необходимых размеров деталей. Температура электролита находится в пределах 20... 40 °С. При этих режимах средняя скорость осаждения железа составляет 0,25... 0,35 мм/ч\*. Осаждение металла на асимметричном переменном токе можно вести из обычного малоконцентрированного электролита следующего состава: двухлористое железо — 200 ... 250 г/л, соляная кислота — 1 ... 1,5 г/л.

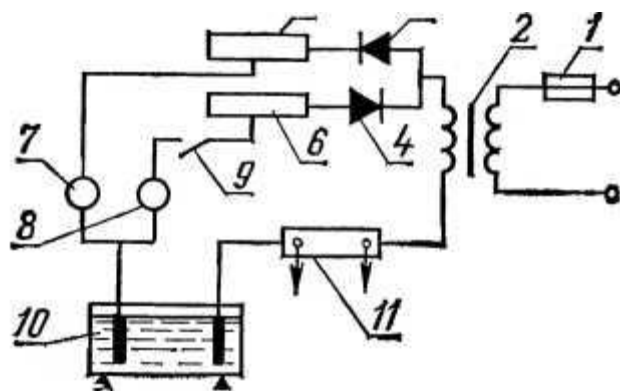


Рисунок	21.	Схема	установки
для	получения	периодического	тока:
1	—	—	предохранитель;
2	—	силовой	трансформатор;
3 и 4	—	полупроводниковые	вентили;
5 и 6	—	управляемые резисторы	прямого
и 7	—	обратного	токов;
и 8	—	амперметры	магнитоэлектрической
системы	для	измерения	силы прямого
и 9	—	обратного	токов;
10	—	—	переключатель;
11	—	—	ванна;

10—гальваническая

11 — шунт общей цепи.

Изменяя плотность катодного тока ( $D_k$ ) и  $i_p$ , можно получить покрытия с высокой микротвердостью. При  $p=4...8$  ш  $D_k = 20 \text{ А/дм}^2$  микротвердость покрытий достигает  $4500... 5200 \text{ Н/мм}^2$ , а при тех же значениях  $p$ , но при  $D_k=40 \text{ А/дм}^2$ , —  $5200... 5700 \text{ Н/мм}^2$ .

**Механическая обработка.** Механическая обработка деталей,, восстановленных железнением, может производиться шлифованием или точением в зависимости от твердости покрытия и конфигурации детали. При шлифовании рекомендуется использовать круги из электрокорунда твердостью СМ1—СМ2, зернистостью 16 ... 25-на керамической связке. Режимы шлифования принимаются следующие: продольная подача —  $0,3... 0,5 \text{ м/мин}$ , поперечная подача —  $0,005... 0,015 \text{ мм/дв}$ , ход, скорость шлифовального круга —  $20... 35 \text{ м/с}$ , скорость вращения изделия— $10 \text{ м/мин}$ , расход смазочно-охлаждающей жидкости — не менее  $15 \text{ л/мин}$ . Обработка электролитического железа резанием отличается от обработки резанием обычных углеродистых сталей.

Особенность мягких осадков — то, что они насыщены включениями гидроокиси в значительно большей степени, чем твердые осадки.

Обработку покрытий рекомендуется производить резцом, оснащенным пластинкой металлокерамического твердого сплава Т30К4 или минералокерамической пластинкой ЦМ 332.

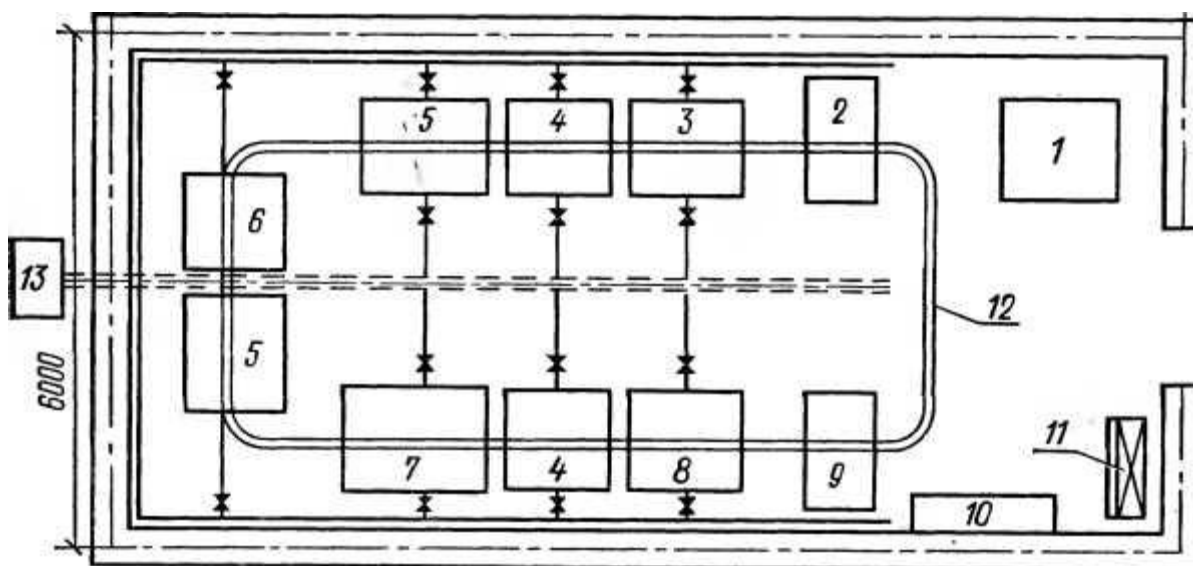


Рисунок 22. Расположение оборудования на участке восстановления деталей желез-иением: 1 — источник питания;  
 2 — стол монтажный; 3 — ванна электрохимического обезжиривания; 4 — вайна горячей промывки; 5 — ванна холодной промывки; 6 — ванна анодного травления; 7 — ванна железнения; 8 — ванна нейтрализации; 9 — стол демонтажный; 10 — стеллаж земфонда; 11 — калорифер; 12 — электротельфер; 13 — сборник-нейтрализатор

## Практическое занятие №18

**Тема: Разработка технологического процесса восстановления поверхностей металлизацией**

**Цель:** приобретение практических навыков по составлению и выполнению технологического процесса отдельных операций ремонтных работ.

### 1 Материальное обеспечение

- 1.1 Инструкция к практической работе
- 1.2 Техническая и справочная литература
- 1.3 Воронкин Ю.Н. Поздняков Н.В. «Методы профилактики и ремонта технологического оборудования» - М.: Академия 2010 год
- 1.4 Гельберг Г.Б., Пекелис Г.Д. «Ремонт промышленного оборудования» - М.: Высшая школа 1988год
- 1.5 Галай Е.И., Каверин В.В., Колядко И.А. «Монтаж и ремонт подъемно-транспортных машин» - М.: Москва, Машиностроение 1991 год

### 2 Порядок выполнения работы

- 2.1 Сообщение темы, плана постановка цели урока.
- 2.2 Конспектирование вариантов технологической последовательности выполнения металлизации на различном оборудовании и установках.
- 2.3 Выполнить схему металлизации на различном оборудовании и установках.
- 2.4 «Разбить» технологическую последовательность восстановления детали методам металлизации на операции согласно рабочим местам выполнения отдельных элементов процесса металлизации.
- 2.5 Записать технологический процесс восстановления детали методам металлизации в соответствие с требованием ЕСКД выделяя операции и краткое их содержание.

### 3 Выполнение работы

3.1 Металлизацией называется процесс нанесения расплавленного металла на поверхность детали путем напыления. Сущность процесса состоит в том, что расплавленный в специальном приборе металлизаторе металл подхватывается струей воздуха или газа, распыляется и мельчайшими частицами переносится на предварительно подготовленную поверхность детали. Давление струи воздуха составляет  $\dots$ , скорость переноса частиц  $2 \dots$  размеры части  $2 \dots$ . металлизация широко применяется в ремонтной практике, так как позволяет получить покрытие толщиной до 8 мм. Прочность сцепления наплавленного металла с основной деталью в значительной степени зависит от подготовительных операций. Поверхность очищается от масла и грязи

пескоструйными аппаратами с кварцевым песком удаляется окисная пленка. Для придания детали правильной геометрической формы ее обрабатывают, поверхность детали должна быть шероховатой для лучшего сцепления частиц напыленного металла. На цилиндрических деталях нарезается рваная резьба.

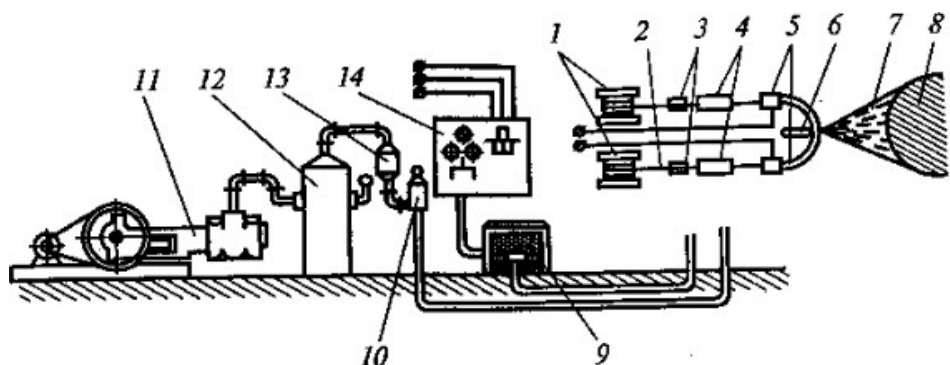


Рисунок 1 Схема металлизационной установки:

1 – барабан; 2 – проволока-электрод; 3 – тяговые ролики; 4 – направляющие трубки; 5 – приемные трубки; 6 – сопло; 7 – струя распыленного металла; 8 – деталь; 9 – трансформатор; 10 – редуктор с манометром; 11 – компрессор; 12 – воздушный редуктор; 13 – маслоотделитель; 14 – электрощит.

На рисунке приведена схема работы металлизационной установки. С барабана проволока-электрод 2 подается тяговыми роликами 3 через направляющие трубки 4 в приемные трубки 5, к которым поступает электрический ток. От компрессора 11 через сопло 6 подается сжатый воздух под давлением , Расплавленный электродугой металл электрода подается на поверхность ремонтируемой детали 8.

Режим работы аппарата: напряжение 2 3 , расстояние от сопла до напыляемой поверхности , диаметр проволоки электрода 2 , подача до .

Металлизация цилиндрических деталей может производиться на токарном станке. Деталь закрепляется в центрах токарного станка, металлизатор устанавливается на суппорте, деталь медленно вращается и металлизатор поступательно перемещается.

3.2 Таблица 1 Технологический процесс восстановление цилиндрической детали металлизацией

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Оборудование	Примечание
----------------	--	--------------	------------

005	Пескоструйная Очистить детали от грязи, масла и коррозии.	Установка И-30	
010	Токарно-винторезная Точить поверхности до устранения следов износа. Нарезать «рваную резьбу» глубиной 0,7мм, шагом 1,25мм	Токарно-винторезный станок 16K20	
015	Металлизация Нанести расплавленный металл на поверхность детали путем напыления	Токарно-винторезный станок 16K20 Металлизатор ЭМ-14М	
020	Токарно-винторезная Точить поверхность в размер согласно чертежу	Токарно-винторезный станок 16K20	



## **Практическое занятие №19**

**Тема: Разработка технологического процесса восстановления поверхностей полимерными материалами**

**Цель:** приобретение практических навыков по составлению и выполнению технологического процесса отдельных операций ремонтных работ.

### **1 Материальное обеспечение**

1.2 Инструкция к практической работе.

1.3 Техническая и справочная литература

1.4 Воронкин Ю.Н., Поздняков Н.В. «Методы профилактики и ремонта технологического оборудования» - М.: Академия 2010 год.

1.5 Гельберг Г.Б., Пекелис Г.Д. «Ремонт промышленного оборудования» - М.: Высшая школа 1988год.

1.6 Галай Е.И., Каверин В.В., Колядко И.А. «Монтаж и ремонт подъемно-транспортных машин» - М.: Москва, Машиностроение 1991 год.

### **2 Порядок выполнения работы**

3.1. Сообщение темы, плана постановка цели урока.

3.2. Конспектирование вариантов технологической последовательности выполнения восстановления детали полимерными материалами на различном оборудовании и установках.

3.3. Выполнить схему выполнения восстановления детали пластмассовыми композициями на различном оборудовании и установках.

3.4. «Разбить» технологическую последовательность восстановления детали пластмассовыми композициями на операции согласно рабочим местам выполнения отдельных элементов процесса металлизации.

3.5. Записать технологический процесс восстановления детали пластмассовыми композициями в соответствии с требованием ЕСКД, выделяя операции и краткое их содержание.

### **3 Выполнение работы**

3.6. Акрилат АСТ-Т, бутакрил, эпоксидно-акриловая пластмасса СХЭ-2 и некоторые другие пластмассовые композиции – это термoplastические массы холодного отверждения, состоящие из различных порошков и жидкостей: при их смешении образуется сметанообразная масса, быстро затвердевающая без подогрева и давления. Процесс отверждения сопровождается выделением теплоты.

3.7. Область применения таких полимерных материалов весьма широка. Они используются при ремонте изношенных деталей и сборочных единиц промышленного оборудования в качестве компенсаторов износа для восстановления нарушенных размерных цепей станков и машин. Полимерными материалами восстанавливают: круговые направляющие станин карусель станков, направляющие кареток токарных, фрезерных, расточных, зубофрезерных, зубострогальных, радиально-сверлильных и других станков; клинья и планки механизмов всех видов оборудования, в том числе механических прессов. Они также используются для ремонта подшипников, шпинделей револьверных головок токарно-револьверных станков, отверстий под пиноль задней бабки, резьбы гаек ходовых, винтов, втулок, посадочных мест зубчатых колес и шкивов деталей гидронасосов кулисных механизмов и д.р.

3.8. Затвердевшие пластинки из этих материалов износостойки, хорошо работают в паре с чугуном, сталью, бронзой. При этом коэффициент трения составляет 0,18, а при введении в композицию требуемого количества антифрикционного материала он уменьшается до 0,14.

3.9. В зависимости от состава полимерные материалы обладают различными физико-механическими свойствами и рабочими характеристиками.

3.10. Качество подготовки поверхностей и выверка точности координат перед восстановлением влияют на качество и трудоемкость ремонта агрегата в целом. Чем точнее и чище обработаны формирующие поверхности, тем качественнее получается сопрягаемая поверхность трения из пластмассовой композиции, а чем точнее осуществлена выверка сборочной единицы перед заливкой пластмассы, тем выше качество восстанавливаемых размерных цепей механизмов после отверждения последней. В результате исключаются операции дополнительной пригонки направляющих.

Таблица 1 Технологический процесс восстановления деталей полимерными материалами

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Оборудование	Примечание
005	Восстановление геометрической точности базовой (формирующей) детали (станины, стола, планшайбы и д.р.)		
010	Подготовка наращиваемой (формируемой) поверхности направляющих восстанавливаемой детали.		

015	Нанесение разделительного слоя на направляющие формующей детали.		
020	Обезжиривание и прослушивание формуемых поверхностей деталей.		
025	Сборка и выверка координат ремонтируемой сборочной единицы.		
030	Герметизации сопрягаемых восстанавливаемых поверхностей и изготовление воронок.		
35	Подготовка полимерными материалами		
40	Заливка пластмассовой композиции между сопрягаемыми поверхностями.		
45	Выбор режима отверждения пластмассовой композиции, т.е. температуры и длительности выдержки		
50	Разборка сборочной единицы		
55	Удаление затвердевших приливов пластмассовой композиции.		
60	Контроль качества восстановленной поверхности:		
65	Обработка отформованных поверхностей.		

## **Практическое занятие №20**

### **Тема: «Восстановление деталей резьбовых соединений»**

Цель: привитие практических навыков выбора способа и установление операций восстановления деталей резьбовых соединений.

#### **11 Материальное обеспечение**

11.1 Инструкция к практическому занятию.

11.2 Чертежи деталей.

11.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### **12 Порядок выполнения работы**

12.1 Выполнить описание восстановления резьбовых поверхностей деталей.

12.2 Выбрать способ ремонта деталей резьбового соединения.

12.3 Установить операции восстановления резьбового соединения.

12.4 Выполнить схему ремонта резьбового соединения.

#### **3 Теоретические предпосылки работы**

### **Ремонт деталей резьбовых соединений**

В любой машине свыше 60 % деталей имеют резьбу. При эксплуатации машин резьба изнашивается, витки сминаются, деформируются и срываются. Причем изнашиванию и повреждениям подвергаются прежде всего резьбовые отверстия. Незначительные повреждения резьбы (смятие, деформации отдельных витков) устраняют калибровкой ее метчиком или плашкой. При срыве более двух ниток и других серьезных повреждениях применяют различные методы восстановления резьбы в зависимости от конструкции детали, типа резьбы (наружная или внутренняя) и т.д.

**Наружную резьбу (на валах, осях и т.д.) восстанавливают следующими способами:**

- нарезанием резьбы ремонтного размера;
- наплавкой и нарезанием резьбы номинального размера;
- электроконтактной приваркой проволоки;
- заменой изношенной резьбовой части детали.

Старую резьбу срезают на токарном станке и нарезают новую резьбу меньшего размера.

Для восстановления резьбы до номинального размера применяют механизированную наплавку, чаще вибродуговую и в среде  $CO_2$ , реже под

флюсом и в среде пара. Перед наплавкой старую резьбу срезают. После наплавки деталь протачивают и нарезают резьбу номинального размера.

Восстанавливают резьбы также электроконтактной приваркой проволоки. После приварки проволоки деталь обтачивают и нарезают резьбу номинального размера.

Иногда конец детали с изношенной резьбой отрезают, изготавливают новую часть детали, которую свертывают или сваривают с оставшейся частью. Затем нарезают резьбу номинального размера. При большом диаметре резьбы иногда ее не отрезают, а обтачивают, затем напрессовывают кольцо и нарезают резьбу номинального размера.

Внутреннюю резьбу восстанавливают чаще всего в корпусных и других базисных деталях, изготовленных из чугуна и алюминиевых сплавов. При этом независимо от материала деталей характер износа резьбовых отверстий одинаков: наибольший износ и срывы имеют первые два-три витка резьбы, остальные витки изнашиваются значительно меньше. Это объясняется различной нагрузкой на витки резьбового соединения: первый виток нагружен в пять-шесть раз больше последнего.

**Внутреннюю резьбу восстанавливают следующими способами:**

- нарезанием резьбы ремонтного размера;
- нарезанием резьбы номинального размера на новом месте;
- заваркой отверстия и последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера;
- с применением полимерных композиций;
- постановкой резьбовой пробки (ввертыша);
- установкой резьбовой спиральной вставки.

В случае нарезания резьбы ремонтного размера часто приходится изготавливать ступенчатую шпильку. Нарезание резьбы на новом месте возможно в том случае, если конструкция деталей соединения позволяет изменить расположение резьбового отверстия без нарушения взаимозаменяемости (ступицы, фланцы и др.). Перед заваркой обязательно удаляют старую резьбу.

В качестве полимерных композиций при восстановлении резьбовых соединений обычно используют составы на основе эпоксидной смолы.

При постановке резьбовой пробки изношенное резьбовое отверстие рассверливают или растачивают, нарезают в нем резьбу и ввертывают в него пробку. Затем в ней сверлят отверстие и нарезают резьбу номинального размера. Часто резьбовые пробки дополнительно закрепляют посредством клеевых композиций или стопорными шпильками, ввернутыми на границе пробки с деталью.

Для ремонта резьбовых отверстий разработали и применяют способ установки резьбовых спиральных вставок. Вставку изготавливают в виде

пружинящей спирали из нержавеющей проволоки ромбического сечения с острым углом  $60^\circ$ . Наружная и внутренняя поверхности вставки представляют собой метрическую резьбу разных размеров. На одном конце вставки размещен технологический поводок с насечкой, с помощью которого специальным ключом вставку ввертывают в отверстие. Затем этот поводок удаляют специальным бородком.

**Основным недостатком наплавки** следует считать снижение усталостной прочности детали (от 10 до 30%) и возможность прожога тонкостенных деталей. Резьбовые отверстия имеют следующие основные дефекты: *срыв, забитость, смятие и выкрашивание* отдельных витков, *износ* по внутреннему и среднему диаметрам и др. Для их ремонта применяют различные способы.

**Основной недостаток заварки** отверстий с последующим сверлением и нарезанием резьбы номинального размера - большая зона термического влияния, что приводит к отбелу чугуна, образованию трещин и короблению, изменению структуры материала и снижению прочности резьбы почти в два раза. Нарезание резьбового отверстия на новом месте возможно только в том случае, когда его расположение может быть изменено без нарушения взаимозаменяемости соединения (ступицы барабана и т. п.).

Стабилизацию резьбовых соединений полимерной композицией используют при суммарном износе соединения шпилька - корпус не более 0,3 мм. Установка спиральной вставки при ремонте ответственных деталей и агрегатов получила широкое применение.

Нарезание резьбового отверстия на новом месте возможно только в том случае, когда его расположение может быть изменено без нарушения взаимозаменяемости соединения (ступицы барабана и т. п.). Стабилизацию резьбовых соединений полимерной композицией используют при суммарном износе соединения шпилька - корпус не более 0,3 мм. Установка спиральной вставки при ремонте ответственных деталей и агрегатов получила широкое применение. Вставку изготавливают из нержавеющей проволоки X18M10T ромбического сечения. Изношенную резьбу в отверстиях деталей восстанавливают постановкой спиральных вставок, используя комплект приспособления ПИМ-5331. Технология состоит из рассверливания отверстия под требуемый размер (М8 на А110, М10 на М12, М12 на М14 и т.д.), нарезания резьбы с тем же шагом; установки спиральной установки необходимого размера технологически поводком вниз в монтажный инструмент.

## Практическое занятие №21

Тема: «Восстановление деталей штифтовых соединений».

Цель: привитие практических навыков выбора способа и установление операций восстановления деталей резьбовых соединений.

### 13 Материальное обеспечение

13.1 Инструкция к практическому занятию.

13.2 Чертежи деталей.

13.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 14 Порядок выполнения работы

14.1 Выполнить описание восстановления штифтового соединения.

14.2 Выбрать способ ремонта деталей штифтового соединения.

14.3 Установить операции восстановления штифтового соединения.

14.4 Выполнить схему ремонта штифтового соединения.

## Ремонт штифтовых соединений

Штифты предназначены для точного взаимного фиксирования деталей и передачи небольших нагрузок. Применяются также специальные срезные штифты, служащие предохранительными элементами.

По форме различают штифты цилиндрические гладкие (рисунок 1, а), цилиндрические и конические с насеченными канавками (рисунок 1, б, в), конические гладкие (рисунок 41, г).

Гладкие цилиндрические штифты изготавливаются незакаленными диаметром от 0,6 до 50 мм (ГОСТ 3128—70) и закаленными диаметром от 0,6 до 20 мм (ГОСТ 24269 — 80). Насеченные цилиндрические штифты изготавливаются диаметром от 1,0 до 16 мм (ГОСТ 12850 — 80). Штифты с насечками не требуют развертки отверстий и обеспечивают повышенную устойчивость против выпадания без дополнительных средств закрепления.

Конические штифты изготавливаются с конусностью 1:50, обеспечивающей надежное самоторможение и центрирование деталей. Они бывают следующих типов: гладкие диаметром от 0,6 до

50 мм (ГОСТ 3129 — 70); с резьбовой цапфой (рис. 41, д) диаметром от 4 до 12 мм (СТ СЭВ 282 — 76); с внутренней резьбой (рис. 41, е) диаметром от 6 до 60 мм (ГОСТ 9464—79), обеспечивающей легкую разборку соединения; разводные (рис. 41, ж) диаметром от 5 до 16 мм (ГОСТ 19119 — 80).

Примеры условных обозначений. Цилиндрический штифт диаметром Ю/ill и длиной 60 мм: Штифт 10Л11 х60 ГОСТ 3128—70; конический штифт диаметром 10 и длиной 60 мм: Штифт 10 х 60 ГОСТ 3129-70.

Дефекты штифтовых соединений и способы их ремонта приведены в табл. 16.

Таблица 1

Возможные дефекты и способы ремонта штифтовых соединений

Дефект	Способ ремонта
Срез или смятие штифтов	Замена новыми
Износ отверстия под штифт	Отверстие расширяют под новый штифт или заваривают и изготавливают другое отверстие
Трещины в соединяемых деталях	Трещины заваривают или заделывают пластмассовыми композициями



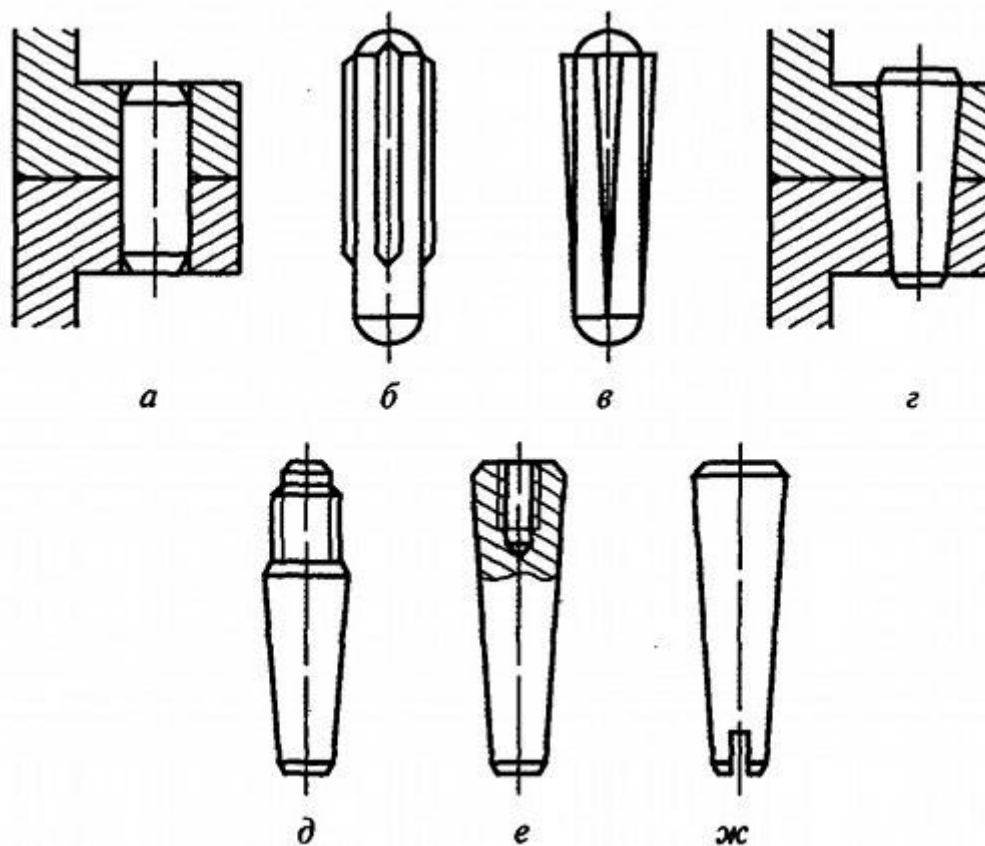


Рисунок 1. Штифты:  
*а — цилиндрический гладкий; б и в — соответственно цилиндрический и конический; в — с насеченными канавками; г — гладкий; д — с резьбовой цапфой; е — с внутренней резьбой; ж — разводной*

*Штифтовое соединение* — разновидность клинового. Крепежной деталью здесь является штифт, представляющий собой цилиндрический или конический стержень (рисунок 13.9). Штифты служат для обеспечения точного взаимного расположения соединяемых между собой деталей, а также для передачи небольших крутящих моментов. В соответствии с этим штифты делят на установочные и крепежные.

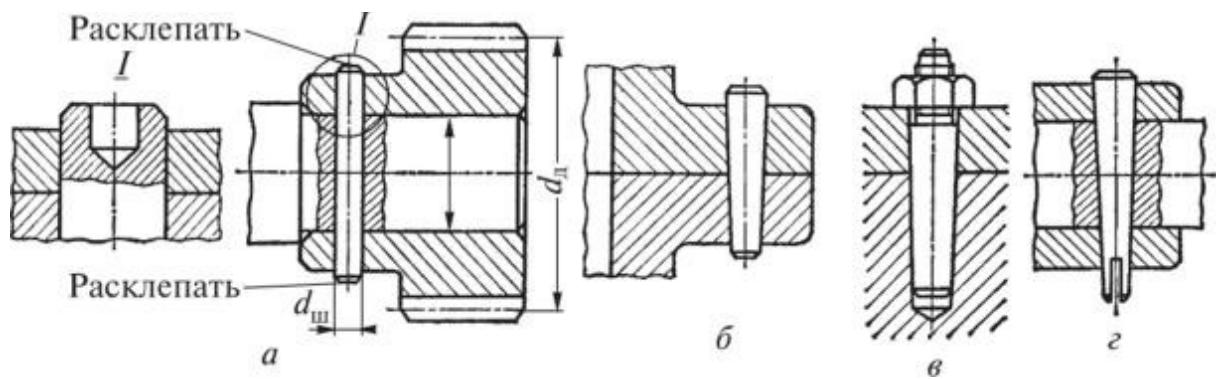


Рисунок 2. Штифтовые соединения

По форме различают цилиндрические и конические штифты. Цилиндрические штифты удерживаются в отверстии за счет натяга, поэтому при многократном использовании нарушаются плотность их посадки и точность установки. В движущихся соединениях применяют цилиндрические штифты с засверленными концами (рисунок 2, а), которые расклепывают после установки штифтов в рабочее положение.

Конические штифты имеют конусность 1:50 и могут использоваться многократно. Обыкновенные конические

штифты (рисунок 2, б) ставят при сквозных отверстиях, когда их можно выбивать при разборке с противоположной стороны. При глухих отверстиях ставят конические штифты с резьбой (рисунок 2, в), которую используют для навинчивания гайки при вытаскивании штифтов. В соединениях, испытывающих толчки и удары, а также в соединениях, движущихся с большой скоростью, ставят конические разводные штифты (рисунок 2, г). После установки этих штифтов на рабочее место разрезанные концы слегка разводят в стороны.

По выполнению рабочей части штифты бывают гладкие и насеченные. Насечки позволяют использовать отверстия, полученные сверлением, без последующего развертывания (как для гладких штифтов), а также допускают многократную установку их в одно и то же отверстие.

*Сборка штифтовых соединений.* После фиксации положения соединяемых деталей по имеющемуся отверстию в одной детали засверливают отверстие в другой детали (для конического штифта диаметр сверла равен минимальному диаметру штифта). После этого для гладких штифтов оба отверстия совместно развертывают цилиндрической или конической разверткой. В полученное отверстие загоняют штифт. Устанавливают штифт с помощью молотка, используя оправку, или на прессе. Чтобы при разборке штифт можно было легко удалить, он должен на 1—2 мм выступать над поверхностью сопрягаемых деталей.

Нормальный натяг в коническом штифтовом соединении может быть получен, если штифт, вставляемый в отверстие вручную без применения каких-либо инструментов, входит в него на 70—75 % длины.



## Практическое занятие №22

Тема: «Восстановление деталей шпоночных соединений. Восстановление деталей шлицевого соединения».

Цель: привитие практических навыков выбора способа и установление операций восстановления деталей шпоночного и шлицевого соединений.

### 15 Материальное обеспечение

15.1 Инструкция к практическому занятию.

15.2 Чертежи деталей.

15.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 16 Порядок выполнения работы

16.1 Выполнить описание восстановления шпоночного и шлицевого соединений.

16.2 Выбрать способ ремонта детали шпоночного соединения.

16.3 Выбрать способ ремонта детали шлицевого соединения.

16.4 Установить операции восстановления шпоночного соединения.

16.5 Установить операции восстановления шлицевого соединения.

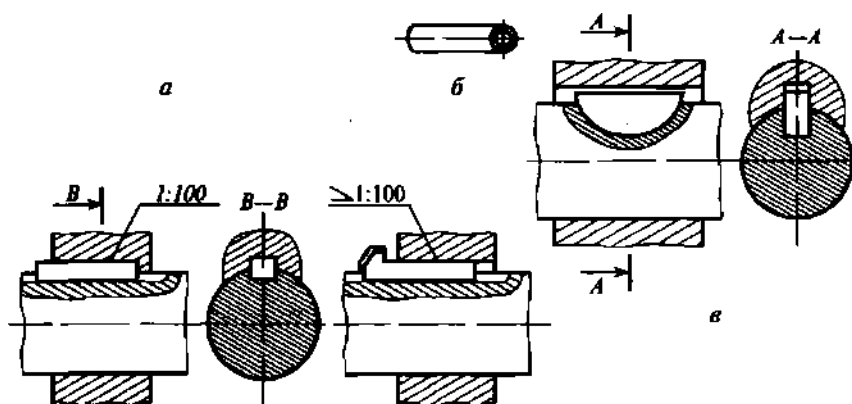


Рис. 1. Виды шпоночных соединений с помощью направляющих (а), скользящих (б), сегментных (в) и клиновых (г) шпонок

**Шпоночное соединение.** Шпоночное соединение служит для передачи вращения вала от насаженной на него детали (шкива, зубчатого колеса, втулки). Соединительной деталью является шпонка. Шпоночные соединения делят на две группы: ненапряженные

(призматические и сегментные) и напряженные (клиновые и тангенциальные).

Призматические шпоночные соединения бывают обыкновенные — для передачи вращающего момента, а также направляющие и скользящие, служащие, кроме того, для направления при осевом перемещении. Направляющие шпонки крепятся на валу (ГОСТ 8790—79) для устранения повышенного трения и износа, связанного с перекосом шпонок (рисунок. 42, а). Скользящие шпонки (ГОСТ 12208 — 66) перемещаются вместе со ступицами вдоль вала и имеют цилиндрические выступы, которые входят в соответствующие отверстия в ступицах (рисунок. 42, б). Сегментные шпонки (ГОСТ 24071 — 80) применяются при необходимости частого демонтажа сборочной единицы (рис. 42, в). Клиновые шпонки (ГОСТ 24068—80) способны передавать не только крутящий момент, но и осевое усилие (рисунок. 42, г). Однако из-за возникающих при эксплуатации перекосов они применяются для тихоходных, неответственных деталей. Тангенциальные шпонки (ГОСТ 24069 — 80) используются при больших динамических нагрузках.

Материал шпонок — углеродистая или легированная сталь с модулем упругости  $a$  не ниже 500 МПа.

Призматические шпонки при ремонте можно вынимать из пазов без повреждения, выполняя в средней части шпонки резьбовое отверстие и ввертывая в него винт. Когда он своим концом упрется в вал, его продолжают вращать, и шпонка при этом выходит из паза (рис. 44, а). При подгонке и сборке призматических шпонок в процессе ремонта рекомендуется выполнить специальный скос (рисунок. 44, б), а с обратной стороны сделать соответствующую пометку. Это позволит вынуть шпонку из паза с помощью молотка с выколоткой: выколотку упирают в помеченный конец шпонки со стороны скоса (показано стрелкой) и слегка ударяют по ней молотком. С этой стороны конец шпонки прижимают к основанию паза, а с противоположной приподнимают.

**Шлицевые соединения.** Шлицевые соединения обеспечивают хорошее центрирование деталей на валу и передачу больших крутящих моментов. Это объясняется тем, что в шлицевом соединении вал меньше ослабляется шлицами, чем гнездами под шпонки в шпоночном соединении, так как впадины выполняют неглубокими. Они могут быть подвижными и неподвижными. По форме профиля шлицов различают следующие соединения: прямобочные (рисунок. 45, *а, б*) по ГОСТ 1139—80, эвольвентные с углом профиля  $30^\circ$  (рис. 46, *а*) по ГОСТ 6033—80 и треугольные (рис. 46, *б*) с углом профиля 60, 72 и  $90^\circ$ .

Шлицы вала можно ремонтировать с помощью раздачи зубьев, когда шлицевое соединение центрируется по внутреннему диаметру. Если шлицы закалены, необходимо вал сначала отжечь, а после этого раздать каждый шлиц в продольном направлении, доведя его ширину до номинального размера с припуском 0,1...0,2 мм для последующей механической обработки. Раздачу выполняют вручную или на прессах специальными инструментами — зубилами и чеканами. Для этого вдоль шлицов наносят по одной продольной риске, затем вдоль рисок вырубляют канавки (рис. 1, *а*) специальным зубилом (рис. 1, *б*); выполненные канавки раздают чеканом (рис. 1, *в*).

Раздачу шлицов можно производить используя токарные или строгальные станки. Для этого оправку с вращающимся коническим роликом закрепляют в резцедержателе станка, а вал или устанавливают в центрах токарного станка, или закрепляют на столе строгального. Суппортом станка подводят ролик, вдавливают в тело зуба и осуществляют несколько рабочих ходов по одной канавке. После раздачи канавки на шлицах заваривают с помощью электросварки, вал дополнительно отжигают, рихтуют, а шлицы обрабатывают под номинальный размер и подвергают термообработке.

Шлицы в отверстиях (посадка по наружному диаметру) и с небольшим износом можно также ремонтировать раздачей. Для этого применяют специальную прошивку, которую продавливают через шлицевое отверстие с помощью гидравлического прессы. После раздачи зубьев шлицевое отверстие калибруют шлицевой протяжкой, удаляя при этом выдавленный металл и придавая детали требуемый размер.

Дефекты шлицевых соединений и способы их ремонта приведены в табл.

1.

Таблица 1

## Основные дефекты шлицевых соединений и способы их ремонт

Дефекты	Способы ремонта
Износ и смятие шлицов на валах	При больших износах производят электродуговую наплавку с последующей механической обработкой. При износе по ширине паза до 0,5...1 мм разделяют шлицы отоженного вала зубилом с последующей заваркой образующейся канавки и механической обработкой. При небольших износах (0,1...0,2 мм) шлицы восстанавливают наращиванием с последующим шлифованием
Забоины, заусенцы, острые края	Забоины, заусенцы, острые края зашлифовывают, на торцах вала и втулки снимают фаски
Износ шлицов во втулке	Отверстие во втулке по внутреннему диаметру продавливается на прессе прошивкой, а затем калибруется шлицевой протяжкой

## Практическое занятие №23

Тема: «Восстановление деталей трубопроводных систем. Восстановление деталей сварных соединений».

Цель: привитие практических навыков выбора способа и установление операций восстановления деталей трубопроводных систем и деталей сварных соединений.

### 17 Материальное обеспечение

17.1 Инструкция к практическому занятию.

17.2 Чертежи деталей.

17.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 18 Порядок выполнения работы

18.1 Выполнить описание восстановления деталей трубопроводных систем и деталей сварных соединений.

18.2 Выбрать способ ремонта детали трубопроводной системы.

18.3 Выбрать способ ремонта детали сварного соединения.

18.4 Установить операции восстановления детали трубопроводной системы.

Установить операции восстановления детали сварного соединения

Ремонт трубопроводов

В процессе эксплуатации трубопроводы изнашиваются от механического (в основном эрозионного), теплового и коррозионного воздействия. При ремонте выполняются следующие основные работы:

1) замена износившихся деталей и узлов или исправление их до соответствующих норм, допусков и размеров;

2) выверка трубопроводов, а в случае необходимости подгонка опор и подвесок;

3) модернизация или реконструкция трубопроводов с возможной унификацией сменных частей;

4) изоляция трубопроводов;

5) испытание на прочность и плотность;

6) окраска трубопроводов.



За 2 – 3 ч до разборки фланцевых соединений трубопроводов резьбовую часть крепежных деталей необходимо смочить керосином. Отворачивание гаек проводится в два приема: сначала все гайки ослабляются поворотом на  $\frac{1}{8}$  оборота, затем отворачиваются полностью в любой последовательности. При разборке трубопроводов с целью замены прокладок весьма трудоемка раздвижка фланцев. Для раздвижки фланцев используются специальные приспособления.

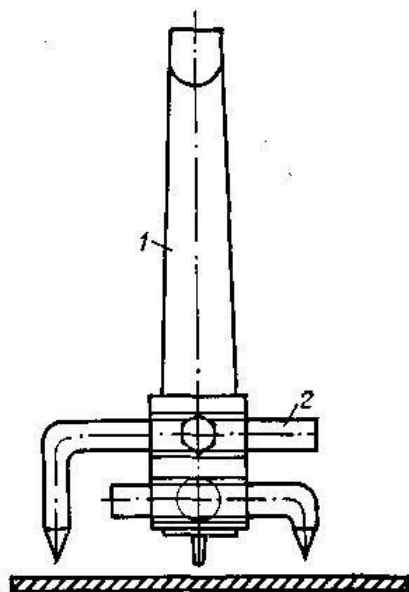


Рисунок 1. – Приспособление для вырезки прокладок  
1 – конус; 2 – нож.

При ремонте технологических трубопроводов изношенные участки заменяются новыми, дефектные сварные стыки удаляются, а вместо их ввариваются катушки. Перед удалением участка трубопровода необходимо закрепить разделяемые участки так, чтобы предупредить их смещение. Участок, подлежащий удалению, крепится в двух местах.

После демонтажа участка трубопровода свободные концы оставшихся труб необходимо закрыть пробками или заглушками. При установке нового участка его сначала укрепляют на опорах, а затем сваривают.

Сборка коллектора состоит из соединения отдельных участков, блоков (плетей), деталей и крепления его к опорам и подвескам. Отдельные узлы перед сборкой располагаются в цехе между аппаратами, насосами, арматурой. Сначала сборка выполняется «начерно», т.е. свариваемые детали соединяются прихваткой, фланцевые соединения собираются на монтажных болтах. После такой сборки и выверки горизонтальных и вертикальных участков осуществляется окончательная сварка стыков, а во фланцевых соединениях

монтажные болты заменяются шпильками или постоянными болтами с окончательной их затяжкой. После этого трубопровод закрепляется на опорах.

Подъем и укладка узлов и деталей трубопроводов проводятся с помощью стационарных или передвижных грузоподъемных устройств. При сборке отдельных участков трубопроводов передача их веса на насосы и компрессоры должна быть исключена.

На вертикальных аппаратах заменяемые узлы и детали трубопроводов закрепляются стропами в двух местах для их подвешивания.

При подсоединении к другим узлам перестроповка исключается. Поднятый узел или деталь при помощи оправки подгоняется к присоединительному фланцу, а затем устанавливается прокладка и закрепляются все шпильки и болты. После проведения указанных операций стропы снимаются. Если новый узел трубопровода присоединяется на сварке, то стропы снимаются после приварки его первым швом.

При ремонте фланцевых соединений зеркало фланца, находившегося в эксплуатации, очищается от старой прокладки, следов коррозии и т.д.

Перпендикулярность уплотнительной поверхности фланца к оси трубы проверяют при помощи специального приспособления.

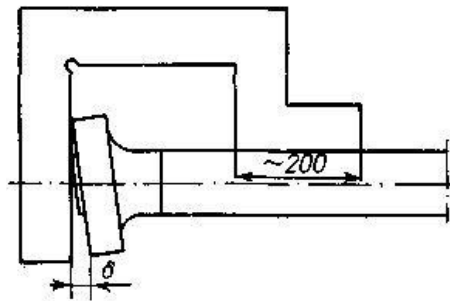


Рисунок 2.— Проверка перпендикулярности уплотнительной поверхности фланца к оси трубы

При ремонте межцеховых трубопроводов замена изношенных участков надземных трубопроводов может выполняться потрубно. Возможна также сборка участков из секций, которые собирают и сваривают из отдельных труб и их элементов вблизи трассы или в трубозаготовительной мастерской. В условиях эстакад, насыщенных большим количеством трубопроводов, ремонт становится более сложным. В этом случае замена изношенных участков или прокладка дополнительных линий возможна лишь отдельными трубами небольшой длины. Трубы поднимаются краном или лебедкой и через верх или бок эстакады заводятся на место. Сборка ведется в направлении, противоположном уклону трубопровода. При укладке трубопроводов на эстакадах, в каналах или лотках окончательное закрепление начинают с неподвижных опор.

При замене участков трубопроводов, работающих при высокой температуре, а также при прокладке дополнительных линий проводится растяжка компенсаторов температурных удлинений.

Растяжка компенсаторов осуществляется с помощью специальных приспособлений, вместе с которыми компенсатор монтируется. После закрепления концов трубопровода на неподвижных опорах приспособление удаляется.

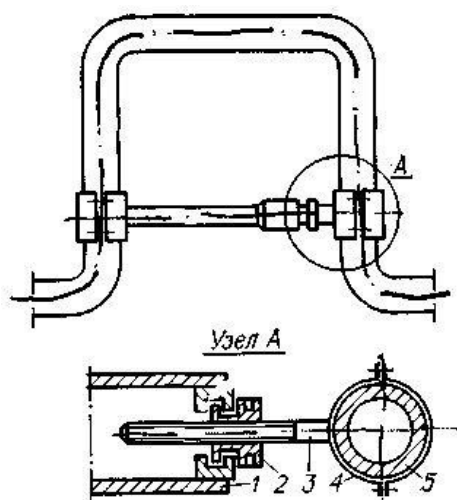


Рисунок 1. – Винтовое приспособление для растяжки компенсаторов  
1 – распорка; 2 – натяжная гайка; 3 – винт; 4 – хомут; 5 – труба.

Линзовые компенсаторы устанавливаются на трубопроводах, имеющих продольное и поперечное перемещения. Для предотвращения разрыва линз при сдвиге трубопровода в поперечном направлении на компенсаторах ставятся стяжки. Линзовые компенсаторы растягиваются на половину их компенсирующей способности.

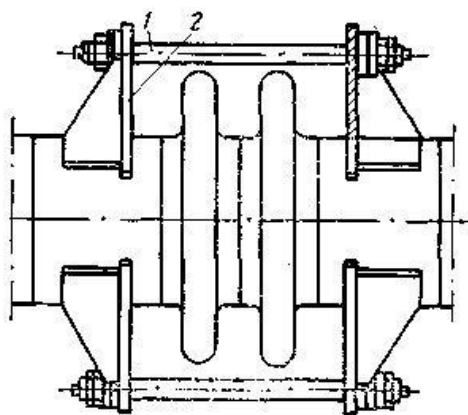


Рисунок 2. – Линзовые компенсаторы со стяжками

1 – тяга; 2 – лапа.

При ремонте трубопроводов, уложенных в грунт, выполняются следующие основные работы:

- 1) вскрытие засыпанных траншей; отсоединение участков трубопроводов;
- 2) подъем этих участков на поверхность;
- 3) очистка наружной поверхности от следов коррозии и остатков старой антикоррозионной изоляции;
- 4) замена изношенных участков трубопроводов новыми;
- 5) наложение новой изоляции;
- 6) укладка трубопровода в траншею.

При наличии мелких повреждений (трещины, раковины, потения и т.д.) трубопровод из работы не выключается. При нетоксичных продуктах ремонт осуществляется наваркой заплат. Разрывы стыков и крупные трещины временно изолируются наложением хомутов. После освобождения трубопровода от продукта поврежденные места вырезаются и свариваются катушки.

Трубопроводы диаметром до 300 мм, уложенные на глубине не более 1,2 м, ремонтируются с подъемом и укладкой их над траншеей на лежаки. При диаметре более 300 мм ремонт осуществляется непосредственно в траншее с подъемом трубопроводов на высоту 60 – 70 см от дна траншеи с укладкой их на лежаки.

Основным видом ремонта подземных трубопроводов является замена изношенного участка новым. При этом способе извлеченный из траншеи трубопровод разрезается на отдельные части и увозится на ремонтную базу. Новая секция сваривается в коллектор. При подъеме и опускании трубопровода в траншею наиболее напряженные сварные стыки усиливают муфтами или планками. Для лучшего прилегания планок к трубопроводу в середине планок делается выгиб. При усилении муфтами их длина принимается равной 300 мм для труб диаметром 200 – 377 мм и 350 мм для труб диаметром 426 – 529 мм. Диаметр муфты принимается на 50 мм больше диаметра трубопровода. Толщина стенки муфты и трубопровода должна быть одинакова. Допускаемый зазор между муфтой и трубой составляет 2 мм.

При ремонте иногда нужно подключиться к действующим трубопроводам соседних цехов. Такая необходимость возникает и при подключении нового аппарата к действующим цеховым трубопроводам. Подобные врезки чаще всего осуществляются в период остановочных ремонтов. Врезка в действующий трубопровод выполняется с использованием специального приспособления. К трубопроводу в месте врезки подгоняется и приваривается патрубок с фланцем. К этому фланцу на шпильках присоединяется задвижка требуемой серии. К задвижке на фланце крепится приспособление, состоящее из сверла и коронки, на которой укреплены резцы, шток, сальник, грундбукса, упорный шарикоподшипник и штурвал. Вращением коронки при помощи штурвала в

стенке основного трубопровода вырезается отверстие требуемого диаметра. После этого шток с коронкой поднимается выше клинкетта задвижки и последняя закрывается. Затем с задвижки снимается приспособление и к отводящему патрубку присоединяется новый трубопровод.

После окончания капитального ремонта трубопроводов проводятся проверка качества работ, промывка или продувка, а затем испытание на прочность и плотность. Технологическая аппаратура перед испытанием отключается, концы трубопровода закрываются заглушками. Заглушаются все врезки для контрольно-измерительных приборов. В наиболее низких точках ввариваются штуцеры с арматурой для спуска воды при гидравлическом испытании, а в наиболее высоких – воздушки для выпуска воздуха. В начальных и конечных точках трубопровода устанавливаются манометры с классом точности измерения не ниже 1,5.

Гидравлическое испытание на прочность и плотность обычно проводится до покрытия тепловой и антикоррозионной изоляцией. Величина испытательного давления должна быть равна 1,25 максимального рабочего давления, но не менее 0,2 МПа для стальных, чугунных, винипластовых и полиэтиленовых трубопроводов. Давление при испытании выдерживается 5 мин. После этого оно снижается до рабочего значения. Трубопровод тщательно осматривается. Сварные швы обстукиваются легким молотком. После проведения испытания открываются воздушки и трубопровод полностью освобождается от воды.

## Практическое занятие №24

Тема: «Восстановление валов, осей и шпинделей».

Цель: привитие практических навыков выбора способа и установление операций восстановления валов и шпинделей.

### 19 Материальное обеспечение

19.1 Инструкция к практическому занятию.

19.2 Чертежи деталей.

19.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 20 Порядок выполнения работы

20.1 Выбрать способ ремонта вала.

20.2 Установить операции восстановления вала.

20.3 Выбрать способ ремонта шпинделя.

20.4 Установить операции восстановления поверхностей шпинделя.

## **Восстановление валов, осей и шпинделей**

Гладкие и шлицевые валы и оси составляют основную номенклатуру восстанавливаемых деталей промышленного оборудования. Длина восстанавливаемых валов может колебаться в значительных пределах (100... 4 000 мм), но основная доля восстанавливаемых деталей (более 90 %) приходится на валы длиной не более 1 000 мм. Диаметры восстанавливаемых валов составляют также достаточно широкий диапазон (12... 210 мм). Однако в подавляющем большинстве случаев (98 %) диаметр восстанавливаемых валов не превышает 60 мм. Масса валов также колеблется в широких пределах (0,2... 50 кг) при среднем значении около 3 кг.

Условия эксплуатации валов определяют и характер изнашивания их поверхностей. Наибольшее изнашивание испытывают посадочные поверхности валов под опоры качения и скольжения и резьбовые поверхности, предназначенные для монтажа стопорящих и регулирующих устройств, при

сборке подшипниковых узлов и узлов с зубчатыми колесами, звездочками цепных и шкивами ременных передач.

Изношенные поверхности валов подлежат восстановлению при достижении определенной степени износа, которая зависит от места расположения и назначения изношенной поверхности. Не допускается эксплуатация валов и необходимо проведение работ по их восстановлению при следующих величинах износа, мм:

Поверхности под подшипники качения и скольжения .... 0,017...0,060

Посадочные поверхности под неподвижные соединения (поверхности под ступицами зубчатых колес, звездочек цепных и шкивов ременных передач и т.п.) 0,04...0,13

Поверхности под установку уплотняющих устройств (сальников, манжет и т.п.)..... 0,15...0,20

Шпоночные пазы при изнашивании по ширине паза 0,065... 0,095

Шлицевые поверхности при изнашивании по толщине шлицов..... 0,2... 0,5

Валы, износ которых достигает нижнего предела по указанным поверхностям, направляются на восстановление. Если износ превысил верхний предел, то валы восстановлению не подлежат и выбраковываются.

Прямолинейность валов и осей, подвергшихся в процессе эксплуатации скручиванию, не подлежит восстановлению в связи со значительным изменением механических свойств. Такие валы выбраковывают и заменяют новыми.

Прямолинейность оси или вала восстанавливают правкой в холодном состоянии или с местным подогревом при диаметре осей и валов более 60 мм. Правка может выполняться на призмах с использованием прессы или винтовой скобы.

Правку осей и валов винтовой скобой (рисунок. 2.1) необходимо осуществлять следующим образом:

- выявить место изгиба вала или оси, перекатывая его по поверочной плите, или при помощи индикатора часового типа, закрепленного на стойке, вращая вал, закрепленный в центрах или установленный на призмах;

- отметить место наибольшего изгиба вала или оси;

- установить подлежащий восстановлению вал или ось на опорных крюках 3 винтовой скобы;

- переместить опорные крюки 3 по штанге 1 винтовой скобы так, чтобы расстояние между ними было меньше длины вала на 40... 50 мм, если место изгиба находится в средней части вала. Если место изгиба смещено к одной из его сторон, крюки устанавливаются так, чтобы расстояние от места изгиба до правого и левого крюков было одинаково;

- уложить деформированный вал или ось на опорные крюки так, чтобы место максимального изгиба расположилось под опорной пяткой винта 2 скобы;

- произвести правку оси или вала, вращая винт 2 скобы;
- проконтролировать прямолинейность вала или оси при помощи индикатора часового типа, установленного на стойке, установив их в центрах или на призмах.

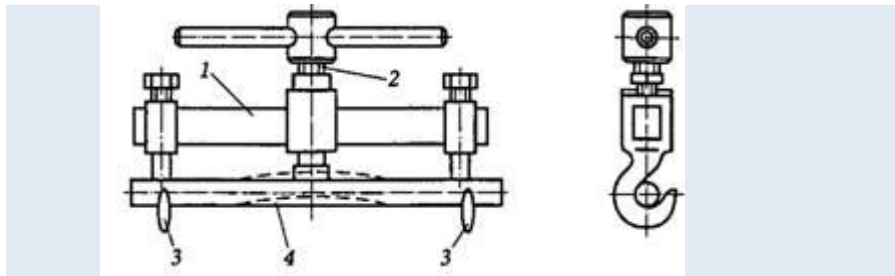


Рисунок. 2.1. Винтовая скоба:

1 — штанга; 2 — винт; 3 — опорные крюки; 4 — деталь

Правку валов большой длины на токарном станке следует производить при жестком закреплении вала в трехкулачковом патроне с поджатием задним центром следующим образом:

- закрепить подлежащий восстановлению вал большой длины, например ходовой вал станка, в трехкулачковом патроне токарного станка и поджать задним центром;
- установить на направляющих станка ручной винтовой пресс (рисунок. 2.2);
- установить на винтовой опоре пресса балку 6 с подвижными опорами 5 и 10;

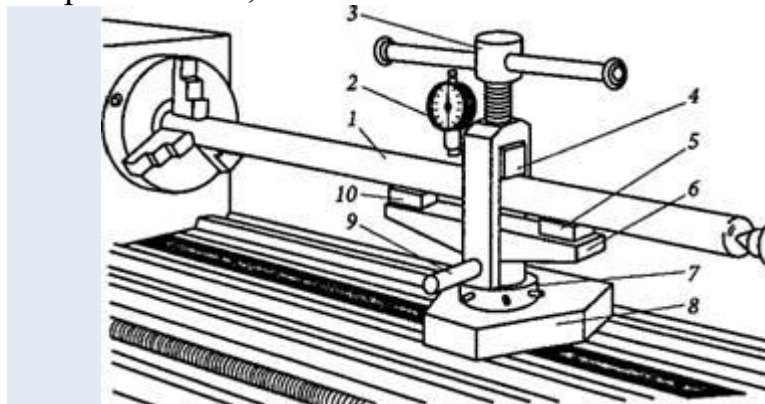


Рисунок. 2.2. Ручной пресс для правки валов:

1 — вал; 2 — индикатор; 3 — винт; 4 — прокладка; 5,10 — опоры; 6 — балка; 7 — гайка; 8 — основание; 9 — рукоятка

- установить на корпусе винтового пресса индикатор 2;
- определить место максимального изгиба по индикатору часового типа, перемещая его вместе с винтовым прессом по направляющим станины;
- установить винтовой пресс на направляющих станины так, чтобы нажимная пятка его винта находилась над местом максимального изгиба;



- поднять балку 6, вращая гайку 7, до тех пор, пока опоры 5 и 10 не коснутся образующей поверхности вала 1;
- установить между валом и нажимной пяткой винта прокладку 4 из мягкого металла;
- произвести правку вала;
- проконтролировать прямолинейность выправленного вала, перемещая винтовой пресс с индикатором часового типа по направляющим станины вдоль образующей вала. При перемещении винтового пресса по направляющим станины во избежание опрокидывания его следует придерживать за рукоятку 9.

Восстановление посадочных мест на валах и осях осуществляется разными способами, которые выбирают в зависимости от степени износа: хромированием при износе посадочных мест до 0,15 мм на диаметр; вибродуговой наплавкой, металлизацией, нанесением порошковых покрытий при износе более 0,15 мм на диаметр.

В тех случаях, когда при ремонте промышленного оборудования предусмотрено использование системы ремонтных размеров, посадочные поверхности обрабатывают под ремонтный размер, сначала протачивая, а затем шлифуя. Сопрягаемую с валом деталь, в случае использования системы ремонтных размеров, заменяют новой или производят обработку посадочного места под ремонтный размер, предварительно установив в отверстие сопрягаемой детали втулку.

Восстановление шпинделей металлорежущего оборудования — процесс весьма трудоемкий и сложный, целесообразность его проведения решается в каждом отдельном конкретном случае. Если восстановление шпинделя связано с заменой или восстановлением сопрягаемых с ним деталей, целесообразнее может оказаться установка нового шпинделя взамен изношенного. Однако в большинстве случаев более рациональным является восстановление изношенного шпинделя.

Способы восстановления шпинделей весьма разнообразны и выбираются в зависимости от степени износа поверхностей, подлежащих восстановлению, и их назначения:

- хромирование при износе поверхностей, не превышающем 0,05 мм на сторону;
- наращивание поверхностного слоя материала изношенной поверхности при износе, превышающем 0,05 мм;
- механическая обработка поверхностей конического отверстия и торца шпинделя;
- установка дополнительных ремонтных деталей (ДРД) на изношенную поверхность.

## Практическое занятие №25

Тема: «Ремонт деталей и сборочных единиц с подшипниками качения».

Цель: изучение назначения, классификации, обозначения и ремонта деталей и сборочных единиц с подшипниками качения.

### 1 Материальное обеспечение

1.1 Инструкция к практическому занятию.

1.2 Чертежи деталей.

1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /[А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Выполнить описание назначения, классификации и ремонта деталей и сборочных единиц подшипников качения.

2.2 Выбрать способ ремонта детали и сборочной единицы подшипников качения.

2.3 Выполнить эскизы уплотняющих устройств.

2.4 Расшифровать обозначение подшипника.

### 3 Теоретические предпосылки работы

Ремонт деталей и сборочных единиц с подшипниками качения

Если неисправности сборочных единиц с подшипниками качения нельзя устранить регулированием, производят их ремонт. Его начинают с разборки, которую выполняют с помощью съемников. Промытые детали тщательно осматривают с целью проверки признаков усталостного износа беговых дорожек и тел качения. При обнаружении такого износа подшипник обязательно заменяют.

Замене подлежат также подшипники с выкрошенными бортами, деформированными сепараторами, ржавчиной на рабочих и посадочных поверхностях.

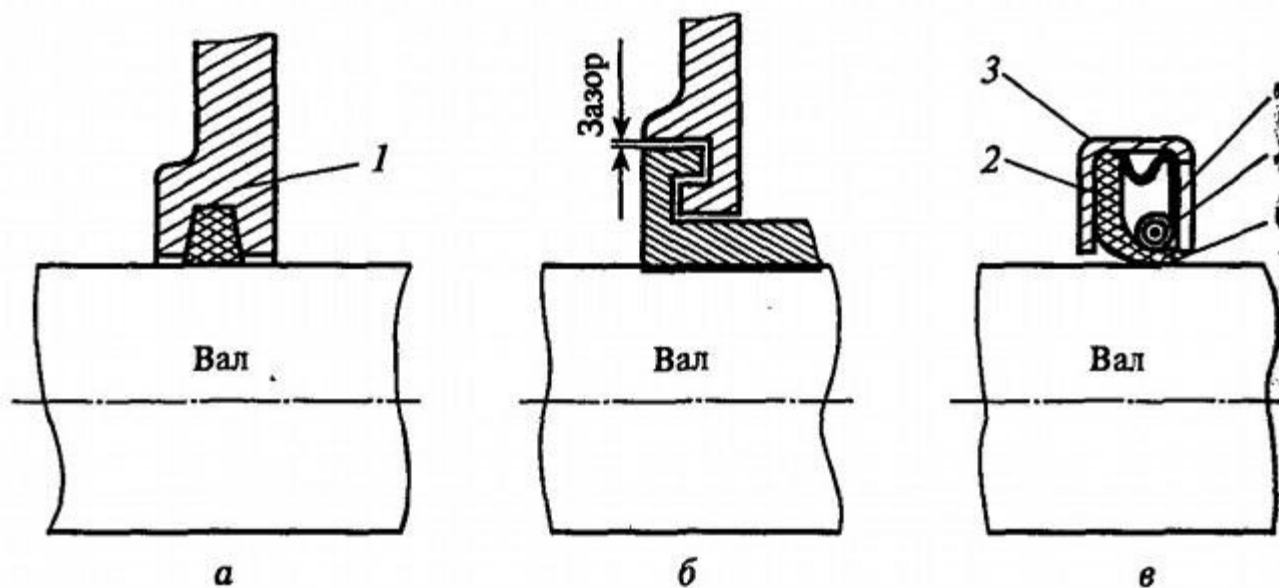


Рисунок 1. Уплотняющие устройства подшипников качения:  
 а — фетровое; б — лабиринтное; в — манжетное; 1 — фетровое кольцо; 2 — манжета; 3 — металлический кожух; 4 — пружинная шайба; 5 — пружина; 6 — уплотняющая кромка

В ремонтных цехах предприятий подшипники качения, как правило, не ремонтируют. Здесь только восстанавливают посадочные поверхности деталей, сопрягаемых с подшипниками (т.е. корпусов и валов), применяя наплавку, хромирование, накладки на эпоксидном клее и другие способы. Практикуется также использование компенсирующих втулок, которые устанавливают (прессованием или на клей) в корпус подшипника или на шейку вала в зависимости от характера и значения износа, а также размеров деталей.

Загрязненные фетровые уплотнения, служащие для защиты подшипников от действия внешней среды, а не в качестве препятствия против вытекания смазки, нужно хорошо промыть в чистом керосине, а изношенные заменить. Необходимо, чтобы в этих уплотнениях войлочные и фетровые кольца 1 (рис. 65, а) прилегали к шейкам вала умеренно плотно (проверяют щупом толщиной

0,1 мм, который не должен проходить в зазор). Очень плотная установка кольца вызывает повышенное трение, что влечет за собой усиленный нагрев шейки вала и подшипников.

Лабиринтные уплотнения (рисунок. 65, б), имеющие то же назначение, что и фетровые, должны иметь кольцевые канавки со стенками без выбоин и вмятин.

Нормальный зазор в радиальном направлении — 0,3 ...0,6 мм, а в осевом — 1,5... 3 мм.

Уплотнения манжетного типа (кожаные, резиновые и др.) должны плотно охватывать вал и правильно закрепляться. Щуп толщиной 0,1 мм должен проходить между манжетой и валом с трудом (свободное проникновение щупа в зазор свидетельствует о наличии износа). Манжета 2 (рисунок. 65, в), изготовленная из резины или кожи, помещается в металлический кожух 3 и закрепляется пружинной шайбой 4. Кромки манжеты обжимаются пружиной 5, благодаря

чему поддерживается постоянное и равномерное давление уплотняющей кромки 6 манжеты на вращающийся вал.

Материал манжеты для повышения износостойкости обрабатывают специальным химическим составом.

Манжетные уплотнения служат для защиты подшипников от попадания в них посторонних частиц, а также препятствуют вытеканию смазки. В соответствии с этим их устанавливают двумя способами: уплотняющая кромка манжеты направлена в противоположную от подшипника сторону; та же кромка обращена в сторону подшипника.

В ряде механизмов предусмотрено регулирование подшипниковых опор для устранения зазоров, отрицательно влияющих на работу оборудования. При регулировании натяга конических роликоподшипников в коробках скоростей и коробках подач металлообрабатывающих станков (рис. 66, а) болтом 2 поджимают диск 7, который, в свою очередь, смещает наружное кольцо 4 подшипника в корпусе 3 (так устраняют зазор между роликами и кольцами). Есть конструкции (рис. 66, б), в которых имеется специальная гайка 5, предназначенная для регулирования зазора. Регулирование осуществляют аккуратно, создавая умеренный натяг подшипников без заметного люфта, но исключая защемление тел качения. Контролируют регулировку вращением вала, которое должно быть относительно легким и плавным. Добившись необходимого положения, регулирующие детали закрепляют фиксаторами, предусмотренными конструкцией сборочной единицы.

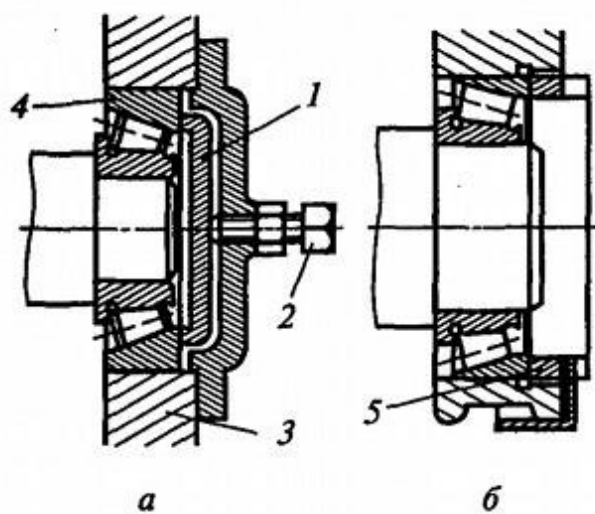


Рисунок. 2. Схемы регулирования натяга конических роликоподшипников:  
 а — болтом; б — гайкой; 1 — диск; 2 — болт; 3 — корпус; 4 — кольцо; 5 — гайка

## Практическое занятие №26

Тема: «Ремонт деталей и сборочных единиц с подшипниками скольжения».

Цель: Изучить конструктивные особенности, ремонт деталей и сборочных единиц подшипников скольжения, установить технологическую последовательность ремонта подшипников скольжения.

### 21 Материальное обеспечение

21.1 Инструкция к практическому занятию.

21.2 Чертежи деталей.

21.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 22 Порядок выполнения работы

22.1 Выполнить описание назначения, конструктивных особенностей подшипников скольжения, их дефекты.

22.2 Выполнить схему конструкции разъемного подшипника скольжения.

22.3 Установить технологическую последовательность ремонта разъемного подшипника скольжения.

Ремонт деталей и сборочных единиц с подшипниками скольжения  
Сборочная единица с неразъемным подшипником скольжения (например, соединение поршня с шатуном при помощи пальца, шарнирные соединения рессорного подвешивания тележек, подшипники маслопрокачивающего насоса и т. п.). Такие узлы с предельным износом деталей (когда зазор между деталями трущейся пары превышает максимально допустимый чертежный зазор на 25% и более, кроме случаев, оговоренных особо) в зависимости от конструкции и прочности материала

деталей, а также экономической целесообразности ремонта допускается восстанавливать одним из следующих способов: обработкой одной из деталей, чаще всего шейки вала (пальца, оси, цапфы, валика), под ремонтный размер с одновременным уменьшением диаметра отверстия втулки подшипника; заменой одной из деталей новой и восстановлением нормальной формы (устранением овальности более 0,05 мм) трущихся частей незаменяемой детали; наращиванием до нормальных размеров и форм деталей.

При сборке сборочных единиц с неразъемными подшипниками скольжения обеспечить:

установленную посадку втулки в подшипниковом гнезде. При этом отверстия втулки, служащие для подвода смазки в подшипник, совместить с соответствующими отверстиями в гнезде. Втулку закрепить от проворота;

установленный зазор «на масло» в подшипнике и свободное относительное вращение (перемещение) трущихся деталей. Разность зазоров «на масло» у подшипников многоопорных валов не более 15%;

соосность подшипников (совпадение геометрических осей) и минимальную ступенчатость несущих (рабочих) поверхностей подшипников многоопорных валов (когда вал, валик или ось покоятся на двух или более опорах). Соосность и ступенчатость подшипников многоопорных валов определяют технологическим валом (или соответствующей технологической деталью), оптическими приборами или стрункой;

прилегание шеек многоопорных валов к несущим (рабочим) поверхностям подшипников. Неприлегание (провисание) отдельных шеек допускается не более 0,05 мм.

Сборочные единицы с подшипниками качения. Не допускаются к эксплуатации подшипники качения при следующих дефектах и повреждениях (кроме случаев, оговоренных особо):

отколов металла или трещин на поверхности качения (на кольцах, шариках или роликах);

цветов побежалости и следов заклинивания на поверхности качения деталей вследствие перегрева;

выбоины и отпечатков удара на беговых дорожках колец (или на поверхности цапф) от тугой посадки или ударной нагрузки;

выкрашивания или шелушения металла, мелких раковин, большого числа черных точек на поверхности качения деталей;

раковин коррозионного и некоррозионного характера;

глубоких рисок, забоин на поверхностях качения деталей;

повреждения сепараторов: надлом, трещины, срезы и ослабления заклепок, выработка гнезд до выпадания роликов;

зазора между стальными штампованными сепараторами и буртом внутреннего кольца шарикоподшипника с диаметром отверстия до 30 мм — менее 0,2 мм, с диаметром отверстия более 30 мм — менее 0,3 мм;

предельного износа и деформации деталей, т. е. когда осевой или радиальный зазоры, разность диаметров шариков или роликов и т. д. более допускаемых норм.

При наличии в одном подшипниковом гнезде или сборочной единице двух и более подшипников качения и в случае замены одного из них, как правило, заменяют и другие, т. е. производят комплексную замену подшипников, например, в крестовинах кардана, грузах регулятора частоты вращения и т. д.

Допускаются к дальнейшей эксплуатации подшипники качения, имеющие незначительные дефекты и повреждения: царапины и риски на посадочных поверхностях колец, появившиеся вследствие ослабления посадки; забоины, вмятины, следы коррозии на сепараторе, не препятствующие нормальному движению шариков и роликов; темные пятна коррозионного характера на поверхностях качения деталей, устраняемые зачисткой; матовая поверхность качения деталей как следствие ненормального износа; незначительная деформация и износ гнезд сепаратора сферического роликового подшипника, устраняемые обжатием сепаратора.

Мелкие вмятины, риски и незначительную коррозию на поверхностях качения и в местах посадки деталей подшипников устраняют зачисткой вручную мелкой шлифовальной шкуркой. Устранение других повреждений и ремонт подшипников качения с заменой деталей для восстановления нормальных посадок проводят соответственно требованиям технических указаний, утвержденных ЦТ МПС.

Техническое обслуживание и ремонт сборочных единиц с подшипниками качения (букс колесных пар, ТЭД, тяговых генераторов и др.) проводят согласно действующей Инструкции по содержанию и ремонту сборочных единиц с подшипниками качения.

До монтажа у всех подшипников, бывших в эксплуатации, проверяют равномерность хода и зазоры между деталями. Степень допустимого шума и неравномерность хода определяют сравнением с эталонным подшипником данного типа, отобранным по согласованию с приемщиком депо. Годным для повторного использования считают подшипники, имеющие ровный, без заедания ход и незначительный шум, а также установленные зазоры и размеры.

При сборке необходимо соблюдать следующие основные требования: устанавливать натяг в соединениях строго в соответствии с чертежом. При этом, если вращается вал, то внутреннее кольцо подшипника должно иметь неподвижную посадку, а наружное кольцо в гнезде — подвижную (кроме случаев, оговоренных особо). Если вращается гнездо (корпус), то наружное кольцо подшипника должно иметь неподвижную посадку, а внутреннее кольцо — подвижную (кроме случаев, оговоренных особо);



не превышать допустимое значение овальности или биения шеек валов в местах монтажа внутренних колец подшипников качения для новых аналогичных деталей более чем на 0,02 мм, кроме случаев, оговоренных особо;

поворачивают на 45 или на 90° наружные кольца перед монтажом в корпус относительно положения, которое они занимали ранее, до разборки сборочной единицы, чтобы нагружение беговых дорожек наружных колец не приходилось каждый раз на одну и ту же зону;

выполняют монтаж подшипника на вал с предварительным нагревом  $r_{и<чс-}$

ле до 60—100 °С подшипника или внутреннего кольца, с охлаждением вала или при помощи пресса. В этом случае применяют приспособления (оправки), обеспечивающие действие усилия запрессовки по оси кольца. Если подшипники монтируют одновременно на вал и в гнездо, оправка должна упираться одновременно в торцы обоих колец подшипников. Подшипники (или кольца) нагревают в масляной ванне, в электрических печах, индукционным способом. Время выдержки при температуре 60—100 °С выбирают в зависимости от размера подшипника. Запрещается нагревать подшипники (или кольца) открытым огнем, монтировать и демонтировать подшипник (кольцо) ударами, наносимыми непосредственно по подшипнику.

Подшипник после монтажа на вал должен упираться в его заплечик или деталь, указанную на чертеже сборочной единицы, при посадке в корпус — в бурт гнезда. В случае нагрева деталей индукционным нагревателем детали после запрессовки размагничивают. Качество сборки сборочной единицы с подшипниками качения контролируют по легкости вращения вала, наличию осевого разбега у вала с шарикоподшипником, радиального зазора между роликами и кольцами у роликовых подшипников. Эти величины должны быть в пределах установленных норм.

После сборки подшипников, работающих на пластичной (консистентной) смазке, их смазывают порядком, установленным Инструкцией по ремонту узлов с подшипниками качения. Разрешается щели между роликами и шариками заполнять смазкой до монтажа подшипника. Запрещается смешивать различные сорта смазок для смазки подшипников одной сборочной единицы.

Сборочная единица с цилиндрическими деталями, движущимися возвратно-поступательно (узлы типа: поршень—втулка, золотник—втулка, плунжер—гильза, игла—корпус распылителя и т. п.). Потерявшие работоспособность в результате износа детали и другие повреждения можно восстанавливать перекомплектовкой, путем хромирования или осталивания с соблюдением следующих требований:

незначительные дефекты (натиры, риски и т. п.) с отдельных участков трущихся поверхностей деталей удаляют слесарно-механической обработкой при помощи притиров, алмазных камней, паст, нанесенных на войлок, с последующей полировкой;

в случае замены одной из деталей новой или отремонтированной восстанавливают нормальную форму трущейся поверхности у незаменяемой детали слесарно-механической или станочной обработкой;

поверхности деталей с общей осью (когда охватывающая деталь имеет два и более отверстия с различными диаметрами, но с общей осью или когда две или более детали смонтированы на одном валике или оси) обрабатывают таким образом, чтобы несоосность трущихся деталей была минимальной;

детали прецизионных пар топливной аппаратуры после восстановления проходят стендовую обкатку в течение 1 ч в сборе с форсункой или топливным насосом;

зазоры между деталями у отремонтированных сборочных единиц должны быть, как у новых, все детали должны перемещаться и вращаться вокруг оси свободно, без заеданий.

## Практическое занятие №27

Тема: «Ремонт шкивов и ременных передач».

Цель: Изучение дефектов шкивов, способы их устранения; дефектов ременных передач и способы их устранения; приобрести навыки сборки ременных передач и уход за ними.

23 Материальное обеспечение

23.1 Инструкция к практическому занятию.

23.2 Токарно-винторезный станок

23.3 Слесарный инструмент, шнур.

23.4 Справочная и техническая литература.

1.4.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.4.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

24 Порядок выполнения работы

24.1 Выполнить описание дефектов шкивов, способы их устранения, дефектов ременных передач, способы их устранения.

24.2 Выполнить сборку ременной передачи.

24.2.1 Установить шкивы на валы, закрепить.

24.2.2 Выполнить проверку параллельности установленных шкивов.

24.2.3 Подобрать ремни по длине.

24.2.4 На шкивы надеть ремни, создать начальное натяжение ремней.

24.2.5 Выполнить проверку натяжения ремней.

24.3 Установить технологическую последовательность ремонта разъемного подшипника скольжения.

## Ремонт шкивов и ременных передач

У шкивов для плоских ремней вследствие проскальзывания ремня изнашивается обод, из-за чего ухудшается сцепление между ремнем и шкивом. Наблюдаются также надлом обода, трещины на спицах, износ посадочного отверстия и шпоночного паза.

У шкивов клиноременных передач прежде всего изнашиваются поверхности канавок. Этот износ иногда бывает настолько большим, что ремень опускается до дна канавки (рис. 70, б, справа). Происходит также излом буртиков, нарушается балансировка шкива.

К шкивам предъявляются следующие требования:

- поверхности, сопрягаемые с ремнями, должны быть обработаны по 5—6-му классам шероховатости;
- наружный диаметр шкива должен точно отвечать указанному размеру чертежом и обеспечивать требуемое передаточное отношение;
- не допускаются надлом и трещины;
- при наблюдении невооруженным глазом не должно замечаться биение шкива по наружному диаметру и по торцам.

Шкивы должны быть сбалансированы, т. е. уравновешены.



При износе у шкива (рис. 70, а) отверстия 4 ступицы растачивают и запрессовывают втулку, которую надежно стопорят. Затем отверстие растачивают, обеспечивая необходимую посадку на валу.

Посадку втулки в ступице можно осуществить при помощи клея. Для этого втулку пригоняют по расточенному отверстию, создавая зазор 0,05 мм на диаметр. Этот зазор необходим для получения оптимальной клеевой пленки толщиной 0,02—0,025 мм.

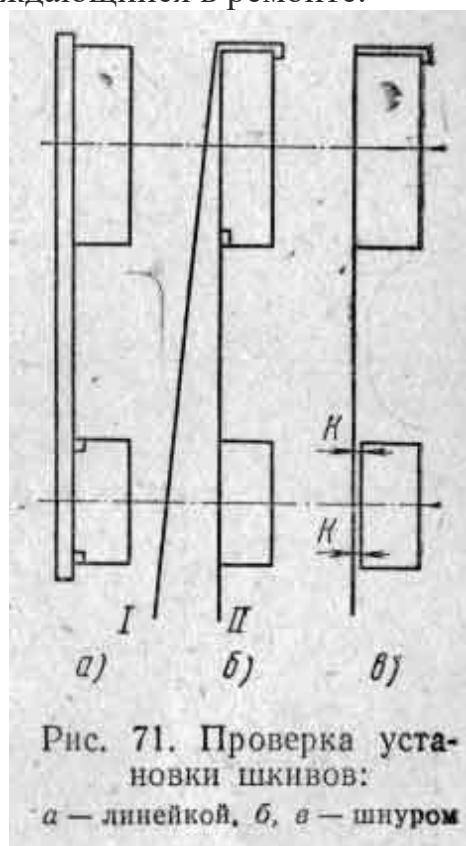
Когда размеры шкива позволяют расточить отверстие под толстостенную втулку, имеющую шпоночный паз, то ремонт осуществляют так: растачивают отверстие ступицы, долбят шпоночный паз и изготавливают переходную втулку со шпоночными пазами на наружном и внутреннем диаметрах. Затем втулку со шпонкой прессуют в ступицу шкива и стопорят. После этого шкив пригоден для эксплуатации.

Если размеры ступицы шкива не позволяют установить толстостенную втулку с продольным пазом, тогда отверстие в шкиве растачивают на глубину несколько большую глубины шпоночного паза и устанавливают на клее тонкостенную втулку с фланцем, которую закрепляют на шкиве винтами.

У шкива под клиновидные ремни (рис. 70, б) поверхность обода и стенок канавок обтачивают до устранения износа, а дно канавок углубляют, при этом все канавки шкива должны быть одинаковыми по профилю и размеру, которые проверяют шаблоном.

Изломы и трещины устраняют заваркой после соответствующей слесарной подготовки мест под заварку. Перед заваркой шкив равномерно нагревают по всему диаметру, иначе на завариваемом участке появятся в металле внутренние напряжения, что вызовет образование трещин в других местах. По окончании заварки шкив погружают в нагретый песок для медленного охлаждения.

Если у ремонтируемого шкива обтачивается поверхность, сопрягаемая с ремнем, допускается немного уменьшить диаметр шкива при условии, что частота вращения изменится. Частота вращения ведомого шкива снижается, когда уменьшается диаметр ведущего шкива, и увеличивается при уменьшении диаметра ведомого шкива. Для сохранения передаточного отношения между шкивами допускается обточить до соответствующего диаметра и второй шкив, не нуждающийся в ремонте.



При ремонте шкивов допускается изменение частоты вращения ременной передачи (повышение или понижение) не более 5% номинальной. При больших отклонениях изготавливают новые шкивы.

Валы, на которых расположены шкивы ременной передачи, должны быть параллельны между собой. Параллельность проверяется по торцам насаженных шкивов, которые должны находиться в одной плоскости, что определяют с помощью линеек при близком расположении шкивов (рис. 71, а) или шнуров. Шнур закрепляют на одном из шкивов (рис. 71, б), отводят в сторону (точка I) и затем, натянув, медленно подводят к торцу второго шкива (точка II). Если при этом шнур коснется всех точек, как показано на рисунке, это означает, что шкивы установлены правильно. При нахождении шнура на расстоянии К (рис. 71, в) от торца шкива необходимо один из шкивов смещать в осевом направлении, так как оси валов при этом расположатся параллельно. Если расстояние К окажется неравномерным (перекос), это означает, что оси валов непараллельны.

Для более устойчивого положения плоского ремня посередине шкива делают выпуклость. При вращении плоский ремень стремится занять наиболее высокое положение и центрируется по шкиву.

Правильная установка шкивов — условие нормальной работы ременной передачи; от нее зависит размещение ремня посередине ободов. При опробовании ременной передачи ремень может оказаться на краю обода шкива, может даже свалиться со шкива. Возможные причины: оси шкивов расположены непараллельно; не совмещены торцы шкивов, несмотря на одинаковую ширину ободов; велико биение шкивов; ремень слабо натянут; ремень слабо сшит.



Рис. 72. Регулировка натяжения ремней при установке электродвигателей:  
*а* — на салазках, *б* — на шарнирной плите;  
*1* — электродвигатель, *2* — винты для регулировки, *3* — салазки, *4* — винт на шарнире, *5* — гайки для регулировки, *6* — ось плиты

Недостатки в работе ременной передачи устраняют соответствующей регулировкой. Чтобы довести до нормы чрезмерное биение шкива, плотно посаженного на вал, шкив снимают с вала и подвергают токарной обработке.

Шкивы клиноременной передачи устанавливают и выверяют также, как и шкивы плоских передач. Перекос более 1 градуса у шкивов под клиновидные ремни ведет к усиленному одностороннему износу ремней, а также канавок шкивов.

Для передач с несколькими ремнями (на одном шкиве) необходимо тщательно подбирать комплекты ремней по длине. Это можно выполнить непосредственно на собранной передаче приспособлением (рис. 73), определяя длину по разности стрел прогиба. Отклонение длины ремней в одном комплекте не должно превышать допуска, указанного в ГОСТ 1284—68. Разная длина ремней в комплекте даже в пределах 1—2 мм не обеспечивает равномерной нагрузки на каждый ремень, что вызывает быстрый износ перегруженных ремней и канавок шкивов, частую замену комплекта ремней и ремонт шкивов.

Натяжение клиновидных ремней должно быть умеренным. Когда ремни сильно натянуты, возрастают нагрузка на оси и упругая деформация валов, в результате чего ускоряется износ подшипников, поломка валов в результате

усталостного износа и более интенсивно растягиваются ремни. Слабо натянутые ремни проскальзывают по канавкам шкивов, сильно нагреваются, в результате быстрее изнашиваются и поверхности канавок, и ремни.

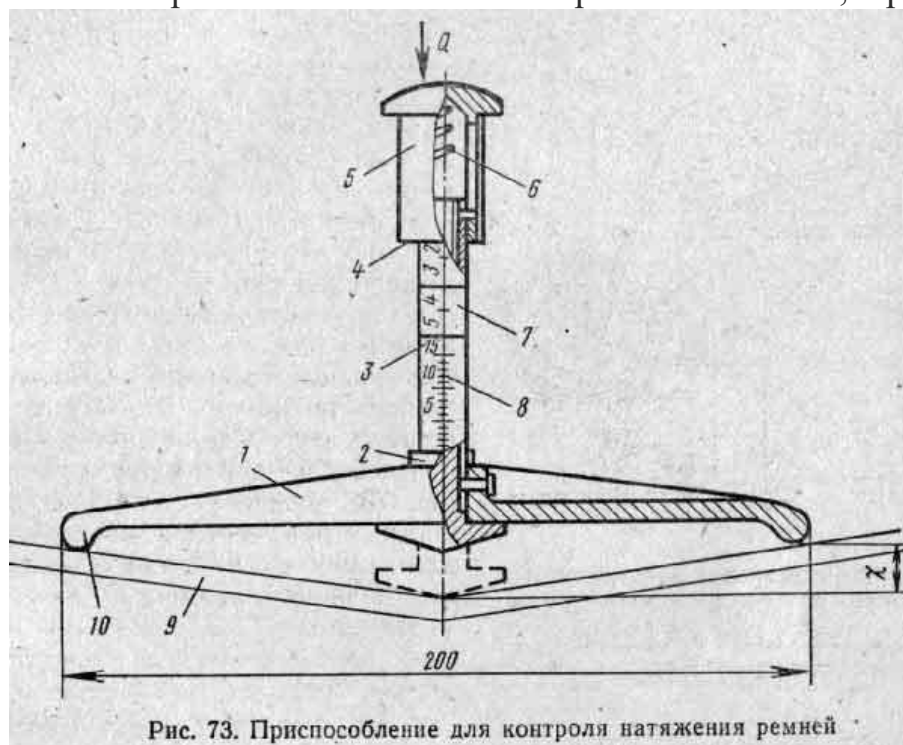


Рис. 73. Приспособление для контроля натяжения ремней

Натяжение ремней регулируют специальными устройствами, как правило, имеющимися в ременных передачах (рис. 72, а, б), а контролируют натяжение приспособлением, показанным на рис. 73. Для контроля натяжения ремней отводят установочное кольцо 2 в исходное положение — до упора в планку 1. Затем приспособление прикладывают бортиками 10 к ветви ремня 9, располагая примерно посередине длины между осями валов. Нагружают ветвь посредством колпачка 5 с защитной насадкой 4, пружины 6 и стержня 3.

При нагружении следят, чтобы торец колпачка совмещался с определенным значением (кгс) на шкале 7. При этом стержень, перемещаясь в отверстии планки 1, образует стрелу прогиба ветви ремня, по которой судят о состоянии натяжения. Высоту стрелы прогиба определяют в мм по показанию на шкале 8, на котором остановилось кольцо 2 при нагружении ветви.

Если стрела прогиба менее нормы, натяжение расслабляют и, наоборот, при большей стреле натяжение увеличивают.



## Практическое занятие №28

Тема: «Ремонт зубчатых колес и звездочек зубчатых передач».

Цель: изучение дефектов и способов ремонта зубчатых колес и звездочек, разработка технологической последовательности ремонта зубчатого колеса.

### 25 Материальное обеспечение

25.1 Инструкция к практическому занятию.

25.2 Чертежи деталей (зубчатые колеса).

25.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 26 Порядок выполнения работы

26.1 Выполнить описание возможных дефектов и способов ремонта зубчатых колес и звездочек.

26.2 Выполнить схемы ремонта зубчатых колес.

26.3 Разработать технологическую последовательность ремонта зубчатого колеса.

## Ремонт зубчатых колес и звездочек зубчатых передач

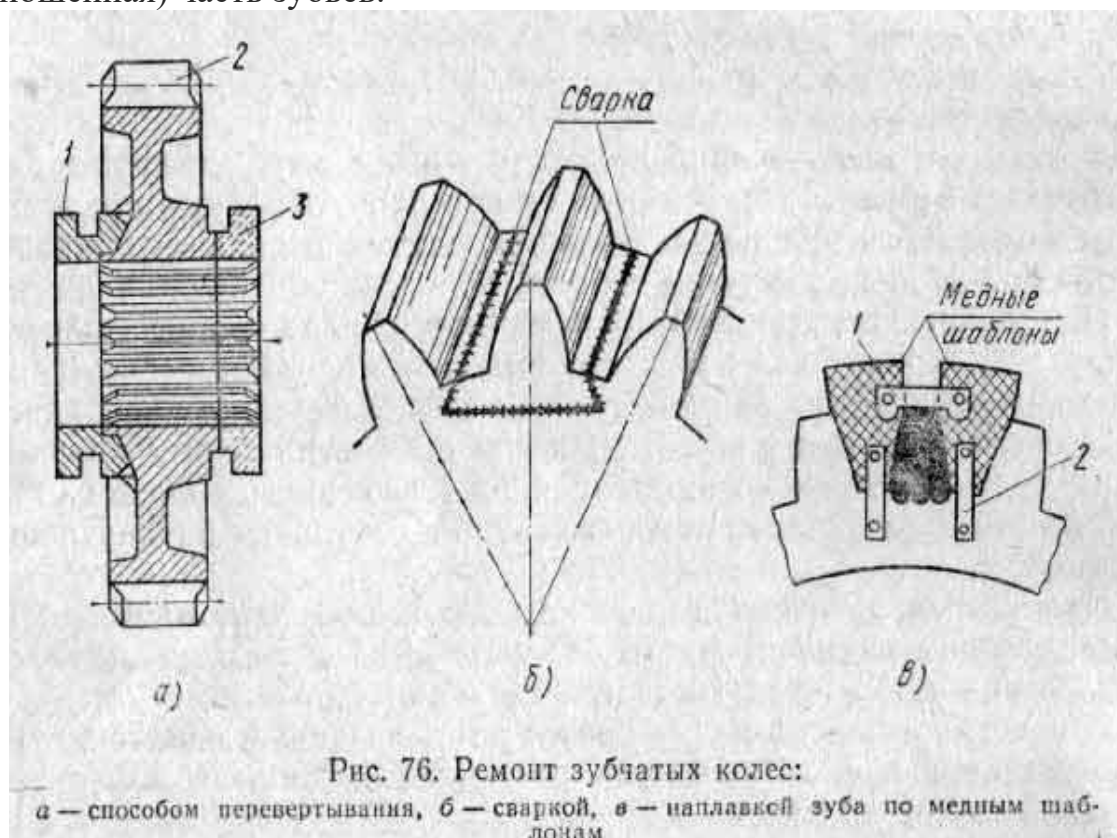
Поступающие в ремонт зубчатые колеса могут иметь следующие дефекты:

- износ зубьев по рабочему профилю;
- один или несколько сломанных зубьев;
- одну или несколько трещин в венце, спице или ступице;
- смятие поверхностей отверстия или шпоночной канавки в ступице;
- смятие шлицев и закруглений торцов зубьев.

Зубчатые колеса с изношенными зубьями, как правило, не восстанавливают, а заменяют новыми. Однако на небольших ремонтных базах, не оснащенных необходимым оборудованием, описанные ниже способы

ремонта рекомендуются только для зубчатых колес большого диаметра. Колеса с износом зубьев по толщине, не выходящим за пределы допустимого (см. табл. 3), можно оставить в механизме, так как они не ухудшают его работу.

На рисунок. 76, а показано цилиндрическое зубчатое колесо с односторонним износом зубьев 2 у правого торца в результате многократного переключения шестерен. Ремонт состоит в том, что у колеса подрезают часть 3 (линия отреза показана на рисунке справа чертой), а с другой стороны приваривают кольцо 1, точно соответствующее части 3. Затем кольцо устанавливают таким образом, что в переключении участвует левая (неизношенная) часть зубьев.



Зубчатые колеса со сломанным или выкрошившимся зубом нельзя оставлять в механизме: это может привести к поломке зубьев сопряженных колес и к аварии сборочной единицы. Такое колесо в ответственных передачах нужно заменить другим — годным. В менее ответственных тихоходных передачах зубья больших колес с повреждениями экономически выгодно восстанавливать.

Например, восстановление одного или нескольких зубьев большого зубчатого колеса пневматического молота (см. рис. 132) обходится значительно дешевле, чем изготовление нового колеса.

Зубчатые колеса можно ремонтировать наплавкой изношенных зубьев или установкой зубчатых вкладышей, которые закрепляют винтами или сваркой (рис. 76, б), установкой ввертышей и др. Однако эти способы ремонта следует

применять лишь в качестве временной меры в тихоходных неответственных механизмах.

Обработка наплавленных зубьев достаточно сложна. Чтобы ее облегчить, наплавляют зубья средних и больших модулей с помощью пары медных шаблонов (рис. 76, в). Шаблоны, которые имеют форму впадин между зубьями зубчатого колеса, образуют боковые поверхности зуба.

Для введения наплавки медные шаблоны скрепляют между собой планками 1 и прикрепляют к венцу колеса планками 2 так, чтобы они не мешали операции наплавки. Планки 2 можно заменить струбцинами или каким-нибудь другим устройством. Так как наплавляемый металл не приваривается к шаблонам вследствие высокой теплопроводности меди, шаблоны после наплавки легко вынимаются.

Наплавка производится толстообмазанными электродами Э-3У, Э-42, ОММ-5 и др. После наплавки колесу дают медленно остыть. Для этого все колесо или ту его часть, где наплавлен зуб, зарывают в горячий песок.

*Восстановление зубьев наплавкой целесообразно только в том случае, когда другие способы применить невозможно.*

Изношенные зубчатые колеса, ремонт которых признан нецелесообразным, нужно заменять новыми парами даже в тех случаях, когда одно колесо в заменяемой паре существенного износа не имеет. Это вызывается тем, что:

- замена обоих сопрягаемых колес гарантирует лучшие условия зацепления, так как зубчатые колеса каждой данной пары, как правило, изготавливаются одним и тем же инструментом на одном и том же станке;
- использование нового зубчатого колеса в сопряжении с оставшимся старым колесом нежелательно.

Это объясняется тем, что зубья вновь изготовленного колеса не обеспечивают нормального контакта с уже приработанными зубьями, что обнаруживается по появлению повышенного шума в работе передачи.

Однако в тех случаях, когда в сопряжении находятся большое или малое зубчатые колеса, причем большое во много раз превышает по размеру малое, не следует придерживаться приведенного выше правила. В таком зацеплении значительно быстрее изнашивается малое колесо, чем большое, а потому при ремонте достаточно заменить только малое колесо. Своевременная замена малого колеса предохраняет от износа зубья большого колеса, стоимость изготовления которого значительно выше стоимости малого.

Как при ремонте, так и при замене зубчатых колес обязательно нужно установить, с каким углом зацепления нарезаны зубья данного колеса (это делают конструкторы отдела главного механика). Обычно угол зацепления 20°, иногда 15°. Два колеса, из которых одно имеет угол зацепления 15°, а другое 20°, в паре работать не могут.

При ремонте и замене зубчатых колес необходимо также убедиться в том, что на посадочных поверхностях нет задиров, вмятин и других повреждений, препятствующих нормальной посадке колес на вал или на другие детали. Если такие повреждения имеются, их обязательно устраняют расточкой посадочного отверстия и постановкой переходной втулки, а при незначительных износах — зачисткой отверстия наждачной шкуркой.

В цепных передачах (см. рис. 4, а) наибольшему износу подвергаются зубья звездочек и цепи. Звездочки ремонтируют способами, указанными для зубчатых колес. Сильно изношенные цепи заменяют новыми или вставляют отдельные звенья вместо поврежденных.

### **Ремонт зубчатых передач**

В сборочных единицах машин часто применяют открытые передачи, в которых зубчатые колеса и звездочки испытывают большие нагрузки и не защищены от действия влаги и пыли. Это является причиной сравнительно быстрого износа зубчатых колес. Кроме того, используют закрытые зубчатые передачи в виде отдельных сборочных единиц: редукторов, коробок передач и др. При работе передач в подобных условиях возникают в зацеплении дополнительные динамические нагрузки, вызываемые деформациями зубчатых колес и валов, а также опор и корпусов вследствие неизбежных неисправностей изготовления и монтажа. Помимо того, передачи могут работать со значительными знакопеременными кратковременными перегрузками.

Для замены зубчатых колес в закрытых передачах часто требуется демонтаж с полной разборкой сборочной единицы.

Зубчатые колеса относятся к категории дорогостоящих деталей. Поэтому на ремонтных базах, не оснащенных необходимым оборудованием для изготовления колес, возможно восстановление *наплавкой изношенных зубьев, напрессовкой зубчатых венцов, вдавливанием и другими способами*. Способ восстановления зубчатых колес выбирают в зависимости от характера неисправности, материала, класса точности и производственных возможностей ремонтного предприятия.

**Поступающие в ремонт зубчатые колеса могут иметь следующие неисправности:**

изнашивание рабочей поверхности зубьев; выкрашивание и поломка зубьев; образование трещин, задиров, вмятин и раковин; износ посадочных мест зубчатых колес и шпоночных пазов; нарушение правильного положения зубчатых колес и дефекты сборки.

Степень износа зубьев определяют *зубомером*. Для этого по чертежу находят необходимую глубину замера и на этой глубине — размер зуба с помощью *штангензубомера*. Сравнивая полученный результат с номинальным размером (размер по чертежу), определяют величину износа.

Зубчатые передачи считаются непригодными для эксплуатации, если величина их износа превысила предельно допустимое значение, которое

устанавливается для каждой *передачи техническими условиями на ремонт данной машины.*

**Изношенная зубчатая передача может быть отремонтирована:** наплавкой отдельных зубьев, сплошной наплавкой всего обода, методом деформации, методом ремонтных размеров и слесарно-механическими способами.

Зубья шестерен после обычной наварки зачищают и наплавляют тонким слоем твердого сплава **сормайт**. Размер зубьев после механической обработки перед наплавкой должен быть меньше номинального на величину до 1,5 мм. Наплавка зубьев производится в ванне с водой.

Для наплавки боковых поверхностей зубьев шестерню устанавливают в ванне и наплавку начинают со второго зуба от поверхности воды. Пламенем газовой горелки наплавляемый зуб разогревают, после чего прутком сормайта наносят флюс-буру и наплавляют зуб до требуемого размера. После этого шестерню поворачивают так, чтобы наплавленный зуб не касался поверхности воды, и наплавляют следующий (третий) зуб. После того, как наплавленный второй зуб охладится (до темно-вишневого цвета), его погружают в воду для закалки.

Таким же способом производится наплавка зубьев мартенситовым чугуном. Отремонтированные зубья после этого обрабатывают абразивным кругом с зернистостью 36...46. Профиль обработанных зубьев проверяется специальными шаблонами.

Износ и выкрошивание торцов зубьев шестерни из сталей марок 40Х и 45Х устраняют, наплавляя газовой горелкой в нейтральном пламени проволоку из стали марки 40Х. Наплавку можно производить также электродуговой сваркой, используя проволоку клапанной пружины со специальными обмазками.

Наварку сталинитом сильно изношенных зубьев необходимо вести методом комбинированного слоя. Слой шихты сталинита при этом насыпают в месте наварки и расплавляют металлическим электродом или же применяют металлические стержни с обмазкой сталинита.

При сборке зубчатых колес следует исходить из предусмотренных стандартами норм точности: кинематической, контакта зубьев и гарантированного зазора.

**Для нормальной работы зубчатых колес должны быть соблюдены два основных условия:** линия касания зубьев должна находиться на начальной окружности обоих колес; переход от одного зуба к другому должен быть плавным, без толчков и рывков. Зазор между зубьями имеет большое значение для правильной работы зубчатых колес. При сборке цилиндрических шестерен величину бокового зазора между зубьями измеряют щупом или прокаткой свинцовой пластинки, пропускаемой между зубьями, которая после этого измеряется. Замер величины бокового зазора производят между тремя парами

сопряженных зубьев в трех местах под углом  $120^\circ$  и принимают наибольший зазор.

Нормальный боковой зазор между зубьями шестеренчатых передач выбирается по техническим условиям на сборку. Для строительных машин боковой зазор находится в пределах 0,06.. 0,1 модуля. Радиальный зазор должен быть не менее 0,16...0,20 модуля.

### Практическое занятие №29

Тема: «Ремонт и сборка зубчатых и червячных передач»

Цель: изучение ремонта и сборки зубчатых и червячных передач и приобрести навыки сборки зубчатых и червячных передач.

#### 1 Материальное обеспечение

- 2.1 Инструкция к практической работе.
- 2.2 Цилиндрический редуктор.
- 2.3 Червячный редуктор.
- 2.4 Набор слесарного инструмента.
- 2.5 Оправки специальные.
- 2.6 Нутромер микрометрический НМ75-600 ГОСТ10-88.

#### 2.Порядок выполнения работы

- 2.1 Изучить последовательность сборки цилиндрического редуктора.
- 2.2 Изучить последовательность и особенности сборки червячного редуктора.
- 2.3 Выполнить сборку цилиндрического редуктора.
- 2.4 Выполнить сборку червячного редуктора.
- 2.5 Выполнить схемы сборки редукторов.

### Ремонт и сборка зубчатых и червячных передач

Зубчатые передачи. Сопряжение зубчатого колеса с валом выполняется с небольшим натягом или зазором. Натяг обеспечивает лучшую соосность вала и колеса.

Качество сборки зубчатых передач зависит от точности взаимного расположения осей и валов, на которых они установлены, от тщательности пригонки шпоночных и шлицевых соединений, а также от качества изготовления или ремонта посадочных поверхностей зубчатых колес, валов и осей.

В зацеплении зубчатых колес должны быть выдержаны боковой и радиальный зазоры, которые компенсируют возможные ошибки в размерах зубьев, неточности сборки и температурные деформации. Величина бокового и радиального зазора зависит от модуля и размеров зубчатых колес, а также от класса точности их изготовления (табл. 1).

Эти величины устанавливаются техническими условиями на ремонт деталей машин.

В зависимости от посадки и размеров зубчатого колеса устанавливают его на вал с помощью оправки и молотка или прессы.

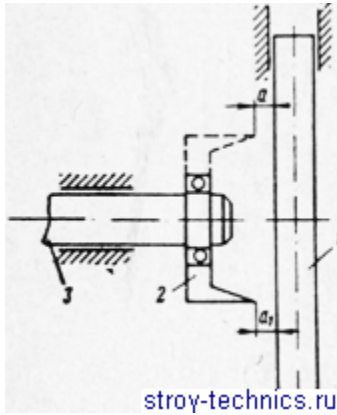
Для определения величины радиального биения применяют прибор, в котором имеется контрольный ролик. На него устанавливают ножку индикатора и замечают положение стрелки. Затем ролик переключают через 2—3 зуба, поворачивают колесо и по положению стрелки индикатора определяют величину радиального биения (табл. 50).

Таблица 1. Боковой зазор и отклонение межцентрового расстояния для цилиндрических зубчатых передач, мк (ГОСТ 1643—72)

Вид сопряжения	Межцентровое расстояние, мм										
	до 50	от 50 до 80	от 80 до 120	от 120 до 200	от 200 до 320	от 320 до 500	от 500 до 800	от 800 до 1250	от 1250 до 2000	от 2000 до 3150	от 3150 до 5000
Боковой зазор											
С	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Д	42	52	65	85	105	130	170	210	260	360	420
Х	85	105	130	170	210	260	340	420	530	710	850
Ш	170	210	260	340	420	530	670	850	1060	1400	1700
[ Отклонение межцентрового расстояния											
С	25	32	36	42	50	60	70	80	95	110	130
Д	40	50	55	65	80	100	110	120	150	180	210
Х	60	80	90	105	120	160	180	200	250	280	340
Ш	100	120	140	170	200	250	280	320	400	450	520

Примечание. С — с нулевым зазором; Д — с уменьшенным зазором; Х — с нормальным зазором, Ш — с увеличенным зазором.

Для определения величины осевого биения ножку индикатора подводят к ободу зубчатого колеса, установленного на оправке, и замечают положение стрелки. Поворачивая зубчатое колесо, наблюдают за стрелкой индикатора, показывающей величину осевого биения.



stroy-technics.ru

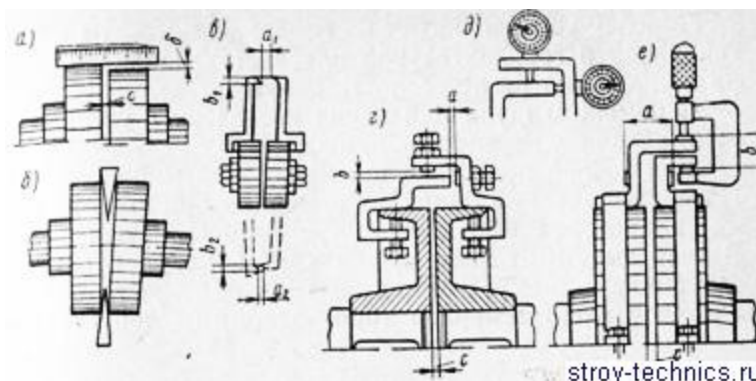
Величину бокового зазора между зубьями в зацеплении проверяют с помощью щупа, индикатора или путем прокладки между зубьями свинцовой проволоки или ленты толщиной 1—2 мм.

Правильность прилегания рабочей поверхности зубьев в зацеплении проверяют с помощью краски. На рабочей поверхности зубьев ведущего колеса наносят тонкий слой масляной краски. После этого колесо несколько раз проворачивают и краска с рабочей поверхности зубьев ведущего колеса переносится на поверхность зубьев ведомого. По отпечатку краски на поверхности зубьев ведомого колеса судят о правильности зубчатого зацепления (рис. 2, табл. 1, 2).

Таблица 2. Нормы контакта зубьев

Класс точности	Номинальный модуль, мм	Ширина колеса, мм									
		от 50	от 50 до 100	от 100 до 160	от 160 до 220	от 220 до 320	от 320 до 450	от 450 до 630	от 630 до 900	от 900 до 1250	
7	От 1 до 30	17	19	21	24	28	34	40	50	60	
8	» 1 » 50	21	24	26	30	30	42	50	60	80	
9	» 2,5 » 50	26	30	34	38	45	52	60	80	100	
10	» 2,5 » 50	34	38	42	48	55	65	80	100	120	
11	» 2,5 » 50	42	48	52	58	70	85	100	120	160	

stroy-technics.ru



stroy-technics.ru



stroy-technics.ru



Рисунок. 2. Формы отпечатков на зубьях шестерен  
а — правильное зацепление; б — перекося валов; в — увеличено межцентровое расстояние; г — уменьшено межцентровое расстояние в цилиндрических передачах (по ГОСТ 1643—72)

Проверку зацепления конических зубчатых колес на краску производят аналогично.

Величину зазора в зацеплении между зубчатыми колесами регулируют прокладками, которые помещаются между ступицей и упорным буртиком вала.

Червячные передачи. При сборке червячных передач проверяют межосевое расстояние червячного колеса и червяка (рис. 53). Правильность положения валов (отсутствие перекося), боковой зазор в зацеплении и точность прилегания рабочих поверхностей зубьев (рис. 54).

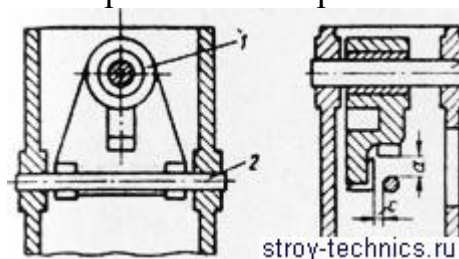


Рисунок. 3. Схема проверки межосевого расстояния и правильности положения валов в корпусе червячного редуктора 1 — скоба; 2 и 3 — оправки

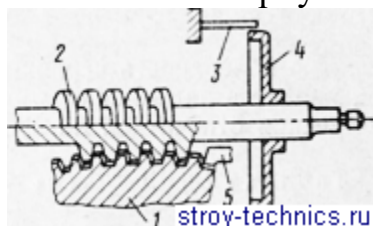


Рисунок. 4. Схема определения бокового зазора в червячной передаче  
1 — червячное колесо; 2 — червяк; 3 — стрелка; 4 — диск; 5 — фиксатор

Отклонение межосевого расстояния проверяют микрометром или штихмасом с применением контрольных оправок, вставляемых непосредственно в отверстия корпуса редуктора или через переходные втулки.

Оправку вставляют в отверстие вала червячного колеса, при этом на оправку надевают скобу. В отверстие для прохода вала червяка вставляют оправку. По величине зазора а и с определяют отклонение межосевого расстояния в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Для определения бокового зазора определяют угловое смещение червяка. На вал червяка устанавливают градуированный диск.

## Практическое занятие №30

Тема: «Восстановление деталей соединительных муфт»

Цель: Изучение дефектов и способов восстановления деталей соединительных муфт, приобрести навыки технологической разработки последовательности ремонта муфт.

### 1 Материальное обеспечение

7.5 Инструкция к практическому занятию.

7.6 Чертежи деталей.

7.7 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /[А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

### 8 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить возможные дефекты и способы восстановления соединительных муфт.

2.2 Разработать технологическую последовательность восстановления соединительной муфты.

2.3 Выполнить ремонтный эскиз детали «Муфта».

В механизмах промышленного оборудования используются различные соединительные муфты: одни служат для соединения двух соосно расположенных валов или валов, близких к этому положению; другие (фрикционные) предназначены для соединения двух валов или вала с посаженной на него деталью. Многодисковые фрикционные муфты применяются также для включения или выключения некоторых механизмов. Постоянные соединения валов получают с помощью жестких и упругих муфт.

Жесткими втулочными муфтами с помощью втулки 3 и штифтов 2 или шпонок соединяют соосно расположенные валы 1 и 4 (рис.1). Эти муфты компактны, дешевы, мало изнашиваются.

Дефекты, ремонт и монтаж жесткой втулочной муфты приведены в табл. 26.

Упругие муфты допускают некоторое отклонение соединяемых валов от соосности, смягчают толчки и удары. Одна из простейших упругих муфт, пальцевая (рис. 74, б), состоит из полумуфт 5 и 6, причем в одной полумуфте закреплены гайками 9 четыре или

шесть пальцев 7 с насаженными на них кольцами 8 — резиновыми, кожаными или из прорезиненной ткани. Кольца входят в отверстия второй

полумуфты, и так как они обладают упругостью, то при работе возможно некоторое отклонение от соосности или перекося осей полумуфт.

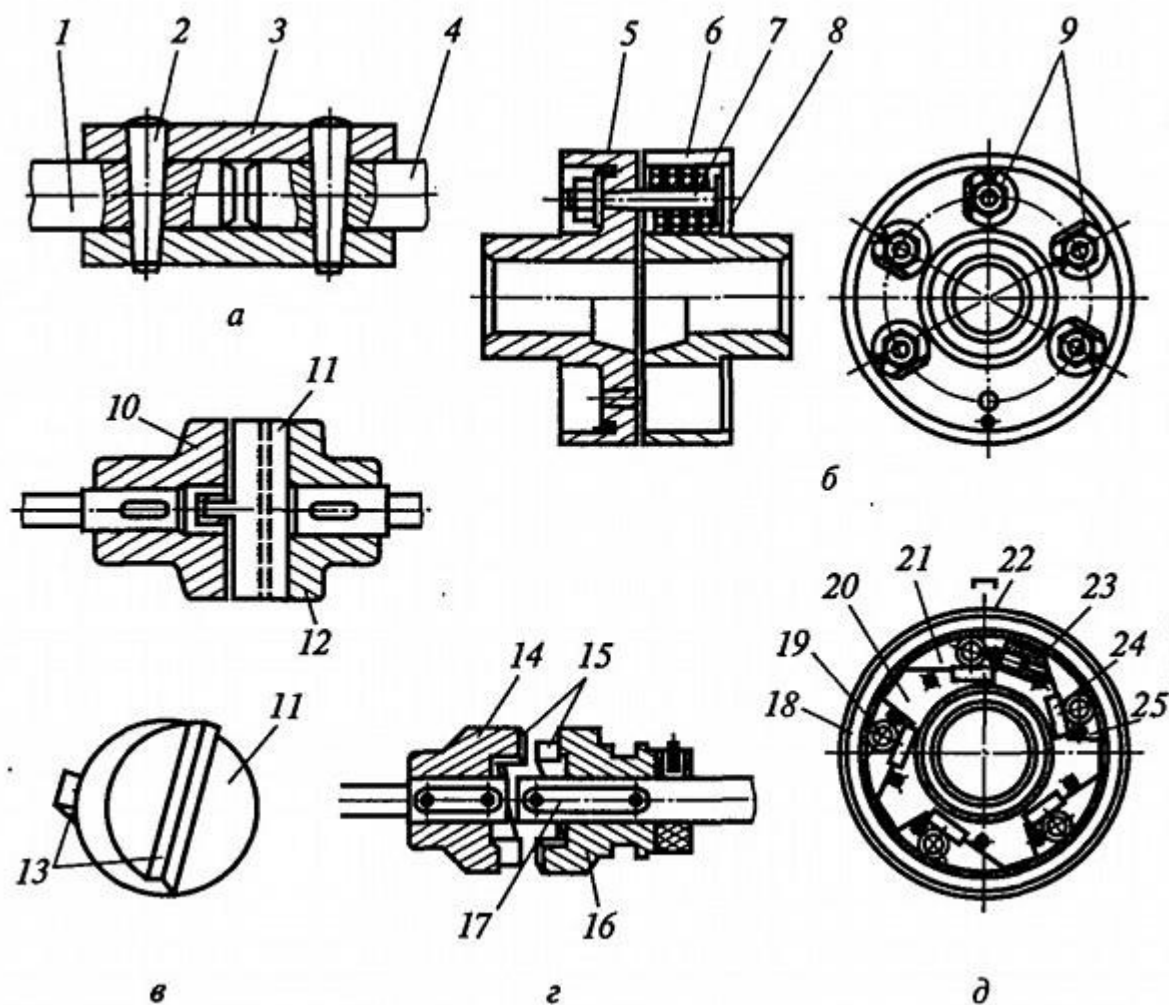


Рисунок 1. Жесткая втулочная (а), упругая пальцевая (б), крестовая (в), кулачковая сцепления (г) и фрикционная обгонная (д) муфты: 1 и 4 — валы; 2 — штифт; 3 — втулка; 5, 6, 10, 12, 14 к 16 — полумуфты; 7 — палец; 8 — кольцо; 9 — гайки; 11 — промежуточная деталь; 13 — выступы; 15 — кулачки; 17 — шпоночный паз; 18 — обойма; 19 — ролики; 20 — звездочка; 21 — полость; 22 — шпонка; 23 — пружинка; 24 — вкладыши; 25 — толкатель.

Таблица 26

**Дефекты, ремонт и монтаж жесткой втулочной муфты**

Дефекты	Ремонт	Монтаж
	МОНТ	

Смятие шпонок и шпоночных пазов, штифтов, разработка отверстия втулки	Замена шпонок, штифтов, втулки	Насаживание втулки на один вал, вставка второго вала с другого конца втулки при условии полной соосности валов, сверление и развертывание отверстий под штифты или засверливание вала под винты, установка штифтов или винтов
---	--------------------------------	---

Таблица 27  
Дефекты, ремонт и монтаж упругой муфты

Дефекты	Ремонт	Монтаж
Износ резиновых гофрированных втулок, повреждение пальцев и отверстий под втулки и пальцы в полумуфтах, разработка посадочных отверстий полумуфт, смятие шпонок и шпоночных пазов	Растачивание отверстий под втулки и пальцы в полумуфтах при соблюдении соосности этих отверстий и изготовление новых пальцев и втулок увеличенных размеров. Посадочное отверстие полумуфт может быть восстановлено запрессовкой ремонтной втулки	Напрессовка и стопорение полумуфт, проверка радиального и торцового биения, установка пальцев с втулками, соединение полумуфт с выверкой соосности валов. Допускаемое угловое смещение осей валов 1 \ а радиальное — 0,2... 0,5 мм пропорционально габаритным размерам муфты

Для постоянного соединения валов в современных машинах широко применяют кулачково-дисковые, или крестовые, само-центрирующиеся муфты, являющиеся разновидностью упругих муфт. Такая муфта (рисунок. 1, в) состоит из двух полумуфт 10 и 12, имеющих по одному прямоугольному пазу на торце, и промежуточной детали 11 в виде диска или кольца, на торцах которого взаимно перпендикулярно расположены два выступа 13 (этими выступами промежуточная деталь входит в пазы фланцев). Крестовыми муфтами можно соединить два вала при отклонении от соосности до 0,04 диаметра вала и угловом отклонении не более 0°30'. Детали этих муфт изготавливают из цементируемых сталей с последующей закалкой. Промежуточную деталь для

малонагруженных муфт изготавливают из текстолита или древесно-слоистых материалов.

## Практическое занятие №31

Тема: «Ремонт деталей передач «винт - гайка»

Цель: Изучить дефекты и способы ремонта передачи «винт - гайка», разработки технологической последовательности ремонта детали «винт».

### 1 Материальное обеспечение

8.1 Инструкция к практическому занятию.

8.2 Чертежи деталей.

8.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

### 1.3.2

### 9 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить возможные дефекты и способы ремонта деталей «винт» и «гайка».

2.2 Разработать технологическую последовательность ремонта детали «винт».

2.3 Выполнить ремонтный эскиз детали «винт».

---

## Ремонт передач винт-гайка

В процессе эксплуатации винтовых передач как скольжения, так и качения наиболее интенсивному изнашиванию подвергаются опоры винта и контактирующие поверхности винта и гайки, а также тел качения, располагаемых между винтом и гайкой в винтовых передачах качения.

Восстановление ходовых винтов передач осуществляется только в случае использования в них винтов с трапецеидальной или упорной резьбой, а также ходовых винтов передач качения, имеющих круглый профиль винтовой канавки. Винты с прямоугольной резьбой восстановлению не подлежат. Они выбраковываются и заменяются новыми.

Для ремонта изношенных ходовых винтов необходимо выполнять следующие операции:

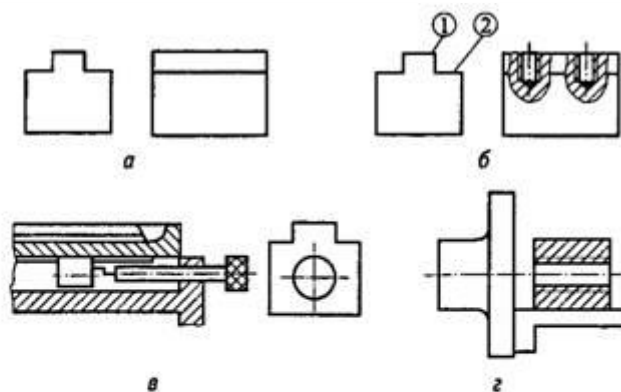
- зачистить центровые отверстия ходового винта:  
установить ходовой винт в трехкулачковом патроне токарного станка;  
установить в отверстии пиноли задней бабки сверлильный патрон с центровочным сверлом или зенковкой с углом в плане  $60^\circ$ ; обработать центровые отверстия ходового винта с двух сторон до удаления следов износа;
- установить ходовой винт в центрах токарного станка;
- определить место изгиба винта и место его расположения;
- произвести правку винта при помощи винтового пресса, установленного на направляющих станины;
- проточить ходовой винт по наружному диаметру до удаления следов износа;
- проточить посадочные шейки ходового винта до удаления следов износа;
- проточить боковые поверхности витков резьбы и углубить дно канавки (при этом необходимо следить за сохранением толщины витка резьбы и неизменностью ее шага);
- снять ходовой винт со станка;
- произвести контроль параметров обработанного ходового винта;
- установить ходовой винт в центрах круглошлифовального станка;
- шлифовать наружный диаметр ходового винта и его посадочные шейки;
- шлифовать витки резьбы ходового винта специальным профильным кругом на резьбошлифовальном станке;
- установить на посадочных шейках ходового винта компенсирующие втулки.

Если восстановленный ходовой винт в процессе эксплуатации будет испытывать интенсивные нагрузки, то в целях повышения износостойкости его следует хромировать.

Восстановление гаек ходовых винтов передач скольжения и качения осуществляется только в тех случаях, когда эти передачи в процессе эксплуатации не испытывают больших нагрузок. Во всех остальных случаях их изготавливают заново по размерам восстановленных ходовых винтов.

Изготовление нерегулируемой гайки ходового винта (рис. 3.8) необходимо выполнять в следующей последовательности:

- выбрать заготовку в виде квадратного проката с размерами, несколько большими восстанавливаемой гайки;
- отрезать от прутка заготовку необходимой длины с припуском на последующую обработку (вручную ножовкой или на фрезерном станке);



**Рис. 3.8.** Последовательность изготовления нерегулируемой гайки хода винта:

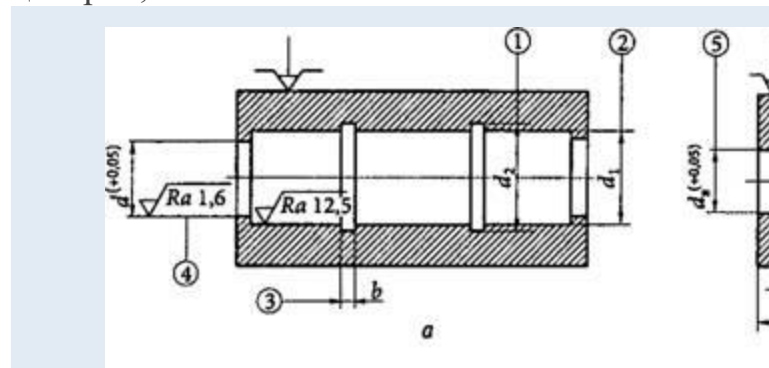
*а* — фрезерование; *б* — нарезание крепежной резьбы в отверстиях: ① базовые поверхности; *в* — разметка окружности под резьбу ходового винта; *г* — растачивание отверстия под резьбу ходового винта и нарезание резьбы

- фрезеровать поверхности установочного шипа (базовые поверхности) с одной установки на горизонтально-фрезерном станке набором дисковых фрез (рис. 3.8, а);
- разметить центры отверстий под винты крепления, используя в качестве кондуктора деталь, сопрягаемую с гайкой ходового винта;
- сверлить отверстия под крепежную резьбу на сверлильном станке;
- нарезать в отверстиях крепежную резьбу (рис. 3.8, б);
- и установить заготовку гайки ходового винта на место и закрепить винтами;
- установить вместо ходового винта оправку и разметить по ней на торце гайки окружность под резьбу (рис. 3.8, в). При установке оправки в отверстие под ходовой винт не должно быть радиального зазора, т. е. оправка должна плотно входить в отверстие;
- снять заготовку гайки ходового винта;
- установить заготовку гайки на угольнике (рис. 3.8, г) планшайбы токарного станка и выверить ее положение относительно линии центров по базовым поверхностям 1 и 2 и размеченному отверстию под резьбу;
- закрепить выверенную заготовку на угольнике;
- сверлить и растачивать отверстие под резьбу ходового винта;
- нарезать резьбу в расточенном отверстии по восстановленному ходовому винту;
- проверить качество нарезанной резьбы, используя в качестве калибра восстановленный ходовой винт.

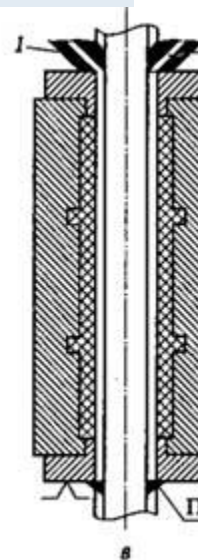
Восстановление неразъемных гаек ходового винта путем заливки пластическими массами (рис. 3.9) необходимо осуществлять следующим образом:



■ установить гайку ходового винта (рис. 3.9, а) в четырехкулачковом патроне токарного станка и выверить ее положение относительно линии центров;



**Рис. 3.9.** Последовательность ремонта гайки ходового винта путем заливки пластической массой:  
 а — ремонтный чертеж гайки ходового винта;  
 б — чертеж шайбы для заглушки отверстий гайки ходового винта; в — схема заливки; 1, 2 — литники; ①—⑧ — обрабатываемые поверхности гайки ходового винта и заглушки;  $d, d_1, d_2, b$  — ремонтные размеры;  $B$  — толщина заглушки;  $a$  — высота ступени;  $d_s$  — диаметр ходового винта



■ расточить поверхности отверстий до размеров  $d$  и  $d_1$  удалив имеющуюся резьбу и увеличив размер отверстия

на 2... 3 мм относительно номинального;

■ проточить канавки диаметром  $d_2$ , препятствующие смещению слоя пластической массы после его полимеризации;

■ изготовить две шайбы (рис. 3.9, б);

я приготовить пластическую массу для нанесения на поверхность отверстия гайки ходового винта;

■ обезжирить поверхность отверстия, расточенного в гайке ходового винта;

■ нанести на поверхность ходового винта и торцы шайбы тонкий слой парафина;

■ собрать передачу ходовой винт—гайка, зафиксировав относительное положение винта и гайки шайбами;

■ произвести герметизацию соединения по торцам шайб специальной герметизирующей пастой — герметиком;

■ залить подготовленную пластмассовую композицию в зазор между ходовым винтом и гайкой (рис. 3.9, в);

- выдержать залитое пластической массой соединение в течение времени, указанного в технических условиях на композиционный материал;
- снять шайбы, вывинтить ходовой винт и удалить наплывы пластмассы.

Восстановление разъемных (маточных) гаек с резьбой, нарезанной в корпусе (рис. 3.10), необходимо осуществлять следующим образом:

- сверлить в обеих половинах корпуса гайки ходового винта по три отверстия диаметром 4...5 мм;

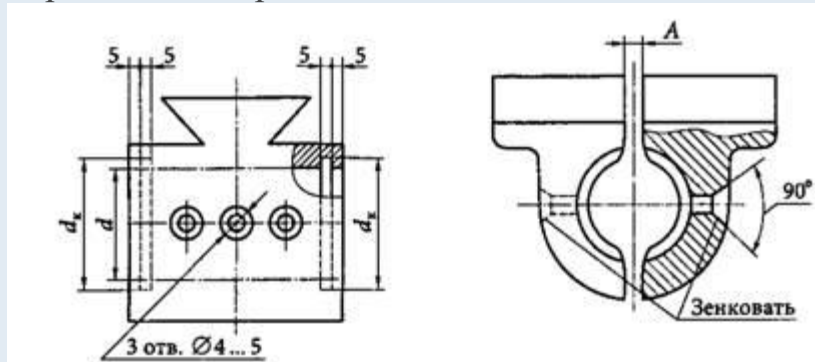


Рис. 3.10. Ремонтный чертеж разъемной (маточной) гайки для ее восстановления заливкой бронзой:

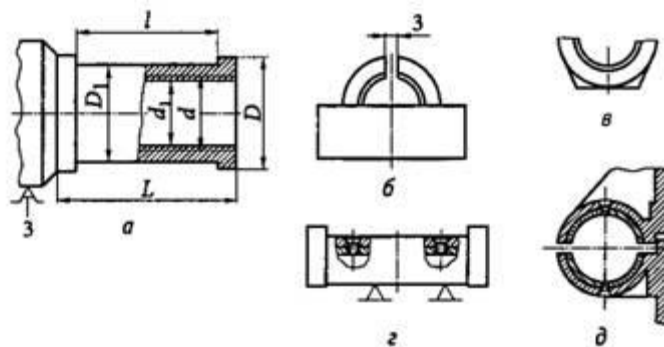
$d, d_k, A$  — ремонтные размеры

- зенковать просверленные отверстия конической зенковкой с углом в плане  $90^\circ$ ;
- соединить половины корпуса гайки ходового винта и зафиксировать их взаимное положение хомутиками;
- установить соединенные между собой половины корпуса гайки на угольнике планшайбы токарного станка и выверить при помощи индикатора, установленного на стойке в резцедержателе, так, чтобы ось отверстия совпадала с линией центров станка;
- закрепить корпус гайки ходового винта на угольнике;
- расточить отверстие в корпусе, увеличив его диаметр  $d$  на 4.. .6 мм по сравнению с внутренним диаметром восстанавливаемой резьбы;
- прорезать в отверстии канавки диаметром  $d_k$  с двух сторон;
- снять обработанный корпус со станка;
- произвести лужение внутренней поверхности отверстия;
- обернуть корпус гайки ходового винта листовым асбестом;
- нагреть корпус гайки ходового винта в муфельной лабораторной печи до температуры  $300^\circ\text{C}$ ;
- уложить гайку ходового винта, обернутую асбестом, в ящик с сухим песком;
- подготовить расплав бронзы (для расплава желательно использовать старые бронзовые втулки);
- залить расплав бронзы в отверстие гайки ходового винта;

- охладить гайку ходового винта на воздухе и снять хомутики;
- разрезать корпус гайки ходового винта вручную ножовкой или на фрезерном станке;
- установить прокладку толщиной  $L$ , равной величине зазора между половинами корпуса;
- зафиксировать хомутиками относительное положение половин корпуса гайки ходового винта с установленной между ними прокладкой;
- установить корпус гайки ходового винта на угольнике планшайбы токарного станка, выверить ее положение относительно линии центров и закрепить;
- сверлить и растачивать отверстие под резьбу;
- нарезать резьбу с параметрами, соответствующими параметрам восстановленного ходового винта;
- снять обработанный корпус гайки ходового винта с угольника;
- произвести контроль нарезанной резьбы, используя в качестве калибра восстановленный ходовой винт;
- снять хомутики с корпуса гайки ходового винта;
- сверлить отверстия в бронзовых вкладышах половин корпуса по ранее просверленным в них отверстиям;
- установить штифты для дополнительного крепления отлитых вкладышей.

Восстановление разъемной (маточной) гайки с бронзовыми вкладышами (рис. 3.11) сводится к восстановлению резьбовых вкладышей и их установке в корпус. Его необходимо осуществлять следующим образом:

- подобрать заготовку, соответствующую размерам изношенного вкладыша;



**Рис. 3.11.** Схема восстановления разъемной (маточной) гайки с бронзовыми вкладышами:

**а** — установка на токарном станке:  $D, D_1, d, d_1, L, l$  — ремонтные размеры  
**б** — разрезание на горизонтально-фрезерном станке; **в** — опилование витков на срезках; **г** — сверление отверстий под крепежные винты; **д** — установка и закрепление резьбовых бронзовых вкладышей в корпусе

- закрепить заготовку в трехкулачковом патроне токарного станка (рис. 3.11, а);

- проточить поверхность диаметром  $D$  на длине  $L$ ;
- проточить поверхность диаметром  $D1$  на длине  $I$ ;
- сверлить отверстие диаметром  $d_x$  — (2... 3) мм;
- расточить поверхность диаметром  $d1$  на длине  $L + 10$  мм;
- нарезать резьбу диаметром  $d$  на длине  $L + 10$  мм (профиль и параметры нарезаемой резьбы должны соответствовать резьбе восстановленного ходового винта);
  - отрезать изготовленный вкладыш от прутка на длине  $L + 2$  мм;
  - торцевать вкладыш со стороны реза на длину  $L$ ;
  - разрезать вкладыш на горизонтально-фрезерном станке фрезой шириной 3 мм (рис. 3.11, б);
  - обработать витки резьбы на срезах опиливанием или фрезерованием (рис. 3.11, в);
  - зачистить заусенцы и притупить острые кромки личным напильником;
  - установить резьбовые вкладыши в корпусе гайки ходового винта и, используя имеющиеся в нем отверстия в качестве кондуктора, сверлить отверстия под крепежные винты (рис. 3.11, г);
  - извлечь резьбовые вкладыши из корпуса;
  - нарезать резьбу в крепежных отверстиях вкладышей;
  - вставить резьбовые вкладыши в корпус и закрепить их винтами (рис. 3.11, д);
  - произвести контроль восстановленной гайки по ранее восстановленному винту.

## Практическое занятие №32

Тема: «Ремонт деталей поршневых и кривошипно-шатунных механизмов».

Цель: Изучить дефекты и способы ремонта деталей поршневых и кривошипно-шатунных механизмов, приобрести практические навыки разработки технологической последовательности изготовления поршневого кольца.

### 1 Материальное обеспечение

9.1 Инструкция к практическому занятию.

9.2 Чертежи деталей.

9.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

### 1.3.2

#### 10 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить возможные дефекты и способы ремонта деталей поршневых и кривошипно-шатунных механизмов.

2.2 Разработать технологическую последовательность изготовления поршневого кольца.

2.3 Выполнить схему ремонта поршневого кольца.

## **Ремонт деталей поршневых и кривошипно-шатунных механизмов**

Поршневая группа деталей входит в состав механизмов преобразования вращательного движения в поступательное.

К основным деталям поршневой группы относится цилиндр состоящий из так называемой рубашки и внутренней втулки или гильзы, и поршень с поршневыми кольцами. Поршень соединен с шатуном посредством поршневого

пальца, второй конец шатуна имеет вкладыш, который соединяет шатун с коленчатым валом.

В процессе эксплуатации вследствие износа увеличивается зазор между стенками цилиндра и поршня; поверхность цилиндра приобретает нецилиндричность и некруглость, на стенках цилиндра образуются задиры. Поршневые кольца становятся менее упругими, увеличивается зазор в замках, т. е. в местах, где находится стык концов. В результате всего этого в полости цилиндра уменьшается компрессия, т. е. степень сжатия газов, так как газы просачиваются между стенками поршня и цилиндра. Из-за износа нарушается также посадка поршневого пальца в бобышках поршня и головке шатуна и посадка головки шатуна на шейке вала, что влечет за собой возникновение стука в сопряжениях.

Ремонт деталей поршневых и кривошипно-шатунных механизмов часто обходится дороже, чем изготовление новых. Поэтому в каждом конкретном случае судят о целесообразности и методе ремонта. Наибольший эффект достигается заменой изношенных деталей новыми запасными частями. При этом снижается время простоя машин из-за ремонта, снижается трудоемкость и повышается качество ремонта. Однако в ряде случаев и особенно при ремонте крупных компрессоров, пневматических молотов и других (и при отсутствии запасных частей) детали поршневых и кривошипно-шатунных механизмов приходится ремонтировать. В таком случае рационально пользоваться методами, рассмотренными ниже.

При ремонте деталей поршневой группы необходимо строго выдерживать технические требования на ремонт.

### **Ремонт цилиндров**

Изношенные цилиндры принято ремонтировать по системе ремонтных размеров. При восстановлении цилиндра в сопряжении цилиндр — поршень производится механическая обработка отверстия цилиндра под больший ремонтный размер и соответственно подбирается новый поршень, диаметр которого больше диаметра прежнего.

Ремонтные размеры цилиндров, как правило, устанавливаются заводами-изготовителями. Эти размеры для цилиндров двигателей идут с градацией 0,5—1,0 мм в зависимости от диаметра цилиндра. Если, например, первоначальный (номинальный) диаметр цилиндра равен  $101,57^{+0,06}$  мм, то его первый ремонтный размер будет  $102,07^{+0,06}$  мм, второй —  $102,57^{+0,06}$  мм и т. д. до последнего пятого размера  $104,07^{+0,06}$  мм. Последний ремонтный размер должен быть таким, чтобы цилиндр был достаточно прочным.

Восстановление рабочей поверхности цилиндра по системе ремонтных размеров имеет то преимущество, что многократно используется корпус цилиндра (или блок цилиндров). Изготовление же нового цилиндра требует больших трудовых затрат.

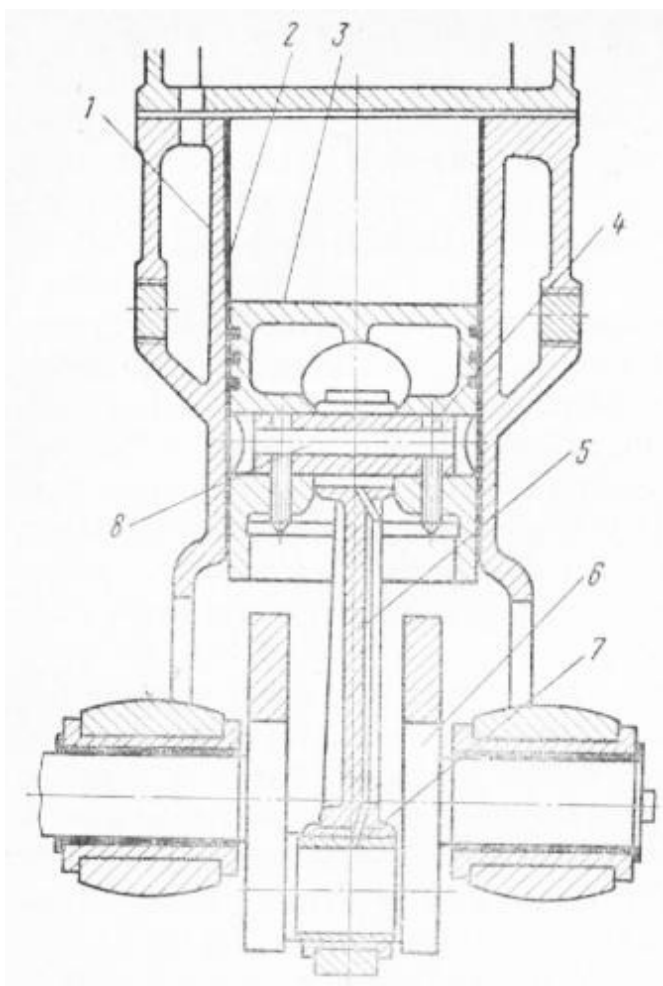


Рисунок. 1. Поршневая группа деталей

Цилиндры, износ которых вышел за пределы последнего ремонтного размера, в отдельных случаях можно восстановить растачиванием и последующей запрессовкой гильзы. Гильзу запрессовывают в расточенный корпус с натягом, затем обрабатывают ее отверстие до номинального размера отверстия цилиндра.

Если в цилиндре уже имеется гильза и она изношена, то ее растачивают до ближайшего ремонтного размера на расточном или токарном станке.

После расточки производят хонингование цилиндров. Припуски на хонингование должны составлять 0,06—0,09 мм.

При отсутствии на предприятии хонинговального станка отделочную операцию отверстия цилиндра можно выполнить на токарном или сверлильном станке, применяя шлифовальную головку.

После окончательной обработки внутренняя поверхность цилиндра должна иметь 9-й класс шероховатости.

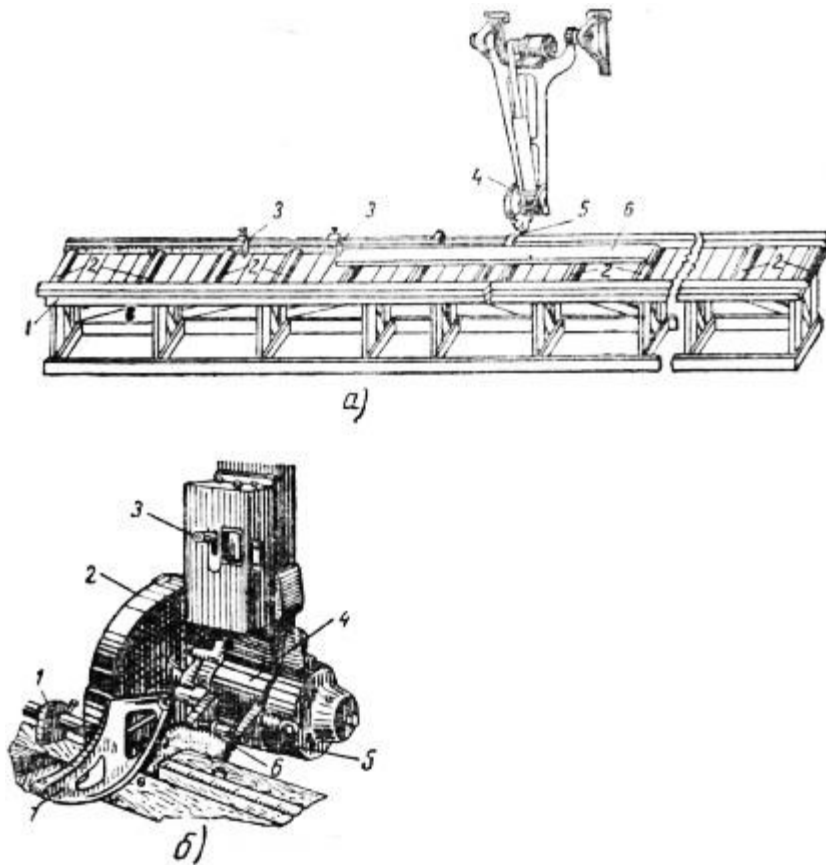


Рисунок. 2. Поршень

### Ремонт поршней

У поршней в результате эксплуатации изнашиваются канавки и отверстия под поршневой палец, а также образуются трещины на доньшке и риски на поверхности поршня.

Отверстия для поршневого пальца развертывают вручную специальной разверткой в небольших поршнях и растачивают на расточном станке у поршней больших размеров. Расточку можно выполнять и на токарном станке, если применить специальное приспособление. Выбор посадки поршневого пальца в отверстие поршня — с натягом или зазором — зависит от конструкции поршня и условий, в которых он работает.

Места на цилиндрической поверхности поршня, где имеются задиры или наплывы, а также днище зашлифовывают личным напильником, потом зачищают и полируют мелкозернистой наждачной бумагой.

Поршни с трещинами обычно выбраковывают. Значительному износу подвержены поршневые канавки, которые восстанавливают проточкой на токарном станке до ремонтного размера.

### Ремонт поршневых пальцев и поршневых колец

У поршневых пальцев изнашивается наружная поверхность, сопрягаемая со втулкой шатуна и бобышкой поршня. Предельно допустимый зазор между



пальцем и втулкой в зависимости от типа машин составляет от 0,1 — до 0,15 мм, а зазор после ремонта должен составлять 0,002—0,025 мм. При ремонте изношенные пальцы часто заменяют новыми, поскольку трудоемкость их изготовления невелика, и пригоняют по восстановленным отверстиям в поршне и втулке шатуна. Иногда пальцы хромируют по наружному диаметру с тем, чтобы они соответствовали увеличенному размеру. Если поршень заменен новым, нужно исходить из того, что его отверстие под поршневой палец имеет номинальный размер.

Из всех деталей шатунно-поршневой группы наибольшему износу подвергаются поршневые кольца и особенно верхнее компрессионное кольцо. Об износе колец судят по зазорам между кольцом и канавкой и в стыке. Поршневые кольца, если зазор между кольцом и канавкой больше 0,3—0,4 мм, а в стыке больше 3—4 мм, обычно заменяют.

Кольцо, потерявшее упругость, также заменяют. Для определения упругости поршневого кольца пользуются специальным прибором и таблицами, указывающими соотношение между силой сжатия и зазором, который должен получиться при этом сжатии.

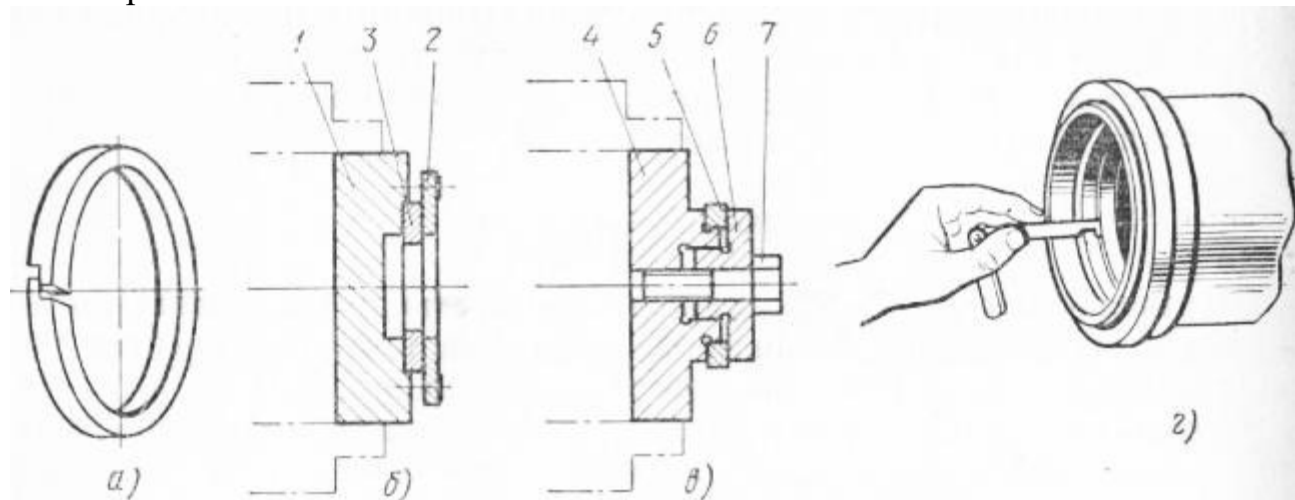


Рисунок. 3. Поршневые кольца: а — форма замка кольца, б — схема закрепления заготовки кольца для обработки по внутреннему диаметру, в — закрепление кольца для обработки по наружному диаметру, г — измерение зазора в замке шупом

В ремонтной практике поршневые кольца обычно изготавливают так: обтачивают чугунный пустотелый цилиндр, затем его разрезают на кольца с припуском для последующей обработки колец по наружному и внутреннему диаметрам, а также по высоте. Из каждого кольца вырезают небольшой участок, образуя сквозную щель, позволяющую кольцу сжиматься и создавать стык.

В стыке устраивается так называемый замок, препятствующий просачиванию газов. Его делают либо с косым вырезом под углом 45°, либо с прямым вырезом в накладку. Второй способ более надежный, но следует иметь в виду, что у колец малого диаметра нельзя делать замок в накладку, так как его

тонкие части тогда легко обламываются. Кольца диаметром 300 мм и более сжимают почти до соприкосновения поверхностей выреза (торцов) и спаивают, затем их окончательно протачивают по наружному и внутреннему диаметрам. После этого кольца распаивают.

Поршневые кольца растачивают и обтачивают на размер на специальных оправках, после того как у колец сделан вырез, устроен замок и окончательно обработаны торцы. На одной оправке кольцо растачивают в размер, на другой оправке его окончательно обрабатывают снаружи. Закрепление поршневого кольца в оправках производят через фланцы и винтом.

Зазор между кольцом и канавкой по высоте в отремонтированных сочленениях колеблется от 0,06 до 0,12 мм и зависит от типа машины. Проверяют зазоры шупом.

Поршневые кольца больших размеров пригоняют к канавкам шабрением с последующей притиркой торцов по плите. Если имеется возможность, то лучше шлифовать кольца на плоскошлифовальном станке. Небольшие кольца пригоняют шлифованием.

Поместив кольцо в восстановленном цилиндре, определяют зазор в замке щупом. Заключительные операции — пригонка замка и его зачистка — личным напильником, либо оселком.

При установке колец на поршень необходимо добиться равномерного расположения замков по периметру цилиндра, что еще надежнее предотвращает прорыв находящихся в цилиндре газов или пара.

#### Ремонт шатунов

В двигателях, компрессорах и паровых машинах применяются разные виды шатунов, однако условия, в которых они все работают, предъявляемые к ним требования в основном одинаковы.

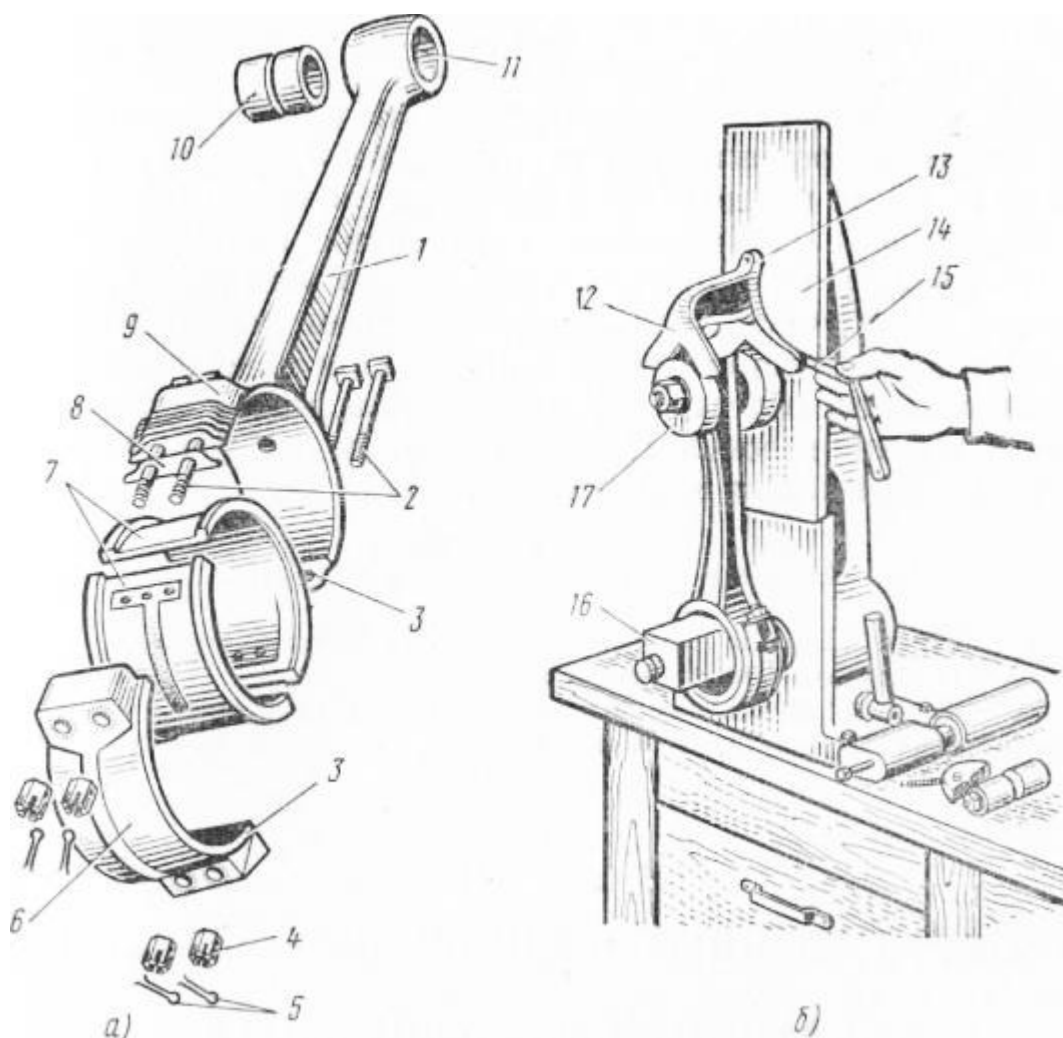


Рисунок. 4. Шатун: а — комплект деталей шатуна, б — проверка параллельности осей верхней и нижней головок шатуна; 1— стержень, 2— болты, 3 — поверхности разъема большой головки, 4 — гайки, 5 — шплинты, 6,9 — половинки большой головки, 7— вкладыши, 8— прокладки, 10 — втулка, 11— малая головка шатуна. 12 — призма, 13 — опорная площадка, 14 — контрольная плита, 15 — щуп, 16 — оправки

Шатун состоит из ряда деталей, которые в работе изнашиваются. Стержень изгибается или скручивается, повреждаются поверхности разъема большой головки шатуна и крышки. Могут изнашиваться вкладыши или втулки 10, поверхности посадочного отверстия в малой головке 11, внутренняя поверхность большой головки под вкладыши.

Если стержень шатуна изогнут или скручен несильно, его выправляют на прессе.

Для проверки шатунов на изгиб и скручивание применяют специальное приспособление, основными частями которого являются контрольная плита с оправками и призма. В верхнюю головку устанавливают оправку и надевают шатун нижней головкой на оправку. На цилиндрические выступы оправки устанавливают призму, имеющую три опорные площадки. Если стержень

шатуна не изогнут и не скручен, оси отверстий головок должны быть параллельны, при этом все три опорные площадки будут соприкасаться с плитой. Возможный зазор между какой-либо из опорных площадок и плитой контролируется щупом. Допустимая величина зазоров в каждом конкретном случае указывается в инструкционной карте.

Не разрешается править шатуны в сборе.

Шатуны с небольшим износом поверхностей отверстий большой головки и крышки ремонтируют так: опиливают, фрезеруют или пришабривают по плите поверхности разъема с учетом того, что в результате последующего растачивания внутренних цилиндрических поверхностей диаметр этих отверстий несколько увеличится; поверхности разъема со значительными повреждениями можно восстановить наплавкой с последующим фрезерованием. При износе баббита вкладышей производят перезаливку и затем вкладыши растачивают. Изношенное отверстие головки растачивают до следующего ремонтного размера и изготавливают новую втулку.

## Практическое занятие №33

Тема: «Ремонт деталей кулисного механизма»

Цель: Изучить дефекты и способы ремонта деталей кулисного механизма, приобрести практические навыки разработки технологической последовательности ремонта кулисы.

### 1 Материальное обеспечение

10.1 Инструкция к практическому занятию.

10.2 Чертежи деталей.

10.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

### 1.3.2

### 11 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить возможные дефекты и способы ремонта деталей кулисного механизма.

2.2 Разработать технологическую последовательность ремонта детали «кулиса».

2.3 Выполнить ремонтный эскиз детали «кулиса».

## Ремонт деталей кулисного механизма

В кулисном механизме изнашиваются кулиса, кулисный камень, ползушка с пальцем, винт и гайка перемещения ползушки, кулисное зубчатое колесо. В кулисе изнашиваются поверхности паза, в котором перемещается кулисный камень, и отверстия, которыми кулиса соединяется с серьгами. У кулисного камня износу подвергаются поверхности, скользящие в пазу кулисы, и отверстие под ось ползушки, а у ползушки — поверхность основания, боковые наклонные поверхности, а также ось. У кулисного зубчатого колеса изнашиваются направляющие на его торце.

Поверхности паза кулисы при их износе более 0,3 мм и наличии на них глубоких задиров ремонтируют фрезерованием с последующим шабрением; при меньшем износе ограничиваются одним шабрением. При шабрении

закрашивают одну из стенок паза, используя при этом контрольную линейку, и снимают металл по отпечаткам краски, производя контроль индикатором. Для этого в неизношенные отверстия кулисы вставляют контрольные оправки, концы которых должны выступать из отверстий на 150...200 мм. Кулису с оправками устанавливают боком на поверочную плиту так, чтобы концы каждой оправки опирались на две концевые меры длины. Затем на плиту ставят стойку с индикатором, подводя измерительный стержень последнего к одной из стенок паза, и начинают передвигать по плите стойку так, чтобы наконечник измерительного стержня перемещался по ширине паза; одновременно наблюдают за показаниями индикатора. Затем шабруют противоположную стенку паза, добиваясь ее параллельности первой с допустимым отклонением не более 0,03 мм; проверку параллельности выполняют концевыми мерами длины.

При износе у кулисы отверстий под серьги сначала ремонтируют стенки паза, ориентируясь по наименее изношенным участкам на их концах, а затем растачивают отверстия для установки в них втулок. Если это связано со снятием значительного слоя металла, грозящим ослабить кулису, то снимают в отверстиях минимальный слой металла, а кулису соединяют с серьгами с помощью осей увеличенного диаметра.

При обработке отверстий кулисы необходимо добиться параллельности их осей между собой, а также их параллельности стенкам паза (допустимое отклонение 0,04 мм на длине 300 мм, измеренной по вставленной в отверстие оправке).

Изношенный кулисный камень (рис. 1, а) обычно заменяют новым, который пригоняют шлифованием или шабрением по пазу кулисы (камень должен перемещаться по всей длине паза без заеданий). Отверстие камня, не имеющего втулки, выполняют по отремонтированной оси ползушки, а имеющего ее — под новую втулку. В камне протачивают также смазочные канавки.

Направляющие поверхности 1 и 5 (рис. 1, а) на торце кулисного зубчатого колеса ремонтируют шабрением по угловой линейке и ползушке (отремонтированной или вновь изготовленной). Поверхность 1 обязательно проверяют индикатором на параллельность торцу кулисного зубчатого колеса 3, перемещая стойку 4 с индикатором по поверочной плите 2. У ползушки обтачивают на токарном станке ось до устранения износа, затем шабруют по поверочной плите поверхность основания ползушки, периодически проверяя контрольным угольником перпендикулярность оси 7 основанию ползушки 6 (рис 1, б) в двух взаимно перпендикулярных направлениях — продольном и поперечном. Угольник устанавливают на точной плоскопараллельной плитке 9, Между угольником и осью должен быть равномерный просвет. При дальнейшем шабрении боковых наклонных поверхностей ползушки добиваются

взаимопараллельности их образующих с допуском 0,02 мм на всей длине поверхностей. Отремонтированную ползушку сопрягают с постоянной направляющей кулисы и клином, который в большинстве случаев изготовляют заново. Ползушка должна перемещаться по направляющим кулисного зубчатого колеса без качания.

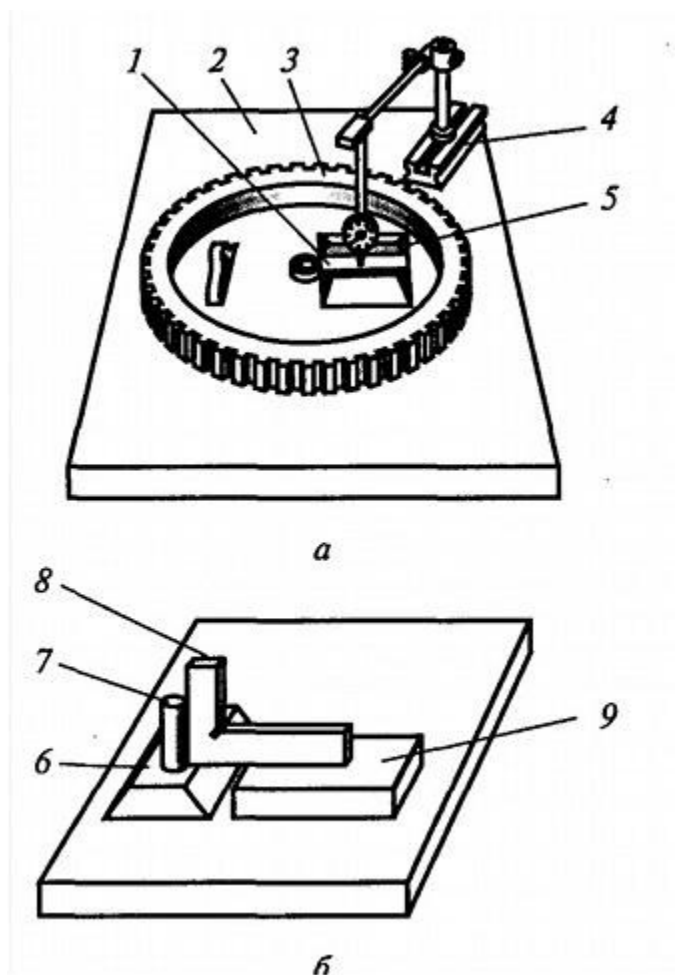


Рисунок. 1. Приспособления для контроля ремонта кулисного зубчатого колеса (а) и ползушки (б): 1 и 5 — направляющие поверхности; 2 — проверочная плита; 3 — зубчатое колесо; 4 — стойка; 6 — ползушка; 7 — ось; 8 — угольник; 9 — плоскопараллельная плита

## Практическое занятие №38

Тема: «Восстановление направляющих каретки суппорта. Ремонт консолей фрезерного станка».

Цель: изучить способы и особенности восстановления направляющих каретки суппорта консоли фрезерного станка, приобрести навыки разработки технологической последовательности восстановления направляющих каретки суппорта.

### 27 Материальное обеспечение

#### 27.1 Инструкция к практическому занятию.

27.2 Типовой технологический процесс восстановления направляющих каретки.

#### 27.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиргладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 28 Порядок выполнения работы

28.1 Изучить способы и особенности восстановления направляющих каретки суппорта.

28.2 Разработать технологическую последовательность выполнения направляющих каретки суппорта.

28.3 Изучить способы восстановления консоли фрезерного станка.

У направляющих каретки суппорта износ возникает на поверхностях 1, 2, 3, 4, 7, и поверхности 1, 2, и изнашиваются больше в средней части. Они становятся вогнутыми и в результате нарушается взаимная параллельность этих поверхностей и параллельность оси отверстия под винт. Повышенный износ поверхностей и влечет за собой наклон каретки в сторону фартука, как показано пунктирными линиями на верхней части рисунок. 1, б.

Кроме того, из-за неравномерного распределения усилий резания на поверхностях к постепенно происходит разворот каретки. Это в свою очередь вызывает неравномерный износ направляющих по длине. Нарушается



перпендикулярность поперечных направляющих и относительно продольных направляющих.

Нижняя поверхность, где крепится фартук, утрачивает параллельность продольным направляющим, перекашивается в поперечном направлении, в результате чего фартук получает наклон к станине, в сторону уменьшения угла образуемого поверхностями каретки и станины для крепления коробки подач.

При ремонте необходимо восстановить первоначальную (в пределах 0,03 мм на длину 300 мм) точность многих координат, в том числе: параллельность поверхностей 1, 2, 3 оси винта в горизонтальной и вертикальной плоскостях, параллельность поверхностей, плоскости для крепления фартука перпендикулярность поперечных направляющих, (по линии ее) направляющим; перпендикулярность поверхности плоскости для крепления коробки подач на станине (на рисунке не показано); параллельность направляющих 7, 8, поверхности.

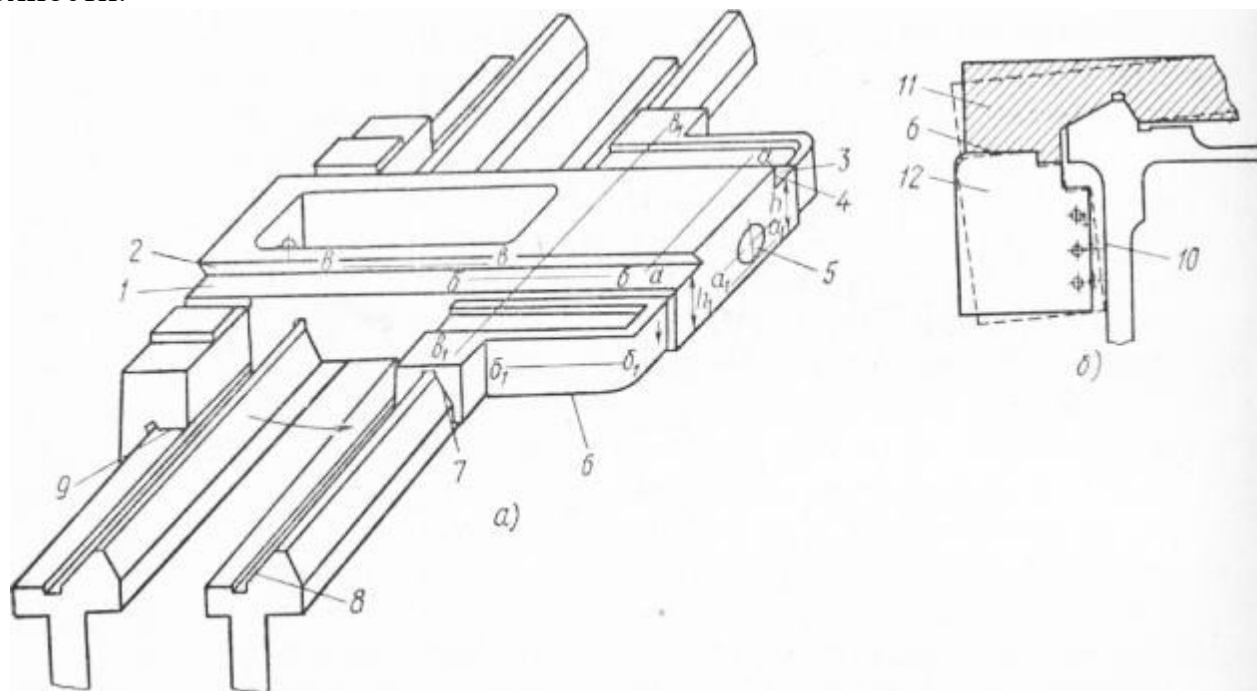


Рисунок. 1. Износ направляющих каретки суппорта токарного станка: а — расположение направляющих, б — наклон каретки и фартука вследствие износа направляющих

Ремонт направляющих кареток рационально начинать с поверхностей 1, 2, 3, 4, а для выверки их к оси отверстия в него устанавливают контрольную оправку. Однако геометрическая точность этих отверстий часто оказывается нарушенной. Поэтому целесообразно использовать как базу грань, которая всегда перпендикулярна оси отверстия для винта поперечной подачи, и плоскость.

Направляющие у каретки могут быть отремонтированы такими способами:

— все направляющие строгать и шабрят или ограничиваются одним

шабрением или шлифованием; — поверхности, и восстанавливают строганием и компенсируют износ наделками из чугуна, латуни, текстолита, капрона, пластмассовых композиций и др.

Ниже рассматривается рациональный способ восстановления направляющих каретки скоростным фрезерованием и поверхностей, и пластмассовыми композициями.

Для ремонта пользуются приспособлением, представляющим двухступенчатое основание с Т-образными пазами и подвижными домкратами.

Приспособление располагают на столе вертикально-фрезерного станка, а каретку прикрепляют поверхностью к верхней ступени приспособления винтами через существующие отверстия для крепления фартука посредством подвижных гаек, расположенных в Т-образных пазах.

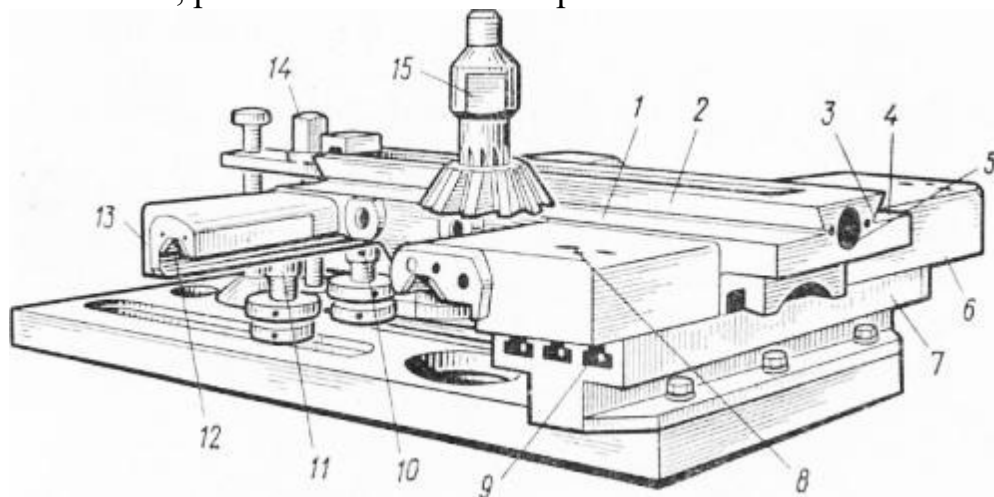


Рисунок. 2. Установка каретки на приспособлении

Затем под продольные направляющие каретки подводят подвижные домкраты и регулируют винтами и с гайками так, чтобы обеспечить необходимый подпор, исключая деформацию каретки при закреплении ее зажимным устройством. Далее, с помощью индикатора (на рисунке не показан) выверяют поверхность каретки (разворотом приспособления на столе станка), чтобы она располагалась параллельно движению стола в поперечном направлении, допуская отклонения до 0,03 мм по всей длине, при этом ось отверстия окажется перпендикулярной направлению поперечного движения стола. После этого приспособление закрепляют на столе станка с помощью прижимов (на рисунке не показано). После закрепления приступают к обработке поперечных направляющих формы «ласточкина хвоста» скоростным фрезерованием.

Фрезерование производят заточенной в соответствии с углом направляющих торцевой фрезой, оснащенной режущими пластинками из твердого сплава. Скорость резания должна быть 3—4 м/с при подаче 200 мм/мин. Вначале за один или два прохода до вывода износа обрабатывают

одновременно поверхности, затем, не изменяя положения фрезы, за один проход — поверхности.

В результате достигается высокая точность исполнения в пределах 0,01—0,03 мм и качество поверхностей по 7—8-м классам шероховатости. Точность координат каретки восстанавливается автоматически поперечные направляющие поверхности 1,2,3,6 оказываются взаимопараллельными осп для винта поперечной подачи и плоскости для крепления фартука, в том числе по размерам.

Поверхности, восстанавливают после восстановления поперечных направляющих. Восстановление осуществляют пластмассовыми композициями или металлическими накладками из пластмасс и металлов.

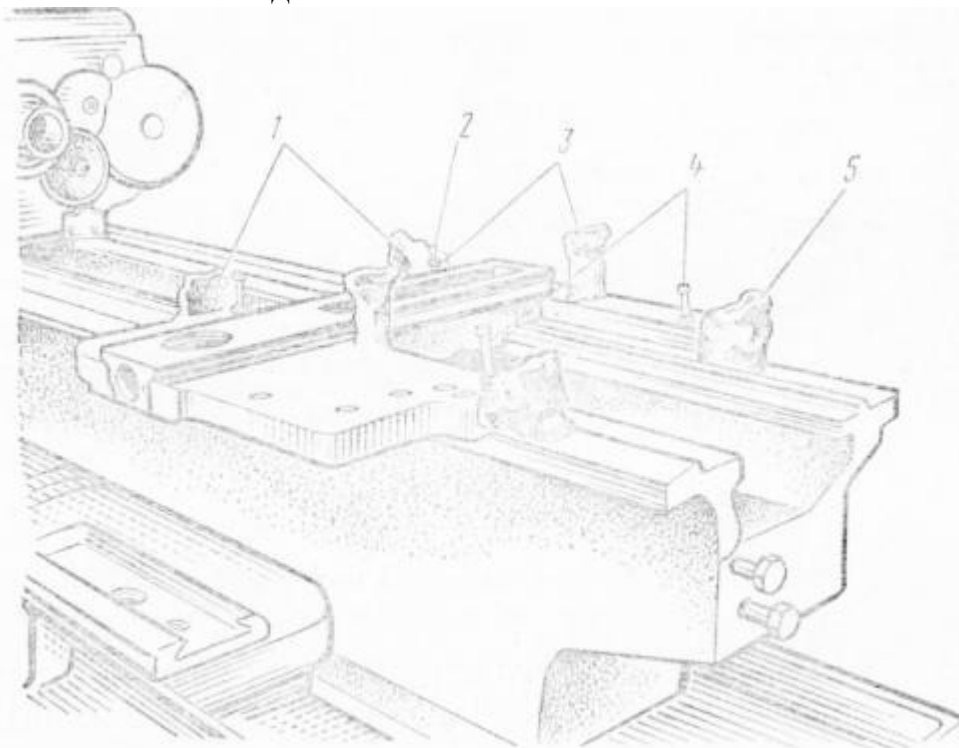


Рисунок. 3. Герметизация направляющих каретки для заливки акрилопластом

Восстановление направляющих пластмассовыми композициями выполняется в такой последовательности.

1. Ремонтируют поперечные направляющие каретки способами, указанными выше.
2. С поверхностей каретки, сопрягаемых с направляющими станины, сострагивают слой толщиной 2—3 мм. Шероховатость поверхности должна соответствовать 1-му классу.
3. На каретке сверлят четыре отверстия, нарезают резьбу и устанавливают винты с гайками, такие же два винта устанавливают на задней стенке каретки (на рисунке не показано). В средней части направляющих сверлят по отверстию диаметром 6—8 мм.

4. На отремонтированные направляющие станины брусом хозяйственного мыла наносят тонкий равномерный изоляционный слой.
5. Предварительно простроганные направляющие каретки обезжиривают тампоном из светлой ткани, смоченном в ацетоне, и просушивают в течение 15—20 мин.
6. Каретку устанавливают на отремонтированные направляющие станины, прикрепляют заднюю прижимную планку, устанавливают фартук, коробку подач, ходовой винт, валы и поддерживающий кронштейн (на рисунке не показан), располагающийся на правом конце станины. Параллельность осей винта и валов направляющим станины предварительно выверяют.
7. Устанавливают приспособление для проверки перпендикулярности направляющих каретки и приспособление для проверки параллельности осей винтов и валов направляющим. Это приспособление скреплено с универсальным мостиком.
8. Устанавливают уровни, располагая их так, как показано на рисунке.
9. Регулируют положение каретки с помощью четырех винтов. При этом по показаниям индикатора устанавливают перпендикулярность поперечных направляющих каретки направляющим станины. По уровню определяют перпендикулярность поверхности каретки для крепления фартука и плоскости коробки подач на станине. Уровнем устанавливают параллельность плоскости каретки под фартук направляющим станины. Приспособлением проверяют соосность отверстий для ходового винта и вала самохода в коробке подач и фартуке.
10. После того как все положения выверены и регулировочные винты и затянуты контргайками, снимают ходовой винт, вал самохода и фартук. Затем герметизируют пластилином поверхности каретки и станины со стороны фартука и задней прижимной планки. По краям каретки делают из пластилина воронки и 5, а вокруг просверленных отверстий в средней части направляющих — воронки.
11. Приготавливают раствор акрилопласта и заливают в среднюю воронку одной из направляющих до тех пор, пока уровень жидкого пластика в крайних воронках не сравняется с уровнем в средней воронке. Так же заливают вторую направляющую.
12. Выдерживают каретку на станине в течение 2—3 ч при температуре 18—20 °С.
13. Снимают каретку с направляющих станины, очищают от пластилина, удаляют приливы пластика, делают канавки для смазки, заделывают стопорами или акрилопластом отверстия установочных винтов.

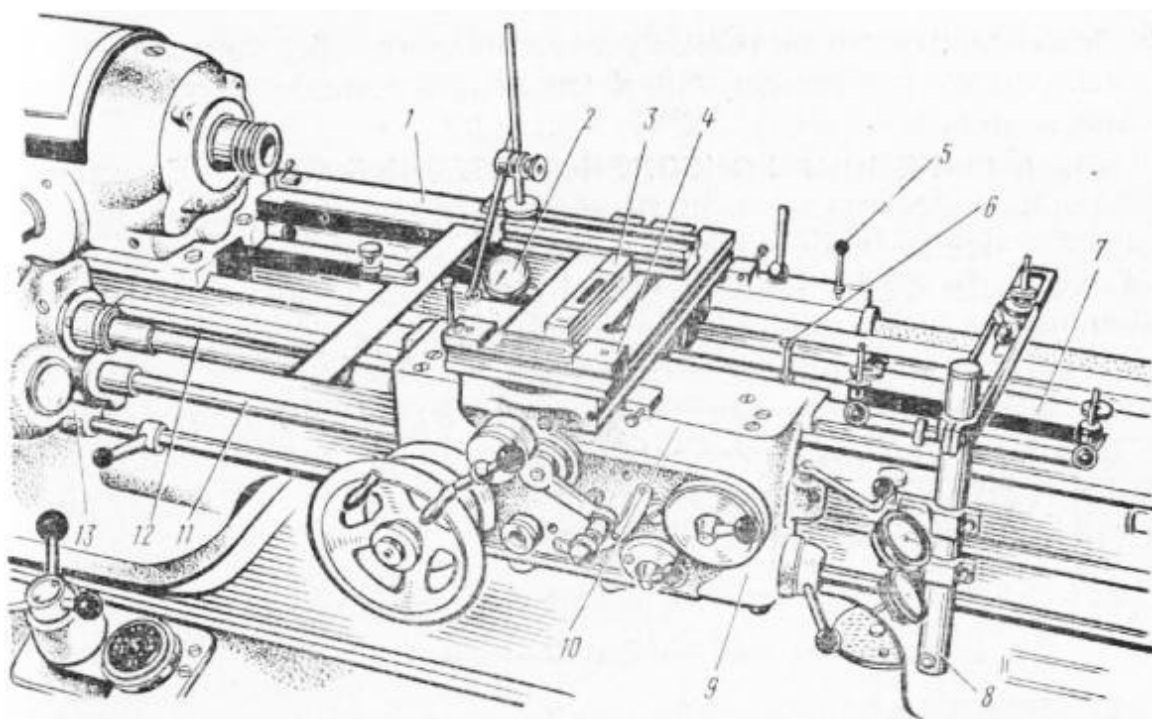


Рисунок. 4. Регулировка положения каретки винтами:  
 1 — приспособление для проверки отклонения от перпендикулярности направляющих каретки. — индикатор. 3, 4 — уровни. 5, 6 — установочные винты, 7 — универсальный мостик, 8 — приспособление для проверки отклонений от параллельности осей винтов, 9 — фартук, 10 — каретка, 11 — вал, 12 — ходовой винт, 13 — коробка подач

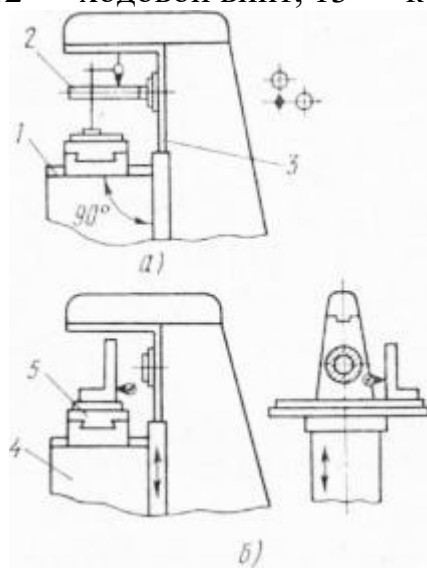


Рисунок. 5. Проверка направляющих консоли на собранном фрезерном станке:

а — проверка отклонений направляющих от параллельности оси, б — проверка отклонений от перпендикулярности поверхности стола направляющим консоли

## Практическое занятие №39

Тема: «Ремонт столов фрезерных и строгальных станков. Восстановление прижимных планок и клиньев».

Цель: изучить способы ремонта столов фрезерных и строгальных станков, способы ремонта прижимных планок и клиньев, приобрести навыки разработки технологической последовательности восстановления клиньев.

### 1 Материальное обеспечение

1.1 Инструкция к практическому занятию.

1.2 Чертеж клина.

1.3 Справочная и техническая литература.

1.3.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиргладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.3.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / [Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить способы ремонта столов фрезерных и строгальных станков.

2.2 Изучить способы ремонта прижимных планок.

2.3 Изучить способы ремонта клиньев.

2.4 Разработать технологическую последовательность восстановления клиньев.

### Ремонт столов фрезерных и строгальных станков

Столы различают двух типов: подвижные, предназначенные для крепления и перемещения обрабатываемых деталей по данным координатам, и неподвижные — крупных продольно-фрезерных и других станков.

У подвижных столов фрезерных, строгальных и других станков изнашиваются направляющие 1, 2, а 4, нарушается плоскостность рабочей поверхности и

параллельность ее направляющим и по  $h$  и  $h_1$ . Боковые поверхности Т-образных пазов оказываются непараллельными поверхностям и направляющим. На поверхности, которая непосредственно соприкасается с обрабатываемой заготовкой, появляются забоины, надломы, надрезы и другие дефекты, которые устраняют при ремонте.

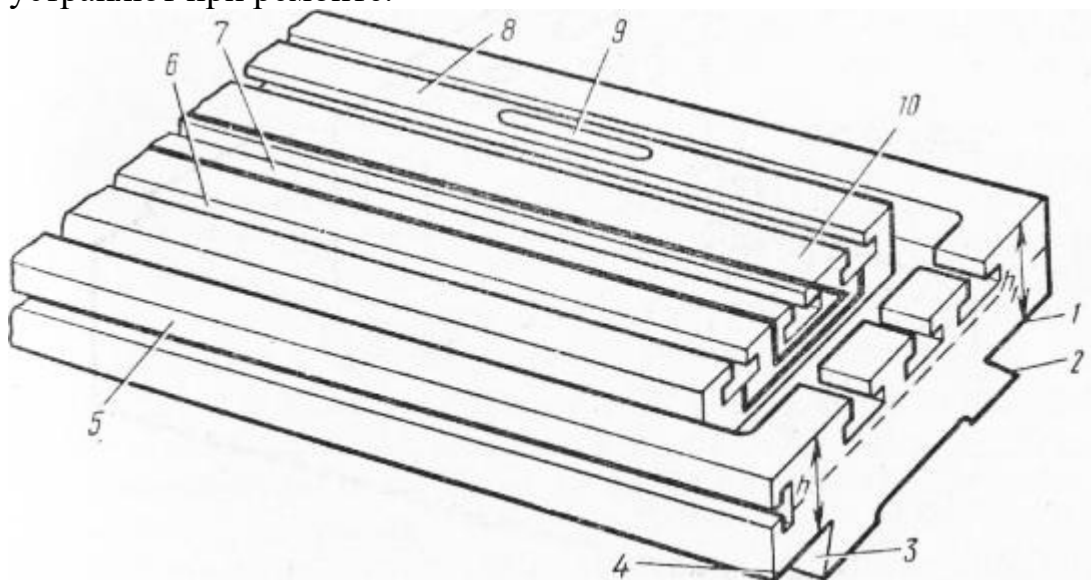


Рисунок. 1. Схема ремонта стола фрезерного станка

Прямолинейность и взаимная параллельность указанных поверхностей должны быть восстановлены с точностью не ниже 0,02 мм на 500 мм длины, а плоскостность поверхности — с точностью 0,04 мм на 1000 мм длины стола (только в сторону вогнутости).

Пазы, в которых имеются надломы, целесообразно ремонтировать вставками формы «ласточкин хвост» на клею (показано жирными линиями). При сильно поврежденной поверхности делают большую накладку, которую также ставят на клей и дополнительно крепят четырьмя винтами (на рисунке не показано), которые располагают по ее краям.

У столов небольших размеров, например станков моделей 675 и 679, наделку выполняют по всей поверхности. Для этого строгают или фрезеруют всю поверхность, снимая слой примерно до штриховой линии. Такую наделку крепят так же, как накладку. При небольших повреждениях надрез или глубокие забоины фрезеруют и устанавливают наделку на клей.

Если на поверхностях пазов имеются небольшие повреждения и если при этом поверхности оказываются непараллельными поверхностям, то пазы фрезеруют до очередного ремонтного размера ширины с точностью 0,02 мм, обязательно выдерживая параллельность между пазами и их параллельность направляющим стола в продольном направлении.

Наделки и вставки изготавливают из того же материала, из какого сделан стол, и пригоняют с точностью, установленной для ходовой посадки 3-го и 4-го классов.

Поверхности 1,2,3,4 обрабатывают только после окончания ремонта поверхности стола. Поверхность должна быть параллельна Т-образным пазам и при необходимости ее строгают одновременно с ремонтом пазов.

### **Восстановление прижимных планок**

При эксплуатации станка место сопряжения скольжения станины с прижимной планкой изнашивается и образуется зазор, который при ремонте устраняют за счет планки, так как она дешевле, чем станина.

Чтобы приступить к ремонту, нужно сначала узнать величину зазора. Ее измеряют щупом. При ремонте с поверхности планки снимают слой металла, равный величине зазора.

Планки ремонтируют шабрением, шлифованием, строганием или наклейкой наделок, периодически проверяя плотность прилегания планки на краску; одновременно измеряют зазор щупом толщиной 0,03—0,04 мм. При установке отремонтированной планки на место необходимо, чтобы она плотно прилегала к направляющей и в то же время допускала свободное движение стола. Винты должны быть закреплены надежно. Регулировать сопряжение планки со станиной ослаблением затяжки винтов не допускается. Прижимные планки можно отремонтировать установкой на их трущуюся поверхность наделки из текстолита, прикрепляемой винтами или клеем.

У планок с регулирующим устройством износ в течение некоторого времени компенсируют завинчиванием винтов, прижимающих планку к направляющей. Когда же зазор  $K$  превышает мм, устанавливают новую планку.

Ремонт прижимных планок в форме параллелограмма, которыми компенсируется износ направляющих «ласточкин хвост», обычно производится шлифованием или шабрением той поверхности планки, что сопрягается с направляющими другой детали. И эти планки заменяют новыми, когда зазор  $K$  превышает мм.

После нескольких ремонтов сопрягаемых деталей величина щели значительно возрастает. Поэтому приходится увеличивать размер планки по ширине.

Однако такие планки невозможно хорошо пригнать, так как из-за большой ширины не обеспечивается нормальное сопряжение трущихся поверхностей планки и суппорта. Поэтому для большей надежности дополнительно устанавливают винты. Если нельзя ввести дополнительное крепление, на противоположную поверхность суппорта наклеивают наделку из текстолита или наращивают поверхность акрилопластами, а прижимную планку делают нормальной ширины.

### **Восстановление клиньев**



Изношенные клинья целесообразно восстанавливать наделками из текстолита, который подбирают по толщине в зависимости от величины зазоров. Их ставят на карбинольный или эпоксидный клей. Клинья весьма удобно восстанавливать акрилопластами, для этого с трущейся поверхности клина сострагивают слой металла не менее 1,5 мм, затем его устанавливают на место так, чтобы по длине был запас на Регулировку, и щупом замеряют зазор между клином и суппортом.

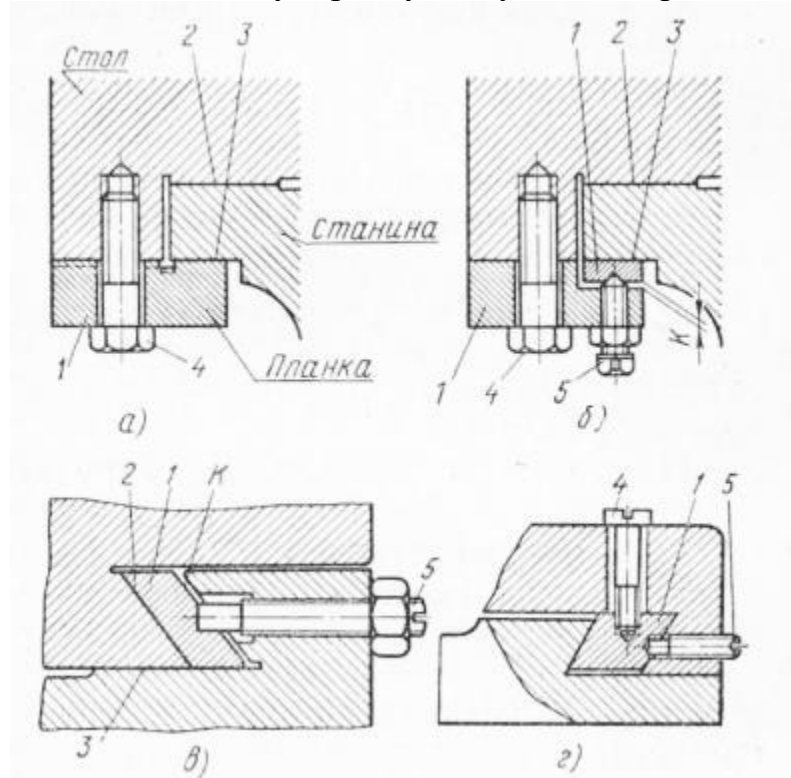


Рисунок. 2. Прижимные планки:

а — нерегулируемые, б, в, г — с регулирующими устройствами; — планки, 2, — изнашивающиеся поверхности; — крепежные винты, — установочные (регулирующие) винты, К — допускаемый зазор

Далее клин прижимают к специальному бруску, подложив под края клина пластинки, соответствующие величине полученного замера (зазора), герметизируют пластилином и заливают пластмассой. После затвердения опиливают приливы пластика и шабруют клин по месту.

Клин можно восстанавливать наращиванием чугунной или стальной наделки (в зависимости от материала, из которого изготовлен клин), которую приваривают к утолщенной его части. Потом наделку строгают или фрезеруют и пригоняют по месту.

## Практическое занятие №40

Тема: «Ремонт пластинчатых насосов».

Цель: изучить принцип работы, конструкцию пластинчатого насоса и способы его ремонта.

### 29 Материальное обеспечение

29.1 Инструкция к практическому занятию.

29.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 30 Порядок выполнения работы

30.1 Изучить устройство и принцип работы пластинчатого насоса.

30.2 Изучить способы ремонта пластинчатого насоса.

## **Ремонт пластинчатых (лопастных) насосов**

Пластинчатые насосы выпускают различных типов и размеров, отличаются они по производительности и давлению от до 12,5 МПа (от 50 до 125 кгс/см<sup>2</sup>). На рис. 1 показан насос, предназначенный для подачи чистых минеральных масел в гидросистемы оборудования под Давлением 125 кгс/см<sup>2</sup>. Насос типа БГ12-2 постоянной производительности представляет собой объемную ротационную машину пластинчатого типа двойного действия.

Устроен насос следующим образом. В чугунном корпусе и крышке установлен статор, имеющий внутри криволинейную профилированную поверхность, по которой скользят десять сдвоенных лопаток, свободно перемещающихся в радиальных пазах ротора. Ротор посажен на шлицы вала, свободно вращающегося на шарикоподшипниках.

Для распределения потоков масла и уплотнения торцов ротора и статора служат плоский диск и диск с шейкой. Плоский диск имеет два основных всасывающих окна для всасывания рабочей жидкости в камеры между лопатками и два вспомогательных окна для всасывания рабочей жидкости в камеры под лопатками. Для увеличения площади всасывающие окна соединяются отверстиями, сделанными в статоре, с глухими основными и вспомогательными всасывающими окнами диска с шейкой, за счет чего обеспечивается всасывание рабочей жидкости с двух сторон ротора.

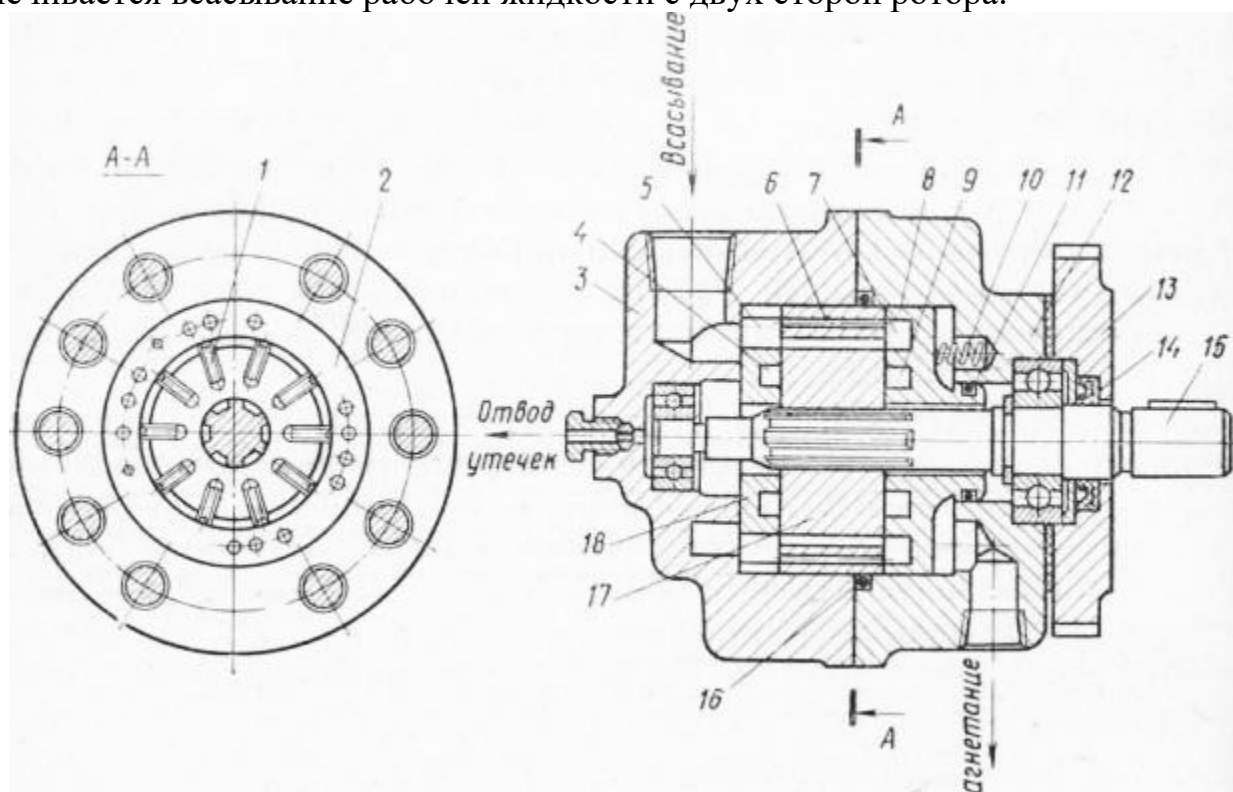


Рисунок. 1. Пластинчатый насос типа БГ12-2

Диск с шейкой плавающего типа имеет кроме всасывающих еще основные окна для нагнетания рабочей жидкости из камер между лопатками и вспомогательные для нагнетания рабочей жидкости из-под лопаток. Плоский диск помимо всасывающих окон имеет еще глухие основные и вспомогательные нагнетательные окна, так что нагнетание производится с двух сторон ротора. Ввиду того, что в полости всасывания пространство под лопатками соединяется с линией всасывания, обеспечивается разгрузка лопаток от гидравлического усилия, прижимающего лопатки к статору. Прижим лопаток к статору в полости всасывания осуществляется центробежной силой. В начале работы прижим диска с шейкой осуществляется пружинами 10, а в процессе работы — и давлением масла.

Для предотвращения утечек в насосе применена манжета во фланце и круглые кольца.

Нарушение нормальной работы лопастных насосов проявляется в снижении их производительности, произвольных падениях и подъемах давления подаваемой жидкости и появлении повышенного шума и стука. Наибольшему износу обычно подвергаются ротор, лопатки, диски, а также шарикоподшипники, манжета и др.

Статорные кольца особенно сильно изнашиваются в местах перехода от одного радиуса к другому, где образуются ступени и задиры. Ремонт статорных колес сводится к шлифованию их внутреннего профиля. Так как после установки отремонтированных этим способом колец падает производительность насосов, стремятся заменять изношенные статорные кольца новыми. Новые кольца изготовляют из стали ШХ15 или стали ХВГ. Термообработкой им придают твердость до HRC60-64.

Изношенный ротор целесообразно не заменять, а ремонтировать, так как изготовление нового ротора сопряжено со значительными трудностями. Ремонт заключается в восстановлении параллельности стенок пазов, шлифовании изношенных шеек и торцов.

Пазы с износом не более 0,05 мм ремонтируют вручную при помощи абразивного порошка с последующей доводкой шлифовальной пастой. Предельная допустимая непараллельность стенок пазов 0,02 мм. При большем износе стенок пазов их параллельность восстанавливают обработкой тонким абразивным кружком на станке с доводкой вручную. Следует иметь в виду, что при значительном возрастании ширины пазов приходится увеличивать ширину лопаток и в результате повышается давление лопаток на статор, ускоряя его износ.

Изношенные шейки ротора восстанавливают хромированием. Шейки можно ремонтировать и шлифованием, компенсируя уменьшение их размеров установкой дисков (изготавливаются из бронзы ОФЮ-1, АЖ9-4 и др.), тщательно подгоняемых к прошлифованным шейкам.

Одновременно с шейками шлифуют торцы ротора. При этом выдерживают допуск на соосность шеек не больше 0,02 мм. Допустимое биение торцов 0,015—0,02 мм на радиусе в 40 мм.

Значительно изношенные лопатки заменяют новыми, изготовленными в соответствии с техническими условиями.

Таким образом, ремонт лопастных насосов является достаточно трудоемким и поэтому во многих случаях бывает более выгодно заменить изношенные насосы новыми. Ремонт целесообразно производить только при необходимости устранения незначительных дефектов, например, когда ослабляется сальниковое уплотнение или когда нужно сменить шарикоподшипники.

Отремонтированный насос, испытывают на стенде или непосредственно на станке, обкатывая его на холостом ходу в течение -20 мин. При отсутствии неисправности испытывают насос под нагрузкой, постепенно повышая

давление до номинального и затем превышая на 30%. При этом максимальном давлении проверяемый насос должен работать не более 3—5 мин. При испытании насоса замеряют производительность при различных давлениях и тем самым определяют  $K_{п'Д.}$ , используя для этого специальное приспособление.

#### Практическое занятие №41

Тема: «Ремонт шестеренных и лопастных насосов».

Цель: изучить принцип работы, конструкцию шестеренных и лопастных насосов и способы их ремонта.

#### 31 Материальное обеспечение

31.1 Инструкция к практическому занятию.

31.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

#### 32 Порядок выполнения работы

32.1 Изучить устройство и принцип работы шестеренного насоса.

32.2 Изучить устройство и принцип работы лопастного насоса.

32.3 Изучить способы ремонта шестеренного насоса.

32.4 Изучить способы ремонта лопастного насоса.

#### **Ремонт шестеренчатых насосов**

В шестеренчатом насосе изнашиваются по торцам и наружному диаметру зубчатые колеса, а также сопрягающиеся с ними внутренние поверхности корпуса и другие детали насоса. Зубчатые колеса испытывают одностороннее давление жидкости, направленное из полости нагнетания в сторону всасывания. Поэтому сопрягающиеся с ними внутренние поверхности корпуса получают

односторонний износ, тем больший, чем выше давление жидкости. Когда же работа ведется на загрязненном масле, усиливается износ зубьев зубчатых колес, а также подшипников и поверхности приводного вала, сопрягающейся с сальниковой набивкой

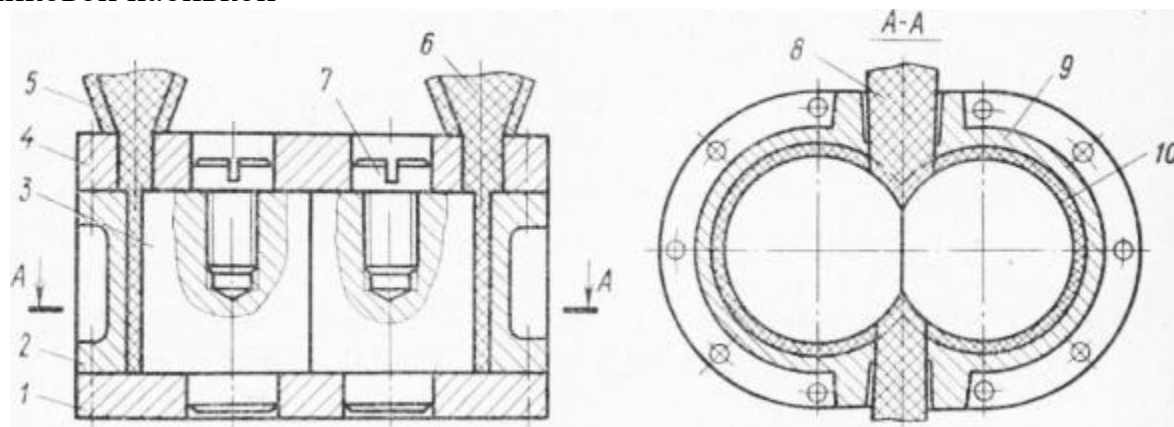


Рисунок. 1. Схема к ремонту шестеренчатых насосов пластмассовыми композициями

Изношенные шестеренчатые насосы работают неровно. Их производительность значительно снижается и давление падает из-за повышенного протекания масла между зубьями колес и внутренними поверхностями корпуса.

Внутренние поверхности корпуса при ремонте растачивают, снимая слой металла желательно не больше 0,2 мм, затем их шлифуют. Старые зубчатые колеса заменяют новыми — корригированными с припуском по торцам для последующего шлифования торцов (при сборке) и с диаметром выступов, увеличенным на глубину расточки корпуса.

Можно восстанавливать корпус шестеренчатого насоса пластмассовыми композициями. Для этого растачивают отверстие так, чтобы образовался зазор 2—3 мм, и изготавливают специальные вставки, диаметр которых равен наружному диаметру устанавливаемых зубчатых колес. Вставки устанавливают в отверстия для подшипников валов насоса и вместе с крышками и скрепляют с корпусом. Из пластилина делают воронки, закрывают пластилином отверстия всасывания и нагнетания и заполняют пространство между вставками и корпусом насоса пластмассовой композицией, образуя втулки.

После отвердевания пластика отвинчивают центрирующие винты, очищают от пластилина, снимают крышки и удаляют приливы пластика. Этим способом восстанавливают насосы, работающие с давлением до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>).

Если для шестеренчатого насоса изготавливают новые зубчатые колеса то заготовки колес перед нарезанием зубьев обязательно шлифуют по наружному диаметру, имея в виду, что зазор между головками зубьев и внутренней поверхностью корпуса не должен превышать 0,02 мм. Изготавливают зубчатые колеса из цементируемой стали и закаливают до твердости HRC52—

58. Точность изготовления должна быть такой, чтобы биение колес не превышало 0,04 мм, а отклонение от параллельности между зубьями и осью отверстия — 0,03 мм.

При ремонте зубчатых колес с небольшим износом по профилю зубьев и их наружному диаметру (между зубьями сцепляющихся колес проходит щуп толщиной до 0,1 мм) ограничиваются шлифованием торцов колес; так же шлифуют до устранения следов износа сопрягающиеся с ними торцы вкладышей. Колеса со значительным износом обычно заменяют новыми. Вместе с ними сменяют также приводной валик, подшипники и уплотнение.

Отремонтированные насосы хорошо работают, если в них соблюдены установленные зазоры между колесами, корпусом и прокладками. Суммарные зазоры между торцами колес и вкладышами, а также между головками зубьев колес и сопряженной с ними внутренней поверх, ностью корпуса допускаются 0,03—0,05 мм.

Проверку зазоров осуществляют линейкой и щупом, определяют разность высоты между торцом зубчатого колеса и корпусом насоса, щупом проверяют зазор между рабочими профилями зубьев и зазор между сопряженными поверхностями зубчатых колес и корпуса насоса.

При сборке насосов применяют для уплотнения бумажные прокладки, которые рекомендуется пропитать нитролаком. Если шестеренчатый насос собирают без таких уплотняющих прокладок, нужно тщательно пригнать (шабрением, шлифованием или другими способами) сопрягаемые поверхности деталей, обеспечивая надежную герметичность соединений между корпусом и крышками.

### **Ремонт лопастных насосов**

Пластинчатые насосы выпускают различных типов и размеров, отличаются они по производительности и давлению от до 12,5 МПа (от 50 до 125 кгс/см<sup>2</sup>). На рис. 58 показан насос, предназначенный для подачи чистых минеральных масел в гидросистемы оборудования под Давлением 125 кгс/см<sup>2</sup>. Насос типа БГ12-2 постоянной производительности представляет собой объемную ротационную машину пластинчатого типа двойного действия.

Устроен насос следующим образом. В чугунном корпусе и крышке установлен статор, имеющий внутри криволинейную профилированную поверхность, по которой скользят десять сдвоенных лопаток, свободно перемещающихся в радиальных пазах ротора. Ротор посажен на шлицы вала, свободно вращающегося на шарикоподшипниках.

Для распределения потоков масла и уплотнения торцов ротора и статора служат плоский диск и диск с шейкой. Плоский диск имеет два основных всасывающих окна для всасывания рабочей жидкости в камеры между лопатками и два вспомогательных окна для всасывания рабочей жидкости в камеры под лопатками. Для увеличения площади всасывающие окна

соединяются отверстиями, сделанными в статоре, с глухими основными и вспомогательными всасывающими окнами диска с шейкой, за счет чего обеспечивается всасывание рабочей жидкости с двух сторон ротора.

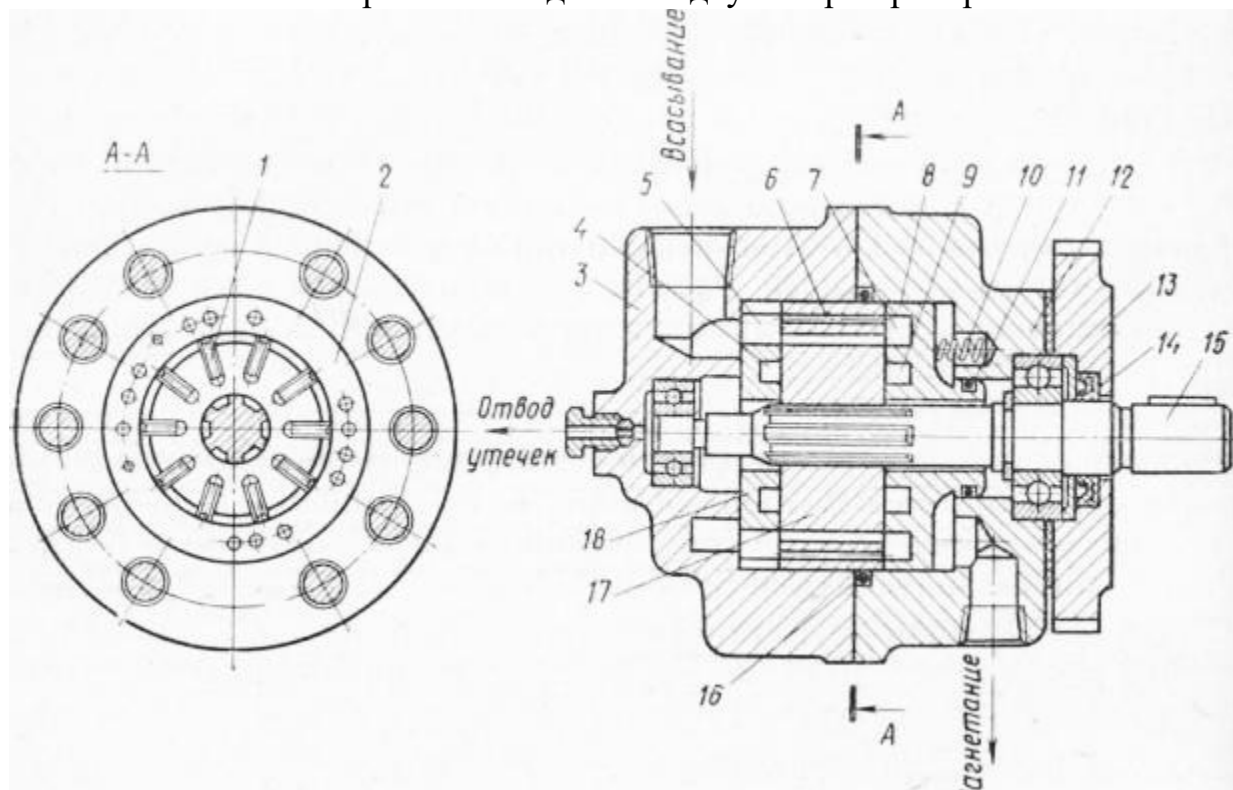


Рисунок. 2. Пластинчатый насос типа БГ12-2

Диск с шейкой плавающего типа имеет кроме всасывающих еще основные окна для нагнетания рабочей жидкости из камер между лопатками и вспомогательные для нагнетания рабочей жидкости из-под лопаток. Плоский диск помимо всасывающих окон имеет еще глухие основные и вспомогательные нагнетательные окна, так что нагнетание производится с двух сторон ротора. Ввиду того, что в полости всасывания пространство под лопатками соединяется с линией всасывания, обеспечивается разгрузка лопаток от гидравлического усилия, прижимающего лопатки к статору. Прижим лопаток к статору в полости всасывания осуществляется центробежной силой. В начале работы прижим диска с шейкой осуществляется пружинами 10, а в процессе работы — и давлением масла.

Для предотвращения утечек в насосе применена манжета во фланце и круглые кольца.

Нарушение нормальной работы лопастных насосов проявляется в снижении их производительности, произвольных падениях и подъемах давления подаваемой жидкости и появлении повышенного шума и стука. Наибольшему износу обычно подвергаются ротор, лопатки, диски, а также шарикоподшипники, манжета и др.



Статорные кольца особенно сильно изнашиваются в местах перехода от одного радиуса к другому, где образуются ступени и задиры. Ремонт статорных колес сводится к шлифованию их внутреннего профиля. Так как после установки отремонтированных этим способом колец падает производительность насосов, стремятся заменять изношенные статорные кольца новыми. Новые кольца изготовляют из стали ШХ15 или стали ХВГ. Термообработкой им придают твердость до HRC60-64.

Изношенный ротор целесообразно не заменять, а ремонтировать, так как изготовление нового ротора сопряжено со значительными трудностями. Ремонт заключается в восстановлении параллельности стенок пазов, шлифовании изношенных шеек и торцов.

Пазы с износом не более 0,05 мм ремонтируют вручную при помощи абразивного порошка с последующей доводкой шлифовальной пастой. Предельная допустимая непараллельность стенок пазов 0,02 мм. При большем износе стенок пазов их параллельность восстанавливают обработкой тонким абразивным кружком на станке с доводкой вручную. Следует иметь в виду, что при значительном возрастании ширины пазов приходится увеличивать ширину лопаток и в результате повышается давление лопаток на статор, ускоряя его износ.

Изношенные шейки ротора восстанавливают хромированием. Шейки можно ремонтировать и шлифованием, компенсируя уменьшение их размеров установкой дисков (изготавливаются из бронзы ОФЮ-1, АЖ9-4 и др.), тщательно подгоняемых к прошлифованным шейкам.

Одновременно с шейками шлифуют торцы ротора. При этом выдерживают допуск на соосность шеек не больше 0,02 мм. Допустимое биение торцов 0,015—0,02 мм на радиусе в 40 мм.

Значительно изношенные лопатки заменяют новыми, изготовленными в соответствии с техническими условиями.

Таким образом, ремонт лопастных насосов является достаточно трудоемким и поэтому во многих случаях бывает более выгодно заменить изношенные насосы новыми. Ремонт целесообразно производить только при необходимости устранения незначительных дефектов, например, когда ослабляется сальниковое уплотнение или когда нужно сменить шарикоподшипники.

Отремонтированный насос, испытывают на стенде или непосредственно на станке, обкатывая его на холостом ходу в течение -20 мин. При отсутствии неисправности испытывают насос под нагрузкой, постепенно повышая давление до номинального и затем превышая на 30%. При этом максимальном давлении проверяемый насос должен работать не более 3—5 мин. При испытании насоса измеряют производительность при различных давлениях и тем самым определяют  $K_{п'Д.}$ , используя для этого специальное приспособление.



## Практическое занятие №42

Тема: «Ремонт деталей силовых цилиндров и гидромоторов».

Цель: изучить назначение, конструкцию силовых цилиндров, гидромоторов и способы ремонта их деталей.

### 33 Материальное обеспечение

33.1 Инструкция к практическому занятию.

33.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 34 Порядок выполнения работы

34.1 Изучить назначение, конструкцию силовых цилиндров и гидромоторов.

34.2 Изучить способы ремонта цилиндра.

34.3 Изучить способы ремонта штока.

34.4 Изучить способы ремонта гидромотора.

34.5 Выполнить эскиз раскатника для ремонта цилиндра.

### *Принцип работы гидромотора, неисправности*

Принцип работы гидравлического мотора заключается в преобразовании энергии жидкости под давлением в механическую. В этом процессе совершается периодическое заполнение рабочей камеры жидкостью с последующим её вытеснением. Во время слива давление падает и этот перепад позволяет трансформировать энергию

**Конструктивно, гидромоторы подразделяются на следующие типы:**

1. **Шестеренные** — работающие по принципу подачи давления жидкости на шестерни с неуравновешенными зубьями. Они представляют собой агрегаты с простой конструкцией, способные достигать частоту вращения, в

среднем, 5000 оборотов в минуту при давлении 200 bar. Недостатком является малый показатель КПД, который не выше 0,9.

2. **Пластинчатые** — рабочие камеры образуются вытеснителями с помощью пластин на роторе. Для герметичности применяются пружины, которые прижимают пластины к его стенкам, поэтому ось ротора смещена по отношению к оси статора и при подаче объем всасывания увеличивается, объем камеры нагнетания — уменьшается. Такие гидромоторы невозможно использовать при низких температурах. Ещё одним минусом является сложность ремонта.

3. **Радиально-поршневые** — применяются при давлении рабочей жидкости от 10 мПа. В качестве камер используются цилиндры, расположенные радиально, то есть вытеснение осуществляется поршнями. Вал мотора приходит в движение за счёт подачи давления. Соединение камер с линиями давления и слива производится при помощи специального механизма распределения.

4. **Аксиально-поршневые** в отличие от предыдущего типа работают при помощи камер, аксиально расположенные относительно оси ротора, вытеснение же происходит при помощи поршней. Вместе с валом вращаются блоки цилиндров. При обычном вращении поршней жидкость всасывается, при обратном — нагнетается.

#### *Основные неисправности, причины и способы их устранения*

Гидромоторы, чаще всего, выходят из строя из-за повышенного износа деталей, образования задиров, механических повреждений, что приводит к потере мощности и эффективности работы. Ниже представлены основные неисправности гидравлических моторов и способов их устранения.

##### *1. Замедление скорости вращения привода.*

##### **Причины:**

- Износ распределительного узла и поршневой группы;
- Стирание уплотнений;
- Задир на поверхности;
- Повышенное давление на сливе.

Устраняется заменой уплотнений, ремонтом деталей поршня, ликвидацией утечек из корпуса мотора. Если проблема с давлением, следует провести техобслуживание сливного трубопровода, проверить его проходимость, найти и устранить повышенное сопротивление.

##### *2. Неравномерное вращение вала мотора при малых оборотах.*

##### **Причины:**

- Износ распределительного узла, уплотнений и поршней;
- Задир на эксцентрик вала и шатуна или деталей поршневой

группы.

Для ликвидации данной неисправности проверяется дренажная линия по части расхода. При высокой пульсации следует разобрать данный узел,

попробовать восстановить детали, при необходимости, заменить. Замена могут подлежать, как отдельные компоненты и уплотнения, так и весь узел.

### *3. Отсутствие вращения вала.*

#### **Причины:**

- Нарушения в магистрали подводящей жидкости;
- Разрушение распределительного узла.

Техобслуживание в этом случае следует начинать с измерения давления на входе в гидромотор. При его снижении проверяется состояние насоса и иных элементов гидравлической системы, в том числе, целостность нагнетательного трубопровода. При больших утечках гидромотор следует полностью заменить.

### *4. Течь масла снаружи.*

#### **Причины:**

- Ослабление элементов крепления;
- Износ манжеты вала;
- Повышенное давление в корпусе;
- Разрушение уплотнений, трещины в деталях корпуса.

Следует определить место утечки и устранить повреждение. При невозможности восстановления детали заменяются. При давлении, превышающем 0,5 кг/см<sup>2</sup>, гидромотор следует разобрать. Устранение проблемы может быть осуществлено путём замены уплотнений или самого гидромотора.

### *5. Повышенный механический шум.*

#### **Причины:**

- Большой люфт между поршнем и шатуном;
- Разрушение деталей поршневой группы;
- Износ подшипников вала;
- Недостаточное давление на сливе.

При обнаружении стуков следует остановить работу мотора, разобрать его. Замена могут подлежать подшипники или сам мотор. При низком давлении проверяется целостность трубопровода.

## Практическое занятие №43

Тема: «Ремонт гидравлической аппаратуры».

Цель: изучить назначение, конструкцию гидравлической аппаратуры и способы ее ремонта.

### 35 Материальное обеспечение

35.1 Инструкция к практическому занятию.

35.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 36 Порядок выполнения работы

36.1 Изучить назначение, конструкцию гидравлической аппаратуры.

36.2 Изучить принцип работы гидравлической аппаратуры.

36.3 Изучить особенности ремонта гидравлической аппаратуры /дроссель, предохранительный клапан, редукционный клапан/.

**При ремонте гидравлики различные компоненты требуют разного подхода**

**Функция ремонта - это не только очистка, промывка, повторная шлифовка и повторная обработка деталей, а также сборка их в единое целое. Гидравлические продукты можно разделить на три категории - динамические, прерывисто-динамические и статические.**

Динамические запчасти - это те, которые предназначены для непрерывной работы, такие как гидравлические насосы. В системе насосы могут работать постоянно - не обязательно в состоянии нагрузки, но на холостом ходу. Следовательно, естественный износ сопряженных компонентов встречается гораздо чаще в течение определенного срока службы, чем у других гидравлических продуктов. Следовательно, насосы часто имеют более частые

поломки в течение и после проектного срока службы, чем другие гидравлические продукты. Рабочий цикл, конструкция и применение определяет срок службы данного насоса, будь то поршень, лопасть или шестерня.

Прерывисто-динамические гидравлические узлы - это те, которые не обязаны постоянно работать в системе, такой как гидравлические двигатели, распределительные клапаны и сервопропорциональные клапаны. В большинстве случаев эти устройства вообще не работают во время полного цикла машины или оборудования. Например, гидравлические моторы которые чаще всего работают в системе только в течение определенного периода времени. В остальное время мотор работает на холостом ходу или вообще не работает. Конечно, есть несколько исключений, например, в применениях конвейерной ленты. Точно так же большинство направляющих клапанов со скользящей катушкой и другие функции скользящей катушки не работают в системе все время. Следовательно, двигатели и распределительные клапаны в гидравлической системе будут иметь сравнительно меньший износ, чем гидравлический насос, в течение заданного периода времени или рабочего цикла. Естественная частота отказов для блоков такого типа меньше, чем у гидравлических насосов.

Статические гидравлические продукты - это те, чьи внутренние функции в системе являются типом «открывать-закрывать». Другими словами, внутренние компоненты в таких продуктах имеют гораздо меньший естественный износ, таким образом, ожидаемый срок службы таких продуктов намного дольше, чем у двух других категорий продуктов. Давление, поток, последовательность и обратные клапаны и вкладыши подпадают под эту категорию.

#### **Неисправности в гидравлике: особенность ремонта каждого компонента**

Процедура ремонта спецтехники ограничивается восстановлением старого, неисправного компонента, близкого к своей первоначальной форме и размеру. Все вышедшие из строя старые компоненты теоретически могут быть восстановлены, но этого не должно быть, потому что некоторые старые вышедшие из строя компоненты не подлежат восстановлению и могут не обеспечивать полную и желаемую функцию, как оригинал. Именно здесь процедура ремонта для каждого отдельного компонента настолько важна, чтобы весь блок функционировал в соответствии с его первоначальной спецификацией.

**В гидравлической промышленности можно ремонтировать различные продукты, такие как насосы, двигатели, клапаны, органы управления и их части, если размеры компонентов, допуски и зазоры находятся в установленных пределах.**

Перестроить - термин «пере» происходит от повторения. Это означает, что использованный неисправный продукт сначала демонтируется, а затем определяются причины отказа, а также неисправные компоненты и детали. Соответствующее устройство затем собирается с новыми или «восстановленными» компонентами и деталями. Термин «восстановление» очень свободно используется для различных видов деятельности.

Ремонт гидронасосов спецтехники или двигателя также может быть выполнено со всеми соответствующими новыми компонентами или деталями. Следовательно, только то, что устройство было восстановлено, не обязательно означает, что оно является «отремонтированным». В конце концов, перестроенный блок должен пройти процесс динамического тестирования. Это гарантирует, что восстановленный блок имеет те же технические характеристики - с точки зрения потока, давления и утечки - как новый.



## Практическое занятие №44

Тема: «Ремонт пневматических приводов».

Цель: изучить назначение, устройство, принцип работы и способы ремонта пневматических приводов.

### 37 Материальное обеспечение

37.1 Инструкция к практическому занятию.

37.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

### 38 Порядок выполнения работы

38.1 Изучить назначение, устройство и принцип работы пневматических приводов.

38.2 Изучить способы ремонта пневматических приводов.

38.3 Выполнить схему пневмопривода.

## Ремонт пневматических приводов

Пневматические системы и приводы широко используются во всех отраслях промышленности.

Пневмопривод состоит из насоса (компрессора), распределительных и регулирующих устройств (фильтр, влагоочиститель, регулятор давления, регулятор скорости и др.), пневмодвигателя и трубопроводов.

В пневмоприводе (аналогично гидроприводу) происходит двойное преобразование энергии: механическая преобразуется в энергию сжатого воздуха, которая затем преобразуется в механическую энергию пневмодвигателя. Воздух нагнетается в пневмодвигатель компрессором, а отработанный воздух уходит в атмосферу.

Поступающий в пневматическое устройство сжатый воздух должен быть очищен от влаги и механических примесей, должен быть обеспечен контроль за давлением воздуха, возможность его регулирования. Для этого воздухопроводящая магистраль должна включать в себя соответствующую аппаратуру. Распределительным краном направляют поток воздуха в полости или пневмодвигателя, сообщая поршню движение в соответствующем направлении.

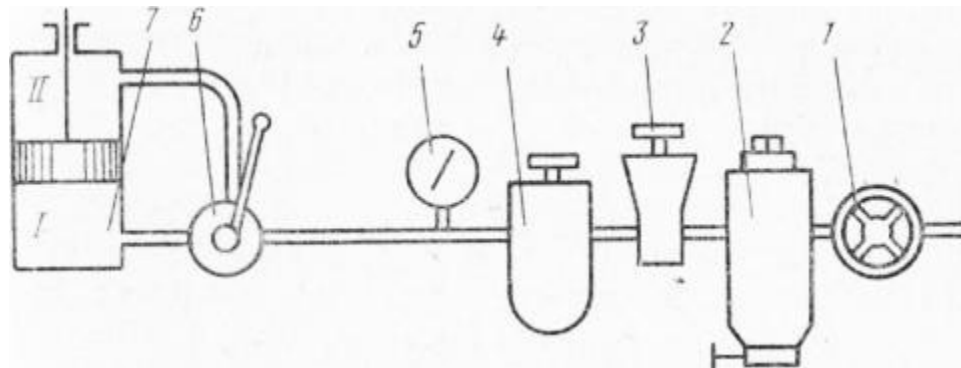


Рисунок. 1. Типовая схема включения пневматического двигателя: 1 — кран, 2 — фильтр, 3 — регулятор давления, 3 — маслораспылитель, 4 — манометр, 5 — распределительный кран, 6 — пневмодвигатель

Указанная схема подвода воздуха в пневмодвигатель может изменяться в зависимости от его конструкции. Например, в случае применения диафрагменных камер маслораспылитель не устанавливают, потому что масло, попадая в полость такого двигателя, ускоряет разрушение прорезиненной диафрагмы.

### Пневматические двигатели

Пневматические двигатели подразделяются на поршневые и диафрагменные. По принципу работы они могут быть одностороннего и двустороннего действия. Двигатели одностороннего действия имеют только одно рабочее движение, которое осуществляется подачей сжатого воздуха в полость. При этом поршень со штоком переместятся вправо. Возврат поршня и штока в исходное положение происходит под действием пружины. Полость постоянно сообщается с атмосферой.

В пневматических поршневых двигателях двустороннего действия движение поршня в обе стороны совершается под давлением сжатого воздуха, поочередно подаваемого в обе полости при помощи Распределительного крана. При подаче воздуха в одну из полостей двигателя противоположная полость сообщается с атмосферой.

Диафрагменный пневматический двигатель представляет собой полую камеру, разделенную эластичной диафрагмой на две изолированные друг от друга полости. Перемещение штока происходит при изгибе диафрагмы под действием сжатого воздуха. Вследствие ограниченной возможности прогиба диафрагмы ход штока ограничен (30—35 мм).

На рисунке. 2, г показано устройство поршневого пневмодвигателя двустороннего действия.

Долговечность работы пневматических двигателей в большой степени зависит от состояния уплотнений, которые должны обеспечить полную герметичность неподвижных и подвижных соединений и минимальные потери мощности на трение

В качестве уплотнений для поршней зачастую применяют кожаные угловые манжеты и резиновые V-образные. При эксплуатации эти манжеты приходится периодически подтягивать, для чего необходимо разбирать и собирать двигатель. Кроме того, кожаные манжеты являются источником больших потерь мощности из-за большой поверхности контакта с цилиндром и ссыхаются при длительных перерывах в работе, нарушая герметичность соединения.

Указанные недостатки отсутствуют у кольца круглого сечения, изготовленного из маслостойкой резины (ГОСТ 9833—73 и 18829 — 73). Эти кольца устанавливают в канавки поршня или проточки под шток, при этом кольца своим сечением, соприкасаясь одновременно, например, с дном канавки поршня и поверхностью цилиндра, принимают вид овала.

В осевом направлении кольцу обеспечивается определенный зазор, гарантирующий попадание сжатого воздуха в канавку, где оно расположено.

Таковыми кольцами обеспечивают надежную герметичность сборочной единицы и минимальные потери на трение. Для повышения долговечности механизма необходимо, чтобы шероховатость сопрягаемых поверхностей скольжения была не ниже , а острые углы канавок под уплотнительные кольца были затуплены.

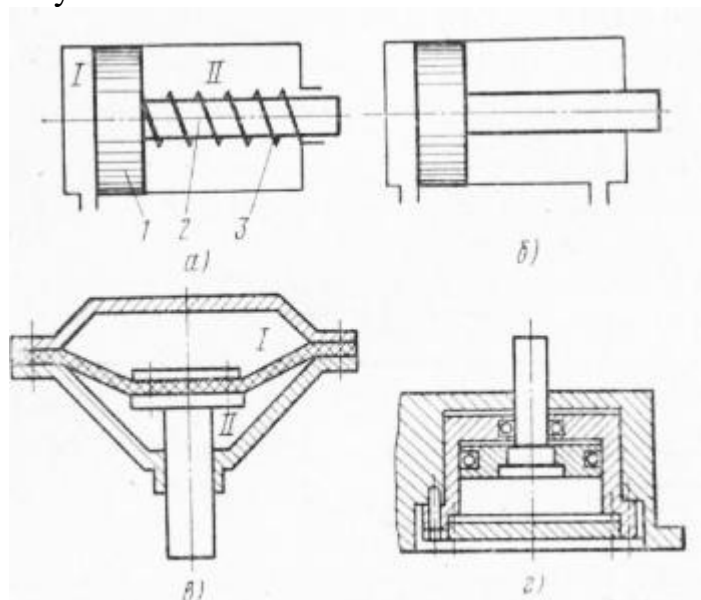


Рисунок. 2. Схемы пневматических двигателей:  
а — поршневой одностороннего действия, б — поршневой двустороннего

действия, в — диафрагменная камера, г — устройство поршневого пневмодвигателя двустороннего действия

При ремонте пневмоприводов восстанавливают поршни и цилиндры пневмодвигателей. Цилиндры пневмодвигателей восстанавливают также акрилопластами. Для этого изношенное отверстие растачивают на токарном станке.

Затем его выдерживают при температуре 18—20 °С в течение 2—3 ч, вынимают оправку, зачищают цилиндр от приливов пластика.

Необходимо внимательно проверять фильтры влагоотделения, своевременно их очищать и сливать накопленную воду, так как проникающая в систему влага вызывает коррозию и быстрый выход привода из строя.

## **Практическое занятие №45**

**Тема: «Ремонт цилиндров, штоков, поршней, регулирующей и управляющей аппаратуры. Ремонт и сборка трубопроводов и арматуры».**

Цель: изучить ремонт цилиндров, штоков, поршней, регулирующей и управляющей аппаратуры; изучить ремонт и сборку трубопроводов и арматуры.

39 Материальное обеспечение

39.1 Инструкция к практическому занятию.

39.2 Справочная и техническая литература.

1.2.1 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования в 2 ч. Ч.1: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [А.Г. Схиртладзе, А.Н. Феофанов, В.Г. Митрофанов и др.] – 2-е изд., стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2017-272с.

1.2.2 Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования/[Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков.- 4-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2010-240с.

40 Порядок выполнения работы

40.1 Изучить ремонт цилиндров.

40.2 Изучить ремонт штоков.

40.3 Изучить ремонт поршней.

40.4 Изучить ремонт регулирующей и управляющей аппаратуры.

40.5 Изучить ремонт и сборку трубопроводов и арматуры.

3 Теоретические предпосылки работы

Ремонт цилиндров, штоков, поршней, регулирующей и управляющей аппаратуры

Цилиндр в гидросистеме преобразует энергию движущейся рабочей жидкости в механическую энергию движущегося поршня. Существуют различные конструкции цилиндров, рассчитанные на разные усилия и скорости движения рабочих органов.

При ремонте гидросистем осматривают полость цилиндра и шток гидропривода, проверяют их диаметры. Нецилиндричность не должна превышать 0,03 мм на длине 1000 мм; предельно допустимая бочко-образность и вогнутость 0,03 мм. Некруглость и нецилиндричность штока допускаются в

пределах 0,01—0,02 мм. Если отклонения превышают допустимые и если на внутренней поверхности цилиндра имеются продольные риски и задиры, цилиндр растачивают, затем его притирают круглым притиром с абразивной пастой.

Рационально исправлять полость цилиндра на внутришлифовальном или токарном станке, применяя шлифовальные головки. Чистовую отделку обычно выполняют разверткой, укрепленной на борштанге. Практикуется также доводка цилиндров наждачной бумагой, навернутой на деревянную оправку. Диаметр оправки регулируют клином, вколачиваемым в ее торец.

Прогрессивным процессом доводки полости цилиндра является обработка методом пластического деформирования в холодном состоянии при твердости не выше HRC40, что достигается при помощи раскаток. Этим методом получают очень чистую поверхность, при этом повышается производительность труда, достигается упрочнение поверхности (наклеп), повышающее поверхностную твердость, усталостную прочность износостойкость детали. Раскатывание осуществляют на токарных станках.

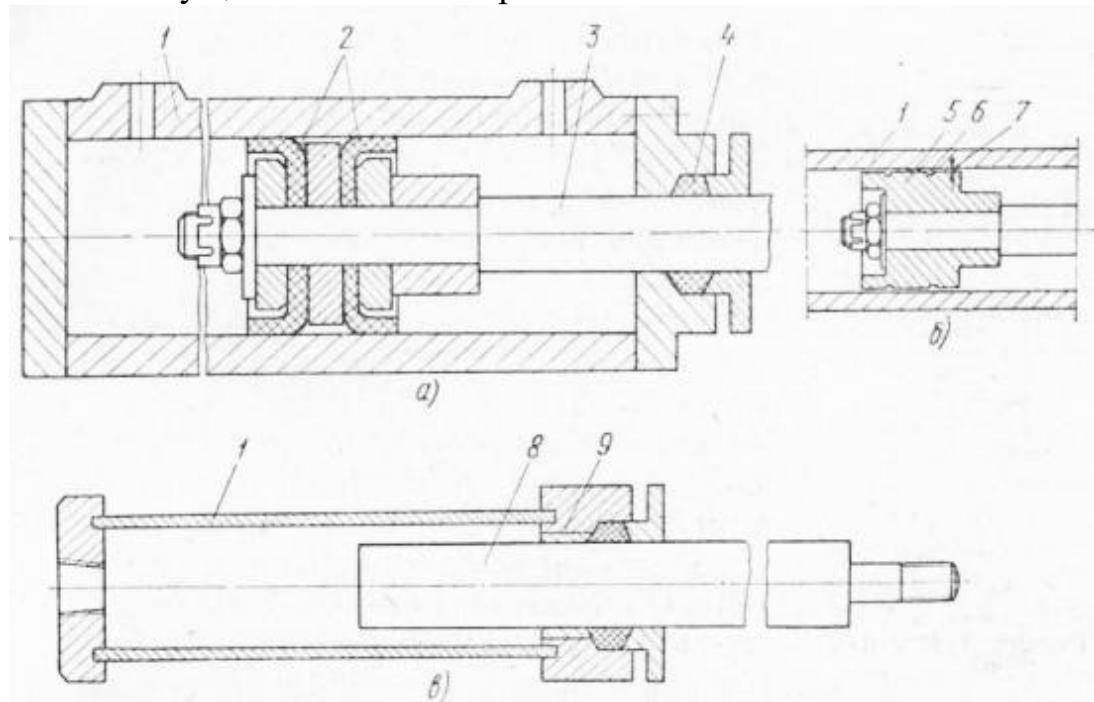


Рисунок. 1. Цилиндры гидросистем и конструкции их поршней: а — цилиндр с поршнем, уплотненным манжетами, б — цилиндр с поршнем без манжет, в — цилиндр с поршнем плунжерного типа; 1 — цилиндр, 2 — манжеты, 3 — шток, 4 — уплотнение штока, 5 — поршень, 6 — канавки для уравнивания давления по окружности поршня, 7 — зазор, 8 — плунжер, 9 — втулка

Раскатка состоит из оправки с конусом, по которому катятся пять конических роликов, равномерно расположенные по окружности. От выпадания их предотвращает сепаратор, свободно вращающийся на оправке. Во время

раскатывания они прижимаются к упорному подшипнику. На наружный размер раскатка настраивается вращением регулировочной гайки 3, которая стопорится контргайкой.

Когда регулировочная гайка вращается, ролики перемещаются вдоль рабочего конуса оправки раскатки. Смещение сепаратора вправо ограничивается пробкой.

Раскатку цилиндра осуществляют на токарном станке. Для этого Цилиндр закрепляют в шпинделе и базируют в люнете, а раскатку закрепляют в резцедержателе на суппорте станка. Раскатку вводят в Цилиндр и регулируют натяг.

Раскатка работает без принудительной подачи благодаря тому, что ролики расположены под углом к ее оси. Смазочно-охлаждающая жидкость подается через центральное отверстие оправки раскатки. Режимы работы при обработке отверстий в деталях, изготовленных из стали 45, следующие: скорость 40 м/мин, подача 0,3—0,5 мм/об за один проход, припуск на раскатку 0,03—0,05 мм.

При раскатывании достигается шероховатость поверхности 10—11-го классов, кроме того, ликвидируется нецилиндричность и некруглость отверстия.

После обработки цилиндров несколько увеличивается их внутренний диаметр. В связи с этим приходится менять поршень и манжеты.

Штоки ремонтируют шлифованием с последующей доводкой. Тонкие штоки заменяют новыми. Штоки диаметром до мм и длиной больше 500 мм выгодно изготавливать из мерного калиброванного прутка. Изношенные поршни, как правило, заменяют новыми.

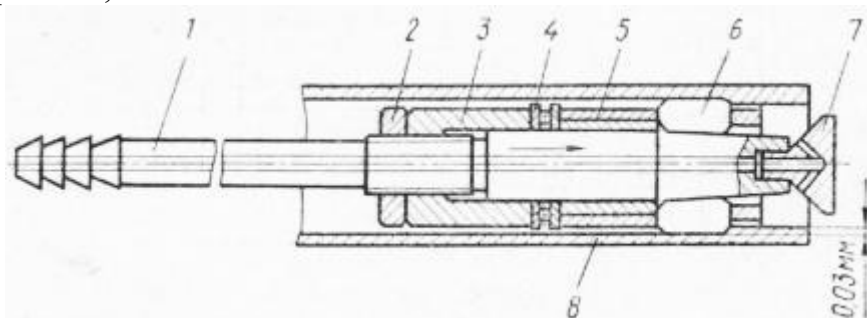


Рисунок. 2. Раскатка

Неисправности гидросистем в большинстве случаев устраняют их регулировкой и чисткой, а также фильтрацией масла. К ремонту приходится прибегать тем реже, чем правильнее эксплуатируется гидросистема. Обычно незначительного ремонта требуют детали механизмов подачи и распределения масла (клапаны, золотники, краны, дроссели, цилиндры, поршни) и большего — детали насоса.

Для цилиндров шлифовальных станков, работающих при больших скоростях поршня и давлениях до 30 кгс/см<sup>2</sup>, допускается протекание до 500 см<sup>3</sup>/мин масла между стенками цилиндра и поршнем. Учитывая это, ремонтники-новаторы изготавливают в ходе ремонта поршни, рассчитанные на

установку с зазором 0,03—0,05 мм. Такие поршни работают без трения и фактически не изнашиваются. Кроме того, движения стола становятся плавными и мягкими.

### **Ремонт регулирующих и управляющих устройств гидросистем**

Ремонт таких деталей, как клапаны, золотники или краны (как и их изготовление), не составляет особых трудностей. Здесь главная задача — тщательное выполнение резьбовых соединений, аккуратная притирка игл и тарелок клапанов, подбор пружин по заданной характеристике.

При осмотре золотников проверяют, нет ли на них, а также на поверхностях отверстий для золотников продольных рисок и задиров. Отверстия исправляют ручным разворачиванием, растачиванием и притиркой. Золотник, исправленный или вновь изготовленный, шлифуют по диаметру отверстия, выдерживая допуски плотной посадки 1-го класса точности. Обработанный шлифованием золотник притирают к его корпусу тонкой пастой с керосином.



**Методические рекомендации для МДК 03.02 Организация монтажных работ по промышленному оборудованию**  
**Практическое занятие № 1**

**1 Тема: Разработка технологической карты монтажа**

**2 Цель занятия**

**Обучения:**

- ознакомление с основными видами технической документации на монтажные работы;
- привитие навыков разработки технической документации.

**Воспитания:**

- воспитание сознательного отношения к приобретению теоретических знаний

**Развития:**

- самостоятельности в процессе учебного труда

**3 Задание**

3.1 Составить перечень технической документации на проведение монтажных работ.

3.2 Дать краткое описание содержания технической документации на монтажные работы.

3.3 Разработать технологическую карту монтажа промышленного оборудования.

3.4 Оформить отчет.

**4 Продолжительность работы**

Продолжительность работы - 4 часа.

**5 Материальное обеспечение**

5.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы.

5.2 Техническая и справочная литература:

1 Ивашков И.И Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин.-М.: Машиностроение, 1981.

2 Шейнгольд М.Н. , Нечаев Л.Н., Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. -Л.: Машиностроение, 1973.

5.3 Формуляр технологической карты монтажа

**6 Краткие теоретические сведения**

При подготовке к монтажу оборудования должна быть оформлена необходимая документация, которую можно разбить на три группы.

К первой группе относятся документы, которые получает монтажная организация ( общие виды, разрезы и планы зданий и сооружений; установочные чертежи оборудования, общие виды машин, узловые и рабочие чертежи, заводские инструкции; сметы на строительно-монтажные работы и единичные расценки; пояснительные записки к проекту; сводная ведомость оборудования и списки чертежей по объектам).

Ко второй группе относятся документы, разработанные монтажной организацией и входящие в состав требований технологии (проект производства работ; технологические карты и калькуляции стоимости трудовых затрат; ведомости комплектования объекта оборудованием и снабжения метизами, трубами и др.; перечень изделий, изготавливаемых монтажной организацией).

К третьей группе относятся исполнительные документы ( акты на строительно-монтажные работы; формуляры на установку и испытание машин, промывку гидравлических и смазочных систем и другие документы, связанные с качеством исполнения работ, которые изготавливаются монтажной организацией в процессе производства работ).

Основу технической документации составляет технологическая карта. Карта разрабатывается на каждый агрегат или на отдельные сложные узлы. Она должна содержать : график производства работ с данными об объеме, стоимости работ и потребности в рабочих; потребность в материалах и полуфабрикатах; потребность в оборудовании, инвентаре и приспособлениях; описание операций, связанных с такелажом и разгрузкой деталей оборудования; технологическую схему сборки; описание операций контроля сопряжения узлов или групп, положения машины относительно здания и других машин<sup>4</sup> указания о зазорах, натягах, величинах свободного хода и др.; описание и последовательность операций по пуску и наладке машин и т.п.

Технологическая карта дополняется калькуляцией на производство работ.

Для установления сроков исполнения работ по этапам монтажа можно исходить из следующих примерных объемов работ (в % от общего объема): подготовка к установке оборудования на фундамент 10-15%; установка на фундамент и сдача под подливку 20%; сборка и подготовка к опробованию 50-55%; опробование вхолостую и сдача 10-20%.

На поставку оборудования монтажная организация составляет комплектующую ведомость по специальной форме.

Для лучшей увязки процесса монтажа во времени применяют сетевое планирование. Исходным документом для сетевого графика служит проект производства работ, регламентирующий технологическую последовательность монтажа и нормы времени, по которым определяют продолжительность работ. Работа — производственный процесс, характеризующийся наименованием, трудоемкостью в чел. - сменах и продолжительности в сменах.

Продолжительность ее может быть минимальной и нормальной. В первом случае принимаются меры для максимального ее ускорения (увеличение сменности, количества привлекаемых механизмов рабочих и т. д.) во втором- работу выполняют без специальных мер по ее ускорению.

Зависимость — процесс, требующий только затрат времени (например, «обкатка вхолостую», «затвердевание подливки под основания»).

Событие — факт окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ (например, «укрупнительная сборка окончена»). На сетевом графике может быть одно начальное событие (например, «доставка оборудования завершена») и одно конечное событие, определяющее готовность машины к эксплуатации (например, «обкатка под нагрузкой завершена»).

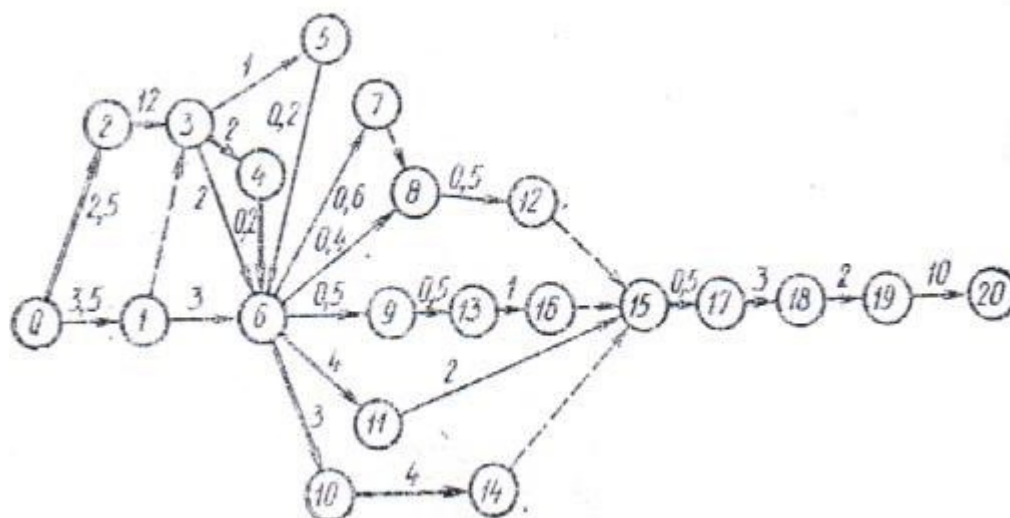


Рис. 1 Пример сетевого графика монтажа промышленного оборудования

Работы и зависимости изображают на сетевом графике соответственно сплошными и пунктирными стрелками, идущими слева направо, а события - кружками. Стрелки сопровождают надписями, выражающими, например, продолжительность данной работы или данной зависимости (в рабочих сменах), а иногда и количество рабочих. В кружках указывают номера событий. При построении сетевого графика вначале устанавливают количество событий, их технологическую последовательность взаимосвязь. По каждой работе основное внимание уделяют решению следующих вопросов: какие работы должны быть завершены прежде чем начнется данная работа; какие работы могут быть начаты после ее завершения, какие другие работы должны быть выполнены одновременно с данной работой. Необходимо следить за тем, чтобы стрелки не возвращались к событию, из которого они вышли, и чтобы они не повисали свободно. Каждую работу определяют однозначно, только ей присущей парой событий, номера которых образуют ее шифр. Непрерывную последовательность работ в сетевом графике называют путем. Путь наибольшей

длины между начальным и конечным событиями называют критическим. Его определение — одна из главных целей построения сетевого графика, так как этот путь позволяет заранее выявить работы, от которых зависит срок монтажа, и сосредоточить внимание на их своевременном выполнении. Построение сетевого графика помогает выявить работы, имеющие резерв времени. Совокупность операций по установке, сборке, наладке и обкатке машины, проводимых в необходимой последовательности, называется технологическими процессом монтажа.

Технология монтажа оборудования состоит из следующих этапов: приемка оборудования; ревизия и подготовка оборудования к монтажу с выполнением сборочных работ; приемка фундамента и подготовка оборудования к установке на фундамент; установка оснований и рихтовка; сдача и заливка установленного основания; сборка механизмов; монтаж смазочных, гидравлических и пневматических систем; закрывание, опробование и регулировка механизмов; испытание механизма вхолостую и под нагрузкой; комплексное опробование механизмов агрегата и сдача; комплексное опробование агрегата под нагрузкой и сдача его в эксплуатацию.

Приемка монтажных работ оформляется актом. По каждому объекту ведется журнал учета выполненных работ. Данные этого журнала служат основанием для оформления акта. Акт является документом, на основании которого оплата за выполненные работы.

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими положениями оформления технической документации на монтажные работы.

7.2 Составление маршрута технологического процесса монтажа одного из видов несложного оборудования.

7.3 Разработка технологической карты монтажа.

7.4 Оформление отчета.

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы.

8.2 Наименование работы.

8.3 Цель работы.

8.4 Материальное обеспечение.

8.5 Краткое описание содержания технической документации на монтажные работы.

8.6 Технологическая карта монтажа..

8.7 Вывод.

Технологическая карта монтажа

Завод		Наименование объекта							Наименование работы										
1. График выполнения работ																			
№ П.П.	Наименование работы	Единица измерения	Количество измерений	Вес в т		Трудоемкость в человеко- днях	Сметная стоимость в тыс. руб.		Состав бригады		Календарь график — дня								
				Единицы оборудо- вания	Общий		По проекту	Факти- ческая	Разряд работы	Количество									
										По проекту	Факти- ческое								
2. Лимит материалов и полуфабрикатов																			
№ П.П.	Наименование и размеры							Единица измерения		Количество									
										По проекту	Фактическое								
3. Перечень оборудования, инвентаря и приспособлений																			
№ П.П.	Обозначение позиции	Наименование и характеристика					Единица измерения		Количество										
									По проекту	Фактическое									

## **Практическое занятие № 2**

### **1 Тема: Составление акта на приемку из монтажа и сдачу в эксплуатацию оборудования**

#### **2 Цель занятия**

##### **Обучения:**

- составление акта на приемку из монтажа и сдачу в эксплуатацию металлорежущих станков;
- привитие навыков работы с технической документацией.

##### **Воспитания:**

- воспитание сознательного отношения к приобретению теоретических знаний

##### **Развития:**

- самостоятельности в процессе учебного труда

#### **3 Задание**

3.1 Составить перечень технической документации на проведение монтажных работ.

3.2 Дать краткое описание проверки и испытаний при приемки металлорежущих станков после завершения монтажа.

3.2 Составить акт на приемку из монтажа и сдачу в эксплуатацию металлорежущего станка.

3.4 Оформить отчет.

#### **4 Продолжительность работы**

Продолжительность работы - 4 часа.

#### **5 Материальное обеспечение**

5.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы.

5.2 Техническая и справочная литература:

1 Ивашков И.И Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин.-М.: Машиностроение, 1981.

2 Черпаков Б.И., Вереина Л.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства.-М.: ИЦ «Академия», 2012.

МЗ Шейнгольд М.Н. , Нечаев Л.Н., Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. -Л.: Машиностроение, 1973.

5.3 Формуляр акта на приемку из монтажа и сдачу в эксплуатацию оборудования.

#### **6 Краткие теоретические сведения**

При подготовке к монтажу оборудования должна быть оформлена необходимая документация, которую можно разбить на три группы.

К первой группе относятся документы, которые получает монтажная организация ( общие виды, разрезы и планы зданий и сооружений;

установочные чертежи оборудования, общие виды машин, узловые и рабочие чертежи, заводские инструкции; сметы на строительные-монтажные работы и единичные расценки; пояснительные записки к проекту; сводная ведомость оборудования и списки чертежей по объектам).

Ко второй группе относятся документы, разработанные монтажной организацией и входящие в состав требований технологии (проект производства работ; технологические карты и калькуляции стоимости трудовых затрат; ведомости комплектования объекта оборудованием и снабжения метизами, трубами и др.; перечень изделий, изготавливаемых монтажной организацией).

К третьей группе относятся исполнительные документы ( акты на строительные работы; формуляры на установку и испытание машин, промывку гидравлических и смазочных систем и другие документы, связанные с качеством исполнения работ, которые изготавливаются монтажной организацией в процессе производства работ).

Испытание и приемка станков проводится в соответствии с техническими условиями , указанными в рабочей документации.

Приемка монтажных работ оформляется актом. По каждому объекту ведется журнал учета выполненных работ. Данные этого журнала служат основанием для оформления акта. Акт является документом, на основании которого оплата за выполненные работы.

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими положениями оформления технической документации на монтажные работы.

7.2 Составление маршрута технологического процесса монтажа одного из видов несложного оборудования.

7.3 Разработка технологической карты монтажа.

7.4 Оформление отчета.

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы.

8.2 Наименование работы.

8.3 Цель работы.

8.4 Материальное обеспечение.

8.5 Краткое описание содержания технической документации на монтажные работы.

8.6 Технологическая карта монтажа..

8.7 Вывод.

Завод\_\_\_\_\_

Утверждаю

Город\_\_\_\_\_

Гл. инженер

( Подпись)      (Ф.И.О.)

## АКТ №

от\_\_\_\_\_на приемку на монтаж и сдачу

и эксплуатацию оборудования

Комиссия, действующая на основании приказа по заводу №

от\_\_\_\_\_произвела осмотр и испытание установленного оборудования

в\_\_\_\_\_цехе

№ п. п.	Наименование оборудования	Шифр	Инвен- тарный номер	Фирма, завод изготовитель	Характе- ристика	Примечани

Комиссия признает установленное оборудование годным к эксплуатации  
с обязательным устранением замечаний в срок

Подписи представителей комиссии:

1. От мехмонтажа
2. От электромонтажа
3. От главного энергетика
4. От техники безопасности

Сдал представитель УКСа

Принял:

1. Начальник цеха
2. Механик цеха
3. Представитель от ОГМ

Замечания.



# **1 Тема: Разработка схемы монтажа ленточного конвейера**

## **2 Цель занятия**

### **Обучения:**

- приобретение навыков разработки схем монтажа машин непрерывного транспорта

### **Воспитания:**

- воспитание значимости выбранной профессии

### **Развития:**

- самостоятельности в процессе учебного труда

## **3 Задание**

3.1 Изучить устройство ленточного конвейера и дать его описание

3.2 Разработать схему монтажа ленточного конвейера

3.3 Составить отчет

## **4 Продолжительность работы**

Продолжительность работы - 2 часа

## **5 Материальное обеспечение**

5.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы

5.2 Техническая и справочная литература:

1 Богород А.А Грузоподъемные и транспортные машины.-М.: Металлургия,1989

2 Ивашков И.И Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин.-М.: Машиностроение, 1981. [223]

3 Шейнгольд М.Н. , Нечаев Л.Н., Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. -Л.: Машиностроение, 1973.

5.3 Схема-плакат ленточного конвейера

5.4 Паспорт ленточного конвейера

## **6 Краткие теоретические сведения**

Стационарные ленточные конвейеры относятся к машинам непрерывного транспорта. Характерной их особенностью является низкая степень их заводской готовности.

Стационарные ленточные конвейеры общего назначения монтируют на легких фундаментах, эстакадах и в транспортных галереях. Галереи выполняют в виде отдельных монтажных элементов длиной 15...20м, устанавливаемых на опорах, или в виде единого укрупненного блока.

Подготовку к монтажу конвейера начинают с разбивки главной оси, а затем осей приводной и натяжной станции, обращая особое внимание на привязку к осям примыкающих транспортных и технологических устройств.

Сборку начинают с опорной металлоконструкции привода или натяжной станции, а затем монтируют среднюю часть. На закрепленную

металлоконструкцию устанавливают ролики опоры. После выполнения этих работ устанавливают конвейерную ленту.

Монтаж ленточных конвейеров ускоряют заблаговременной подготовкой и укрупнительной сборкой оборудования, а также параллельным ведением работ по монтажу элементов средней части, приводной и натяжной станции сразу в нескольких пунктах.

Перед опробованием ленточного конвейера в холостую должны быть установлены защитные кожухи, борта, течи воронки, очистные устройства. Лента должна быть натянута расчетным усилием. Конвейер опробуют в холостую в течение 3...4 часов, проверяя работу механизмов, нагрев подшипников, вращение роликов, отсутствие течи масла из редуктора. Главное внимание уделяют контролю правильности движения ленты.

Опробывание под нагрузкой осуществляют в течение 12 часов. Главное внимание при этом уделяют правильности загрузки и разгрузки конвейера.

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими положениями о монтаже машин непрерывного транспорта

7.2 Изучить устройство ленточного конвейера и дать его описание

7.3 Выполнение схемы монтажа ленточного конвейера

7.4 Оформление отчета

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы

8.2 Наименование работы

8.3 Цель работы

8.4 Материальное обеспечение

8.5 Схема ленточного конвейера и его описание

8.6 Схема монтажа ленточного конвейера

8.7 Вывод

# Практическое занятие № 4

## 1 Тема: Разработка схемы монтажа мостового крана

2Цель занятия

Обучения:

- приобретение первичных навыков разработки схем монтажных кранов

Воспитания:

- воспитание значимости выбранной профессии

Развития:

- самостоятельности в процессе учебного труда

### 3 Задание

3.1 Изучить устройство мостового крана общего назначения и дать его описание

3.2 Разработать схему монтажа мостового крана общего назначения

3.3 Составить отчет

### 4 Продолжительность работы

Продолжительность работы - 2 часа

### 5 Материальное обеспечение

5.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы

5.2 Техническая и справочная литература:

1 Богород А.А Грузоподъемные и транспортные машины.-М.: Металлургия,1989

2 Ивашков И.И Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин.-М.: Машиностроение, 1981. [206]

3 Шейнгольд М.Н. , Нечаев Л.Н., Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. -Л.: Машиностроение, 1973.

5.3 Схема-плакат мостового крана

5.4 Паспорт мостового крана

### 6 Краткие теоретические сведения

На машиностроительных предприятиях наибольшее применение имеют краны общего назначения грузоподъемностью до 50 т. Их монтируют в закрытых цехах промышленных зданий вновь строящихся и действующих, реже-на открытых эстакадах.Краны поступают на монтаж рассеченными на отдельные составные части. Мосты кранов поставляют в виде двух полумостов в сборе с площадками или в виде двух пролетных и двух концевых балок. Отдельно поставляют собранные главные и вспомогательные тележки, кабины, грузозахватные устройства и каналы. Мосты кранов грузоподъемностью свыше 50т по условиям перевозки железнодорожным транспортом расчленяют при поставке на большое количество элементов

Подъем кранов в проектное положение осуществляется следующими методами:

- подъем моста с тележкой, собранные внизу (на стеллажах с уложенными рельсами), с последующим подъемом кабины;
- подъем моста, расчлененного на два полумоста, с последующим подъемом тележки и кабины

Монтаж мостовых кранов общего назначения независимо от их размеров, массы и листа установки сводится к следующим операциям:

- разгрузка элементов крана и раскладка их вблизи места монтажа (или монтаж с колес);
- сборка моста;
- проверка механизма передвижения крана;
- подъем моста в собранном виде или отдельными полумостами;
- проверка механизма тележки;
- подъем тележки и установка ее на мост;
- установка электроаппаратуры в кабине;
- подъем и закрепление кабины, электромонтажные работы, регулировка тормозов и устройств безопасности, запасовки канатов, опробование и сдача крана.

Разгрузка элементов мостового крана на месте монтажа осуществляют цеховыми мостовыми кранами (при монтаже в действующем цехе) или строительными (башенными) и передвижными монтажными кранами (при монтаже в строящемся цехе), а при их отсутствии – лебедками, домкратам

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими положениями о выполнении работ по монтажу кранов

7.2 Составление схемы монтажа мостового крана общего назначения и его описание

7.3 Составление схемы монтажа мостового крана общего назначения

7.4 Оформление отчета

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы

8.2 Наименование работы

8.3 Цель работы

8.4 Материальное обеспечение

8.5 Схема мостового крана общего назначения и его описание

8.6 Схема монтажа мостового крана общего назначения

8.7 Вывод.

## Практическое занятие №5

Тема: «Изучение канатов»

### 2 Цель занятия

Обучения:

- приобретение знаний о конструктивных особенностях канатов , умения их выбирать и производить расчеты на прочность.

Воспитания :

- сознательного отношения к приобретению теоретических знаний и практических навыков .

Развития :

- умение осмысливать полученные знания и приобретенные навыки .

### 3 Задание

Изучить устройство канатов и их маркировку.

Выбрать стальной проволочный канат по ГОСТ 2688-80 для механизма подъема крюковой тележки ( главный механизм ) мостового электрического крана с заданной грузоподъемностью – QT , массой подвески – G кг .

Режим работы - средний. Блоки смонтированы на подшипниках качения .

Зарисовать эскиз поперечного сечения каната . Расшифровать обозначения каната

#### Варианты заданий

№ вар	Грузоподъемность крана ,т	Масса подвески ,кг
1	10	300
2	10	250
3	10	275
4	10	350
5	15	250
6	15	300
7	15	350
8	20	250
9	20	300
10	20	350

### 4 Продолжительность выполнения работы

Продолжительность выполнения практической работы – 4 часа

### 5 Материальное обеспечение

5.1 Методические указания по выполнению практической работы .

5.2 Плакаты - схемы .

5.3 Техническая и справочная литература :

5.3.1 Богорад А.А . Грузоподъемные и транспортные машины.-М.: Металлургия ,1989.

5.3.2 Додонов Б.П., Лифанов В.А. Грузоподъемные и транспортные устройства. — М.: Машиностроение, 1990.

6 Краткие теоретические сведения

Стальные проволочные канаты (тросы) являются наиболее распространёнными грузоподъемными и тяговыми элементами в подъемно – транспортных машинах. Они обеспечивают плавность и бесшумную работу при любых скоростях, гибкость во всех направлениях, надежность в работе (разрушение происходит постепенно по мере возрастания числа оборных проволок), относительно малую массу ( по сравнению с цепями ).

Конструкция каната определяется числом прядей в канате, проволок в пряди и типом сердечника. Распространены шестипрядные канаты с числом проволок в пряди 19 и 37. В обозначение каната по ГОСТ входит число прядей ( на первом месте ), которое умножается на число проволок в пряди и прибавляется число сердечников с указанием его типа : органический (о.с) или металлический .

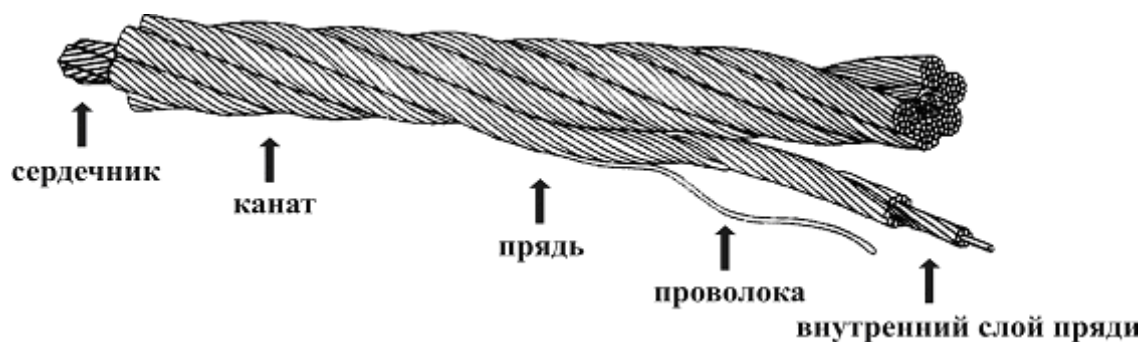
Характер касания между проволоками соседних слоев пряди может быть точечным (ТК) или литейным (ЛК). Разновидности последнего: ЛК-О (проволоки отдельных слоев пряди имеют одинаковый диаметр), ЛК-РО (слои в прядях составлены из проволок одинаковых и разных диаметров ). Следует применять канаты линейным касанием, т.к. при этом контакте напряжения между проволоками соседних слоев снижаются , а срок службы каната увеличивается .Стальные канаты , как изделия стандартные , выбираются по разрывному усилию. Для навивки канатов применяются барабаны. Барабаны применяются для однослойных, реже, многослойной навивки канатов.

Барабаны выполняют литыми из чугуна или стали и сварными из стали.

Барабаны могут иметь гладкую поверхность или поверхность с винтовой канавкой (нарезные). В большинстве случаев в грузоподъёмных машинах применяют нарезные барабаны для однослойной набивки каната.

## **Применение стальных канатов**

Стальные канаты являются сложным и ответственным видом проволочных изделий. Они имеют большое число типов и конструкций и различаются по форме поперечного сечения как самого каната, так и его элементов, а также по физико-механическим характеристикам проволок и сердечников.



## Конструкция стальных канатов

Стальные канаты, изготавливаемые из большого числа отдельных проволок, обладают повышенной прочностью и малой изгибной жесткостью, что обуславливает их широкое применение в кранах. Конструкция канатов нормирована рядом ГОСТ; технические условия на канаты, изготавливаемые из круглых проволок, установлены по ГОСТ 3241-80, на канаты закрытые несущие – по ГОСТ 18899-73, на остальные канаты – по соответствующим ГОСТ. Согласно ГОСТ 3241-80 по конструкции различают канаты: одинарной свивки из проволок, свитых по спирали в один или несколько концентрических слоев; двойной свивки, состоящие из прядей, свитых в один или несколько концентрических слоев; тройной свивки из свитых канатов двойной свивки (стренг). Канаты двойной свивки с противоположным направлением свивки прядей по слоям имеют меньшее стремление к кручению, чем канаты с одним слоем прядей.



С точечным касанием (ТК)



С линейным касанием (ЛК)

Применяемые для кранов канаты и пряди в канатах имеют круглое и поперечное сечение.

По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки различают канаты: ТК – с точечным касанием проволок между слоями; ЛК – с линейным касанием проволок между слоями; ЛК-О – с линейным касанием проволок между слоями при одинаковом диаметре проволок по слоям пряди; ЛК-Р – с линейным касанием проволок между слоями при разных диаметрах проволок в наружном слое пряди; ЛК-З – с линейным касанием проволок между слоями и проволоками заполнения; ЛК-РО – с линейным касанием проволок между слоями и имеющие в пряди слои с проволоками разных диаметров и

слои с проволоками одинакового диаметра; ТЛК – с комбинированным точечно-линейным касанием проволок.

Канаты, работающие на блоках и барабанах с полукруглой канавкой, следует выбирать с прядями ЛК, так как их долговечность в 1,5 – 2 раза больше, чем канатов с прядями ТК.

По материалу сердечника различают канаты: о.с. – с органическим сердечником из натуральных или синтетических материалов, предохраняющим благодаря пропитке смазкой внутренние части каната от коррозии и способствующим уменьшению истирания проволок; м.с. – с металлическим сердечником.

В канатах двойной свивки обычно применяют органические сердечники. В горячих цехах используют асбестовые или металлические сердечники. Металлические сердечники применяют также при многослойной навивке на барабан.

По способу свивки различают канаты: Н- нераскручивающиеся (пряди в канатах двойной и тройной свивки, наружные пряди многопрядных канатов, проволоки в канатах одинарной свивки сохраняют свое положение после снятия перевязок и заварки с конца каната, при этом металлические сердечники можно изготавливать раскручивающимися); Р – раскручивающиеся (стренги, пряди и проволоки не сохраняют своего положения в канате после снятия перевязок и заварки с конца каната).

Нераскручивающиеся канаты благодаря предварительному изгибу проволок имеют меньшее стремление к кручению и образованию узлов и петель и обладают большей долговечностью.

По направлению свивки различают канаты правой свивки и левой (Л)



Правая свивка

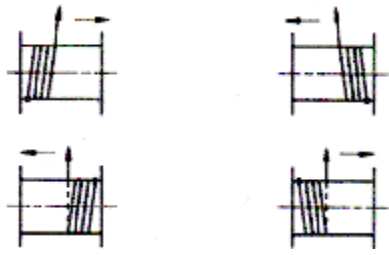


Левая свивка

Направление свивки каната определяется: для канатов одинарной свивки – направлением свивки проволок наружного тсоя; для канатов двойной свивки – направлением свивки прядей наружного слоя; для канатов тройной свивки – направлением свивки стренг в канатах.

Направление свивки имеет значение только при гладких барабанах.





При подвеске крюка или грейфера на двух и более ветвях для уменьшения кручения следует применять канаты разной свивки.

По сочетанию направлений свивки каната и его элементов в канатах двойной и тройной свивки различают канаты: крестовой свивки (направление свивки каната и направление свивки стренг и прядей противоположно); О – односторонней свивки (направление свивки каната и свивки прядей по наружным проволокам одинаково) (рис. А); К- комбинированной свивки (с чередующимися через прядь направлениями свивки прядей).



Крестовая



Односторонняя

Для подъемных кранов, а также при работе канатов на блоках с канавками с подрезом и клиновидными и на плоских ободах, рекомендуется крестовая свивка. В случае, когда конструкция механизма исключает возможность кручения каната (например, тяговые канаты, канаты механизмов изменения вылета стрел) и при этом применены полукруглые канавки и однослойная навивка, рекомендуется односторонняя свивка.

Канаты тройной свивки изготавливают только крестовой свивки.

По степени крутимости различают канаты: крутящиеся (с одинаковым направлением всех прядей в стренг); МК – мало крутящиеся (многослойные многопрядные и одинарной свивки с противоположным направлением свивки элементов по слоям).

По механическим свойствам различают канаты из проволоки марок В, I и II. Марку В следует применять только в особо ответственных случаях. В остальных случаях для канатных канатов рекомендуется применять проволоку марки I.

По виду покрытия поверхности проволок в канате различают канаты: без покрытия; ОЖ – с цинковым покрытием проволоки для особо жестких агрессивных условий работы; Ж – с цинковым покрытием проволоки для жестких агрессивных условий работы; С – с цинковым покрытием проволоки

для средних агрессивных условий работы; П – с покрытием каната или прядей искусственными материалами.

Для кранов применяются канаты грузового назначения, обозначаемые буквой Г, канаты грузопассажирского назначения обозначают буквами ГЛ.

По точности изготовления различают канаты нормальной точности и повышенной (Т).

Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву проволок принимается обычно в пределах 1372-1764 МПа (140-180 кгс/мм кв.), изредка до 1960 МПа (200 кгс/мм кв.).

### **Характеристики стальных канатов**

**По механическим свойствам проволоки:**  
марки ВК - высокого качества, марки В - повышенного качества, марки 1 - нормального качества;

**По прочностным характеристикам:**  
с маркировочными группами временного сопротивления разрыву - 1370 (140), 1470(150), 1570(160), 1670(170), 1770(180), 1860(190), 1960(200), 2060 (210), 2160(220).  
Канаты маркировочных групп 1370(140) - 1770(180) изготавливаются серийно, остальные по согласованию.

**По виду покрытия поверхности проволоки:**  
без покрытия: с цинковым покрытием - для особо жестких агрессивных условий работы (ОЖ), для жестких агрессивных условий работы (Ж), для средних агрессивных условий работы (С).

**По назначению каната:**  
грузопассажирские (ГЛ) для подъема и транспортировки людей и грузов; грузовые (Г) - для транспортировки грузов.

**По материалу сердечника:**  
с органическим сердечником (о. с.) из натуральных или синтетических материалов; с металлическим сердечником (м. с.).

**По направлению свивки элементов каната:**  
правой свивки, левой свивки (Л).

**По сочетанию направлений свивки каната и его элементов:**  
крестовой свивки - направление свивки прядей в канате противоположно направлению свивки проволок в прядях; односторонней свивки (0) - направление свивки прядей в канате и проволок в прядях одинаковое.

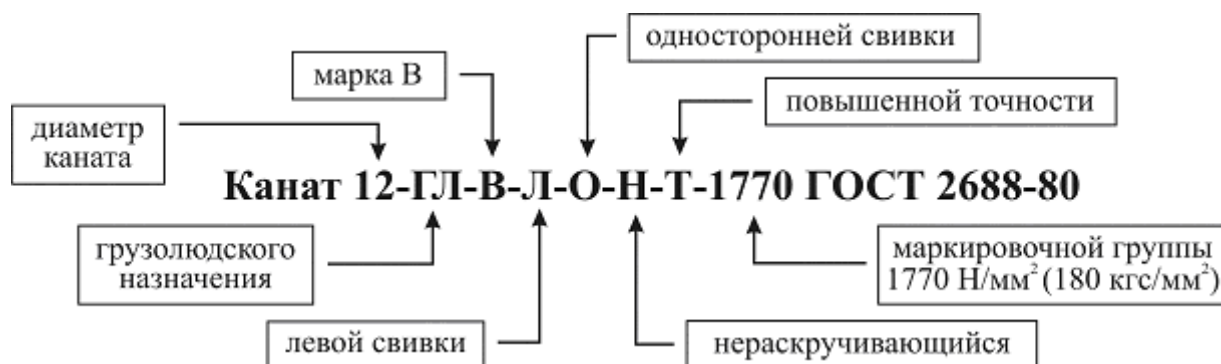
**По степени крутимости:**  
крутящиеся - с одинаковым направлением свивки всех прядей по слоям каната (шести- и восьмипрядные канаты с органическим и металлическим сердечниками);  
малокрутящиеся (МК) - с противоположным направлением свивки элементов каната по слоям в многослойных, многопрядных канатах и в канатах одинарной свивки.

**По способу изготовления:**  
нераскручивающиеся (Н) - элементы каната сохраняют свое положение после снятия вязок с концов каната и удаления заварки торца; раскручивающиеся; рихтованные (Р).





**По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки:**  
с точечным касанием проволок между слоями (ТК); с линейным касанием проволок между слоями (ЛК); с комбинированным точечно-линейным касанием проволок между слоями (ТЛК).




**По точности изготовления:**  
нормальной точности; повышенной точности (Т); с ужесточенными предельными отклонениями по диаметру каната.

### Пример условных обозначений



Название	Изображение
----------	-------------

<p>Однопрядный</p>	
<p>Трехпрядный</p>	
<p>Пятипрядный (1 — проволока, 2 — прядь, 3 — сердечник)</p>	
<p>Шестипрядный</p>	

Восьмипрядный	
Восемнадцатипрядный	
Закрытой конструкции с двумя слоями клиновидной проволоки, одним слоем Z-образной проволоки и сердечником типа ТК	

**Таблица 5.1 Виды прядей**  
**По конструкции различаются канаты**

**Одинарной свивки (спиральные)** — состоящие из одного, двух или трех слоев проволоки, свитых в концентрические спирали (рис. 5.2)

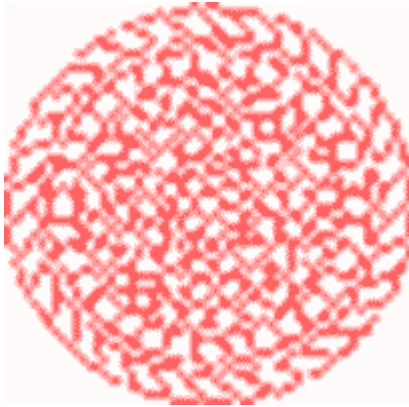


Рис. 5.2 Одинарная свивка (спиральные)

**Двойной свивки** — состоящие из шести и более прядей, свитых в один концентрический слой (рис. 5.3).

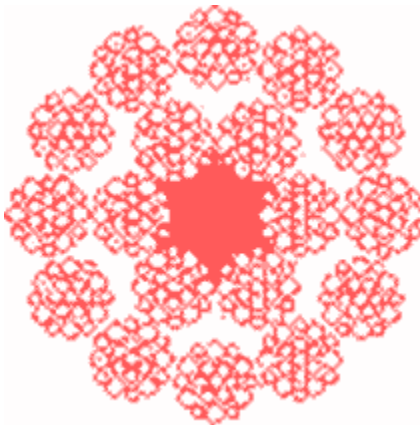


Рис.5.3 Двойная свивка

**Тройной свивки** - состоящие из стренг, свитых по спирали в один концентрический слой (рис. 5.4).



Рис. 5.4 Тройная свивка

# Приложение 1 .

Наименьшее допускаемое значение коэффициента запаса прочности –  $K_3$  по нормам Ростехнадзора

Наименование канатов

Грузовые и стреловые для приводов \_\_\_\_\_ 4.5

Ручного \_\_\_\_\_ 5.0

Машинного при режиме работы :

легком \_\_\_\_\_ 5.5

среднем \_\_\_\_\_ 6.0

тяжелом \_\_\_\_\_ 3.5

Стреловые ,выполняющие функции растяжек \_\_\_\_\_ 6.0

Грейферные ,для грейферов с отдельным приводом \_\_\_\_\_ 5.0

Грейферные для грейферов с приводом от одного двигателя , а так же грейферов одноканатных и моторных \_\_\_\_\_ 3.5

Оттяжки мачт и опор :

постоянно действующих кранов \_\_\_\_\_ 3.0

временно действующих кранов \_\_\_\_\_ 9,0

## Приложение 2.

Наименьшее допускаемое значение коэффициента  $e$  по нормам Ростехнадзора .

Тип грузоподъемной машины      Тип привода      Режим работы       $e$

Грузоподъемные машины      Ручной      -      18

всех типов, кроме стреловых

кранов, электрических талей и      Машинный      легкий      20

лебедок      средний      25

тяжелой      30

Таблица 1- Канаты. ТИП ЛК-Р6х19+10.с (ГОСТ2688-80)

Диаметр, мм					Сечения всех проволок , мм2	Расчет- ная масса 1000 м смазан- ного каната, кг	Разрывное усилие каната в Н, не менее при расчетном пределе прочности на растяжение, н/м²				
канат а	проволоки						150 · 10³	160 · 10³	170 · 10³	180 · 10³	190 · 10³
	Централь- ной	первого слоя (внутрен- него)	Второго слоя								
			Малого размера	Большог о размера							
	1 проволока	6 проволок	6 проволок	6 проволок							
8.1	0.6	0.55	0.45	0.6	26.18	24.42	33300	35500	37800	40000	42200
8.8	0.65	0.6	0.5	0.65	31.19	29.10	39600	42400	45000	47600	50300
9.5	0.7	0.65	0.55	0.7	36.69	34.23	46700	49900	52900	56100	59200
11.5	0.86	0.75	0.65	0.85	51.68	48.22	65850	70250	74650	79050	83450

Диаметр, мм					Сечения всех проволок , мм2	Расчет- ная масса 1000 м смазан- ного каната, кг	Разрывное усилие каната в Н, не менее при расчетном пределе прочности на растяжение, н/м <sup>2</sup>				
канат а	проволоки						150 · 10 <sup>3</sup>	160 · 10 <sup>3</sup>	170 · 10 <sup>3</sup>	180 · 10 <sup>3</sup>	190 · 10 <sup>3</sup>
	Централь- ной	первого слоя (внутрен- него)	Второго слоя								
			Малого размера	Большог о размера							
	1 проволока	6 проволок	6 проволок	6 проволок							
12.5	0.9	0.8	0.7	0.9	58.69	54.75	74800	79800	84700	89600	94700
13.5	0.95	0.85	0.75	0.95	64.05	59.76	81650	87050	92500	97950	103450
15.0	1.1	1.0	0.8	1.1	86.27	80.5	109500	117000	124500	131500	138500
16.5	1.2	1.1	0.9	1.2	104.56	97.5	133000	141500	150500	159500	168500
17.5	1.25	1.15	0.95	1.25	114.46	106.8	145900	155050	165350	175100	184800
19.5	1.4	1.3	1.05	1.4	143.63	134.0	182500	195000	207000	219500	231500
21.0	1.55	1.4	1.2	1.55	174.78	163.1	222800	237700	252500	267400	282250
22.0	1.6	1.45	1.25	1.6	184.50	1721	235000	230500	26600	282000	297500
24.0	1.75	1.55	1.35	1.75	220.46	205.7	281100	299800	318500	337250	356000
25.0	1.8	1.65	1.4	1.8	239.16	223.1	304500	325000	345500	365500	385500

### Методика расчета

1. Максимальное усилие на одну ветвь каната – F<sub>1</sub>, Н.

$$F = (Q + G) \cdot 10 / (Z_k \cdot Z_n),$$

где Q - грузоподъемность крана, кг ;

G – масса подвески, кг;

Z<sub>k</sub> – число несущих ветвей

Z<sub>n</sub> – КПД полиспаста.

2. Расчетное разрывное усилие – F<sub>1p</sub>, Н .

$$F_{1p} = K_3 \cdot F_1,$$

где K<sub>3</sub> – коэффициент запаса прочности.

3. Выбор каната

По расчетному разрывному усилию определяют диаметр каната типа ЛК-Р6х19+10.с – d<sub>к</sub>, мм, и разрывное усилие на нем – F<sub>раз</sub>, Н.

4. Рассчитывается действительный запас прочности каната – K<sub>зд</sub>.

$$K_{зд} = F_{раз} \cdot Z_k \cdot Z_n / ((Q + G) \cdot 10)$$

5. Сравниваются коэффициенты K<sub>зд</sub> и K<sub>з</sub>.

При условии K<sub>зд</sub> > K<sub>з</sub> , канат можно использовать .

6. Определяем диаметр барабана D<sub>б</sub>, мм.

$$D_b = d_k \cdot (e - 1),$$



где  $d_k$  – диаметр каната ,мм;

$e$  – коэффициент ,зависящий от типа грузоподъемной машина и режима ее эксплуатации.

Диаметр барабана округляем до целого значения, кратного 10 .

## 7 Порядок выполнения работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическим положением расчета элементов грузоподъёмных механизмов.

7.2 Выполнение расчетов и выбора стального каната для механизма подъема крюковой тележки мостового электрического крана . Расшифровка обозначения каната .

Выполнение расчетов диаметра канатного барабана механизма подъема .

7.3 Выполнения эскиза поперечного сечения каната .

7.4 Оформление отчета .

## 8 Оформление отчета

8.1 Номер работы.

8.2 Наименование работы .

8.3 Цель работы .

8.4 Материальное обеспечение .

8.5 Краткие теоретические сведения .

8.6 Расчет и выбор стального каната .

Расчет диаметра канатного барабана .

8.7 Эскиз поперечного сечения каната.

8.8 Вывод .

## Практическая работа №6

### 1 Тема: Расчет стропов.

### 2 Цель занятия

Обучения:

- привитие навыков расчета стропов.

Воспитания :

- сознательного отношения к приобретению теоретических знаний и практических навыков .

Развития :

- умение осмысливать полученные знания и приобретенные навыки .

### 3 Задание

Изучить особенности строповки грузов.

Выполнить эскиз строповки груза.

Выбрать стальной проволоочный гибкий канат по ГОСТ 2688-80 для подъема груза массой  $G$  кг.

Варианты заданий

№ вар	Масса груза , кг	Количество ветвей	Угол наклона ветви, град.
1	1000	4	45
2	1200	4	45
3	1400	4	45
4	1600	4	45
5	1800	4	45
6	2000	4	45
7	2200	4	45
8	2400	4	45
9	2600	4	45
10	2800	4	45

### 4 Продолжительность выполнения работы

Продолжительность выполнения практической работы – 4 часа

### 5 Материальное обеспечение

5.1 Методические указания по выполнению практической работы .

5.2 Плакаты - схемы .

5.3 Техническая и справочная литература :

5.3.1 Богорад А.А . Грузоподъемные и транспортные машины.-М.: Металлургия ,1989.

5.3.2 Додонов Б.П., Лифанов В.А. Грузоподъемные и транспортные устройства. — М.: Машиностроение, 1990.

## 6 Теоретические сведения

Для подъема и перемещения крупногабаритных грузов на производственных объектах часто используют стропы состоящие из нескольких ветвей, подвешенных на одном верхнем звене. Изготовление подобных приспособлений регламентируется ГОСТом 25573-82, РД 10-231-98 (РД-10-33-93 с изм. 1 1998), эксплуатация приспособлений должна производиться в соответствии с требованиями Технического регламента ТС 010/2011, а также Нормами и правилами в области промышленной безопасности.

Такие изделия называют многоветевыми стропами или «пауками», к ним можно отнести такие приспособления как канатные стропы 2СК, 3СК, 4СК, 6СК, 8СК, а также их аналоги из другого сырья (цепи, ленты и т.д.). Как легко догадаться, цифра в наименовании указывает на количество ветвей в составе стропа, буквенное обозначение указывает на тип гибкого элемента используемого при его изготовлении (СК — строп канатный, СЦ — строп цепной, СТ — строп текстильный).



Ключевой особенностью работы многоветевых строп является равномерное распределения нагрузки между всеми ветвями стропа. Однако это не означает, что подбирать ветки можно просто разделив общую грузоподъемность на их количество, это неправильно.

### 6.1 Подбор стропов к перемещаемым грузам

Выбор стропов начинают с определения массы груза и расположения его центра тяжести. Если на грузе таких обозначений нет, то необходимо уточнить эти параметры у лица, ответственного за производство

грузоподъемных работ. Во всех случаях необходимо убедиться в том, что груз, подлежащий перемещению, может быть поднят имеющимися в вашем распоряжении грузоподъемными средствами. Определив массу поднимаемого груза и расположение центра тяжести, затем определяют число мест застропки и их расположение с таким расчетом, чтобы груз не мог опрокинуться или самостоятельно развернуться. Из этого расчета выбирают строп или подходящее грузозахватное приспособление. Одновременно следует учитывать длину выбираемого многоветвевго стропового грузозахватного приспособления.

При выборе длины строп следует исходить из того, что при малой длине угол между ветвями строп будет больше  $90^\circ$ , а при большой длине — теряется высота подъема груза и возникает возможность его кручения. Оптимальные углы между ветвями строп находятся в пределах  $60^\circ - 90^\circ$  (рис.1).

При выборе строп следует также определить, из каких элементов должна состоять гибкая часть строп (стальной канат или цепь, или другой вид жестких строп и т. п.) и какие концевые и захватные элементы целесообразнее использовать для подъема конкретного груза.

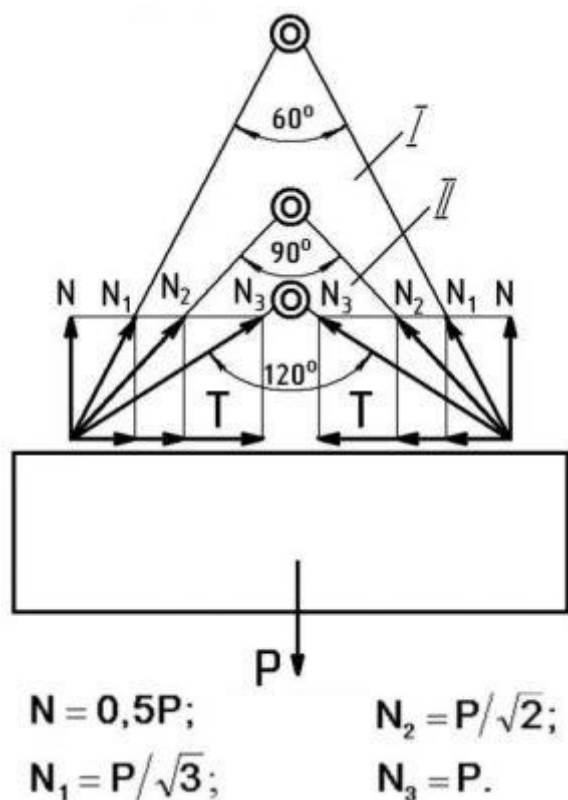


Рис.1. Схема распределения нагрузок на ветви строп: I – рекомендуемая зона захвата груза; II – не рекомендуемая зона захвата груза

## 6.2 Выбор грузового строп

Определив массу поднимаемого груза, далее необходимо правильно выбрать строп с учетом нагрузки, которая возникает в каждой его ветви. Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь, меняется в зависимости от числа мест зацепки груза, от его размеров, от угла между ветвями стропа, от длины его ветвей. Усилия, возникающие в ветвях стропа при подъеме груза, можно определять двумя способами (рис.2).

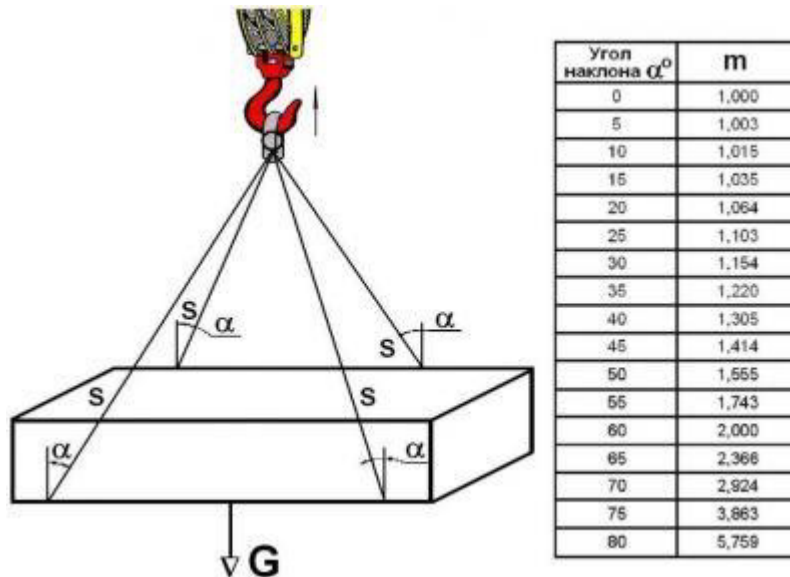


Рис.2. Схема натяжения стропа.

### 6.3 Способы расчета усилий в ветвях стропа

1. Нагрузку, приходящуюся на каждую ветвь стропа, можно определить по первому способу так

$$S = \frac{G \cdot g}{(k \cdot n \cdot \cos \alpha)}, \quad (1)$$

где:  $S$  — Натяжение ветви стропа. Н (кгс)

$G$  — Вес груза. Н (кгс)

$g$  — ускорение свободного падения ( $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>)

$n$  — Число ветвей стропа.

$\alpha$  — Угол наклона ветви стропа (в градусах).

2. Заменяя для простоты расчета  $\sim 1/\cos \alpha$  коэффициентом  $m$ , получим

$$S = \frac{m \cdot G \cdot g}{(k \cdot n)}, \quad (2) \text{ где: } m$$

— Коэффициент, зависящий от угла наклона ветви к вертикали; при  $\alpha = 0^\circ$  —  $m = 1$

при  $\alpha = 30^\circ$  —  $m = 1,15$

при  $\alpha = 45^\circ$  —  $m = 1,41$

при  $\alpha = 60^\circ$  —  $m = 2,0$ .

Канаты должны быть проверены на прочность расчётом:  $P/S \geq k$ , где:  $P$  — разрывное усилие каната в целом в Н(кгс) по сертификату.

$S$  — наибольшее натяжение ветви каната Н(кгс).

$k$  — должен соответствовать указанию таблицы — коэффициент запаса

прочности:

для	цепных	=	5
для	канатных	=	6
для текстильных = 7.			

Значения величин, применяемых в расчётной формуле (2), приведены в табл.

№1:

Таблица 1- Значения величин, применяемых в расчётной формуле (2).

k	1	1	0,75	0,75	—	—
α°	0°	15°	20°	30°	40°	45°
m	1	1,04	1,06	1,16	1,31	1,41

#### 6.4 Примеры.

Пример №1.

При подъеме груза массой 1000 кг, числом ветвей стропа  $n = 4$  и  $\alpha = 45^\circ$  имеем

$$S = 1,42 \cdot 1000 \cdot 9,8 / (4 \cdot 0,75) = 46390 \text{ Н,}$$

Грузоподъемная сила, приходящаяся на одну ветвь стропа, равна ~50 кН.

Пример №2.

При подсчете усилий в ветвях стропа вторым способом замеряем длину  $C$  ветвей (в нашем случае 3000 мм) и высоту  $A$  треугольника, образованного ветвями стропа (в нашем случае 2110 мм). Полученные значения подставляем в формулу

$$S = G \cdot C \cdot g / (A \cdot n \cdot k).$$

Нагрузка на одну ветвь стропа  $S = 10000 \cdot 3000 \cdot 9,8 / (2110 \cdot 4 \cdot 0,75) = 46450 \text{ Н, т. е. также равна } \sim 50 \text{ кН.}$

Нагрузка, приходящаяся на одну ветвь стропа, прямо пропорциональна углу между ветвями стропа и обратно пропорциональна числу ветвей. Таким образом, для подъема того или иного груза имеющимся стропом необходимо проверить, чтобы нагрузка на каждую ветвь стропа не превышала допустимой, указанной на бирке, клейме или в паспорте. В соответствии с действующими правилами Ростехнадзора грузоподъемность стропов, имеющих несколько ветвей, рассчитывают с учетом угла между ветвями  $90^\circ$ . Поэтому, работая групповыми стропами, необходимо лишь следить, чтобы угол  $\alpha$  не превышал  $45^\circ$ .

Если груз обвязывается одноветевыми стропами, например облегченными, рассчитанными на вертикальное положение ( $\alpha = 0^\circ$ ), то возникает необходимость учитывать изменения угла и, следовательно, нагрузки на ветви стропа.

Нагрузки, действующие на одну ветвь стропа при различных углах между ветвями, приведены в табл. 2.

Таблица 2- Нагрузки, действующие на ветвь стропа, кН.

	0°	0°	60°	60°	90°	90°
	2	4	2	4	2	4
530	2,5	1,25	3	1,5	3,5	1,75
630	3,15	1,57	3,78	1,89	4,45	2,22
800	4,2	2,1	4,5	2,25	5,75	2,88
1000	5	2,5	5,75	2,78	7,6	3,8
1250	0,25	3,13	7,25	3,63	9	4,5
1600	8	4	9,6	4,8	11,28	5,64
2000	10	5	11,5	5,75	14,25	7,13
2500	12,5	6,25	14,5	7,25	17,75	8,88
3200	16	8	19,2	9,6	22,56	11,28
4000	20	10	23	11,5	28,5	14,25
5000	25	12,5	28,75	14,38	35,5	17,75
6300	31,5	15,75	37,8	18,9	44,42	22,21
8000	40	20	46	23	56,75	28,33
10000	50	25	52,5	28,75	71	35,5

12500	62,5	31,25	72,5	36,25	90	45
16000	80	40	96	48	119,8	56,4
20000	100	50	115	57,5	142,5	71,25

При строповке груза групповым стропом нагрузка на его ветви, если их более трех, в большинстве случаев распределяется неравномерно, поэтому необходимо стремиться, так зацепить груз, чтобы все ветви стропа после зацепления и натяжения имели по возможности одинаковую длину, симметричность расположения и одинаковое натяжение.

Таблица 3-Основные параметры канатных ветвей

Обозначение канатной ветви	Грузоподъемность, т	Допускаемая нагрузка на ветвь, кН	Расчетное разрывное усилие ветви каната, кН	Диаметр канатов маркировочной группы 1770 (180), мм					Диаметр коуша, мм (ГОСТ Р 50090-92)
				ГОСТ 2688	ГОСТ 3071	ГОСТ 3079	ГОСТ 7668	ГОСТ 7669	
ВК-0,32	0,32	3,14	18,8	6,2	6,3	6,5	6,3	5,9	25
ВК-0,4	0,40	3,92	23,5	6,9	7,6	-	6,7	6,4	25; 30
ВК-0,5	0,50	4,90	29,4	7,6	8,5	-	-	7,2	30
ВК-0,63	0,63	6,18	37,0	8,3	9,0	8,5	8,1	8,6	30; 34
ВК-0,8	0,80	7,85	47,0	9,9	-	-	-	8,6	34
ВК-1,0	1,00	9,81	59,0	11,0	11,5	11,5	-	10,5	40
ВК-1,25	1,25	12,26	73,8	12,0	-	-	11,5	13,0	40; 45
ВК-1,6	1,60	15,70	94,2	14,0	-	13,5	13,5	13,0	45
ВК-2,0	2,00	19,62	118,0	15,0	-	15,5	-	14,5	45
ВК-2,5	2,50	24,52	147,0	16,5	-	17,0	16,5	16,0	56
ВК-3,2	3,20	31,40	188,0	19,5	-	19,5	20	17,5	56; 63
ВК-4,0	4,00	39,24	236,0	21,0	-	21,5	22,0	19,5	63
ВК-5,0	5,00	49,05	294,0	24,0	-	-	23,5	23,0	75
ВК-6,3	6,30	61,80	370,0	27,0	-	27,0	27,0	25,0; 26,5	75; 85
ВК-8,0	8,00	78,50	470,0	30,5	-	30,5	31,0	30,0	95
ВК-10,0	10,00	98,10	588	33,5	-	35,0	33,0	32,5	95; 105
ВК-12,5	12,50	122,60	735	37,0	-	39,0	38,0	35,5; 36,5	105

**П р и м е ч а н и е .** Допускается применять канаты других маркировочных групп; при этом расчетное разрывное усилие ветви каната, указанное в настоящей таблице, должно быть меньше разрывного усилия каната в целом, указанного в [ГОСТ 3071](#), [ГОСТ 3079](#), [ГОСТ 7668](#) и [ГОСТ 2688](#)



## 7 Порядок выполнения работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими сведениями о строповки грузов.

7.2 Составление схемы строповки груза.

7.3 Выполнение расчетов и выбор стального гибкого каната для подъема груза. Расшифровка обозначения каната.

7.4 Оформление отчета .

## 8 Оформление отчета

8.1 Номер работы.

8.2 Наименование работы .

8.3 Цель работы .

8.4 Материальное обеспечение .

8.5 Краткие теоретические сведения .

8.6 Эскиз строповки груза.

8.7 Расчет и выбор стального гибкого каната .

8.8 Вывод .

**Методические рекомендации для МДК 03.03 Организация наладочных работ по промышленному оборудованию**  
**Лабораторная работа №1**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов токарно-винторезного станка. Наладка станка на обработку заданной детали».**

**1. Цель работы:** 1.1. Ознакомление с общим видом токарно-винторезного станка.

1.2. Изучить назначение кнопок и рукояток управления, действие всех механизмов станка.

1.3. Научиться наладивать в станок на нарезание метрической резьбы и обработку конических поверхностей деталей различными способами.

**2. Материальное обеспечение**

2.1. Универсальный токарно-винторезный станок.

2.2. Набор резцов.

2.3. Заготовки, подлежащие обработке.

2.4. Материальный инструмент – штангенциркуль.

**3. Материал, который должен быть проработан по учебнику**

3.1. Назначение, основные узлы, механизмы и движения в станке.

3.2. Кинематика станка.

3.3. Наладка токарно-винторезных станков для производства различных работ (Л.1, с.40-49) (Л.2, с.20-35).

**4. Порядок выполнения работы**

4.1. Изучить устройство токарно-винторезного станка.

4.2. Настроить станок на нарезание однозаходной метрической резьбы с нормальным шагом.

4.3. Настроить станок на обработку конической поверхности одним из способов.

## ОТЧЕТ по лабораторной работе №1

1. Тема и цели работы.
2. Материальное обеспечение.
3. Перечислить основные узлы и механизмы станка.
4. Дать краткую техническую характеристику станка:
  - наименьший и наибольший диаметры обрабатываемой заготовки;
  - наибольшее расстояние между центрами;
  - наибольший и наименьший шаг нарезаемой метрической резьбы;
  - наименьшая и наибольшая частота вращения шпинделя.
5. Изобразить профиль нарезаемой резьбы и указать на эскизе шаг резьбы и угол профиля резьбы (в масштабе).
6. Изобразить эскиз наладки станка на нарезание резьбы (метрической) с кратким описанием последовательности работы. Записать уравнение кинематического баланса для движения подачи при нарезании метрической резьбы.
7. Составить эскиз наладки станка на обработку конуса одним из способов и дать описание обработки конусов 2...3 способами.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Локтева С.Е. Станки с программным управлением и промышленные работы. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Голофтеев С.А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки». – М.: Высшая школа, 1991.

### ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

№ варианта	Длина L, мм	Длина l, мм	Диаметр D, мм	Диаметр d, мм	Шаг нарезаемой резьбы, P, мм
1,16	200	100	50	30	2,5
2,17	250	150	55	35	3
3,18	300	120	60	40	3,5
4,19	350	130	65	45	4
5,20	300	140	70	50	4,5
6,21	250	150	75	55	5,0
7,22	200	100	80	60	5,0
8,23	400	100	85	65	4,5
9,24	350	150	85	65	4,0
10,25	300	200	80	60	3,5
11,26	250	100	75	55	3,0
12,27	200	120	70	50	2,5
13,28	300	200	65	45	2,0

14,29	350	200	60	40	3,0
15,30	200	50	55	35	2,5

## Лабораторная работа №2

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных механизмов токарного станка с ЧПУ. Наладка станка на обработку заданной детали»**

**Цель работы:** практическое ознакомление с устройством и основными механизмами токарного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.

### **1 Оборудование, оснастка**

- 1.1 Станок модели 16K20Ф3 с УЧПУ NC-201M.
- 1.2 Приспособление для закрепления заготовки (патрон трехкулачковый).
- 1.3 Режущий инструмент (резцы) согласно РТК.
- 1.4 Измерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр согласно РТК.
- 1.5 Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертеж детали, расчётно-технологическая карта, управляющая программа.
- 1.6. Заготовки для детали.
- 1.7. Инструкция по технике безопасности.

### **2 Порядок выполнения работы**

- 2.1 Сообщение темы, плана, постановка цели урока.
- 2.2 Инструктаж по технике безопасности.
- 2.3 Включить станок, проверить на холостом ходу.
- 2.4 Ознакомиться с назначением программы.
- 2.5 Ознакомление с панелью управления станком /рисунок 3.1/
- 2.6 Ознакомление с панелью пульта оператора NC-201M / рисунок 2.2/
- 2.7 Ознакомление с методикой наладки токарного станка с УЧПУ NC-201M.

### **3. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММ**

- 3.1 В состав базового ПрО УЧПУ входят программы:
  - 1) CNC.RTB (CNC.EXE);
  - 2) DEBUG.EXE.
- 3.1.1. В базовое ПрО УЧПУ до версии **3.60.P** входит программа **CNC.EXE**, которая имеет 16 разрядную систему, совместимую с операционной системой (ОС) **MS DOS**.
- 3.1.2. В базовом ПрО УЧПУ, начиная с версии **3.60.P**, программа **CNC.EXE** заменена на **CNC.RTB**, которая имеет 32 разрядную ОС реального времени **RTOS-32**. **RTOS-32** позволила расширить возможности ПрО, например, применять визуальное программирование для создания и

редактирования УП. Информация об этом приведена в документе «Руководство оператора. Часть 2. Визуальное программирование».

Кроме этого, ОС **RTOS-32** позволила, начиная с версии ПрО **3.77.Р**, применить трёхмерную графику при выводе изображений на экран дисплея.

**Примечание** – Кодирование версий ПрО приведено в документе «Руководство по характеристике».

3.2 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** предназначена для управления металлообрабатывающим оборудованием.

3.2.1 Программа реализует алгоритмы:

- 1) ввода/вывода УП и служебной информации;
- 2) расшифровки УП;
- 3) формирования перемещений;
- 4) управления приводом;
- 5) управления автоматикой;
- 6) индикации;
- 7) диагностики.

3.2.2 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** осуществляет управление оборудованием с помощью аппаратных модулей, среди которых можно выделить:

- 1) модуль **CPU**;
- 2) модуль **ECDA I/O**, управляющий фотоэлектрическими датчиками, выходами ЦАП, электронным штурвалом и дискретными каналами вх./вых.;
- 3) модуль **ESDP I/O**, управляющий фотоэлектрическими датчиками, выходами ЦИП и ЦАП, электронным штурвалом и дискретными каналами вх./вых.

3.3 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** обеспечивает два режима работы УЧПУ:

- 1) режим **«КОМАНДА»**;
- 2) режим **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»**.

3.3.1 Режим **«КОМАНДА»** используется для ввода и редактирования УП и для работы с файлами программ.

3.3.2 Режим **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»** предназначен для управления работой станка и контролем над состоянием текущего процесса. Руководство оператора NC-201, NC-201M, NC-202 7 Диалог оператора с системой в режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»** осуществляется через видеостраницы: **#1-#5, #6, #7**. Вывод алфавитно-цифровой информации осуществляется на видеостраницы **#1-#5 и #7**. Вывод графической информации - на видеостраницу **#6**.

В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»** переключателем с ПО можно задать 8 режимов работы со станком:

- 1) **«MDI»** – режим **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА»**;
- 2) **«AUTO»** – режим **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ»**;
- 3) **«STEPP»** – режим **«КАДР»**;
- 4) **«MANU»** – режим **«БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**;

5) «**MANJ**» – режим «**ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**»;

6) «**PROF**» – режим «**АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ**»;

7) «**HOME**» – режим «**ВЫХОД В НОЛЬ**»;

8) «**RESET**» – режим «**СБРОС**».

3.4 Программа **DEBUG.EXE** оказывает помощь при обнаружении причин нарушения работы УЧПУ со станком или при неисправности вышеуказанных модулей.

3.5 Фирма-изготовитель предоставляет УЧПУ, полностью готовое для первого включения. Порядок установки УЧПУ и его подготовка к работе выполняется в соответствии с документом «Руководство по эксплуатации» (раздел «Порядок установки, подготовка к работе, порядок работы УЧПУ»).

3.5.1 Выбор режима для работы **CNC32/DEBUG** производится после включения и успешного завершения самодиагностики УЧПУ, когда произойдёт загрузка операционной системы (**DOSvX.XX**), и на экране появятся опции меню:

- DEBUG**;
- **CNC32**;
- **NET**.

Далее в течение двух-трёх секунд из меню необходимо выбрать нужную опцию режима работы **DEBUG** или **CNC32**. По умолчанию УЧПУ автоматически загружается в режиме **CNC32**.

3.5.2 При выборе режима **DEBUG** загружается программа **DEBUG.EXE**. Работа в режиме **DEBUG** описана в приложении А. При выходе из режима **DEBUG** по клавише «Е» («Exit») УЧПУ переходит в режим ожидания команды: **DOS (C:\)**.

Работа в режиме **DOS** и его команды достаточно подробно описаны в других массовых изданиях, поэтому этот режим не является предметом рассмотрения в эксплуатационной документации на УЧПУ.

3.5.3 При выборе опции **CNC32** загружается программа **CNC.RTB**, которая, используя файлы характеристики фирмы изготовителя УЧПУ, выйдет в режим работы УЧПУ «**УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ**» на видеостраницу #1.

Далее данные файлы характеристики можно использовать как заготовки для создания собственных файлов или для управления конкретным оборудованием.

## **4 . ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА**

### **4.1. Панель пульта оператора**

2.1.1 Пульт оператора обеспечивает выполнение всех функций управления и контроля в системе «**ОПЕРАТОР-УЧПУ-СТАНОК**». ПО включает модуль дисплея и модуль клавиатуры, состав которых указан в документе «Руководство по эксплуатации». Конструктивно ПО встроен в моноблок УЧПУ, таким образом, что панель ПО представляет собой лицевую панель УЧПУ. В качестве элементов управления используются

кнопки, клавиши и переключатели, в качестве элементов контроля – дисплей и светодиоды.

4.1.2 Панель ПО УЧПУ NC-201 и NC-202 в основном корпусе представлена на рисунке 2.1.

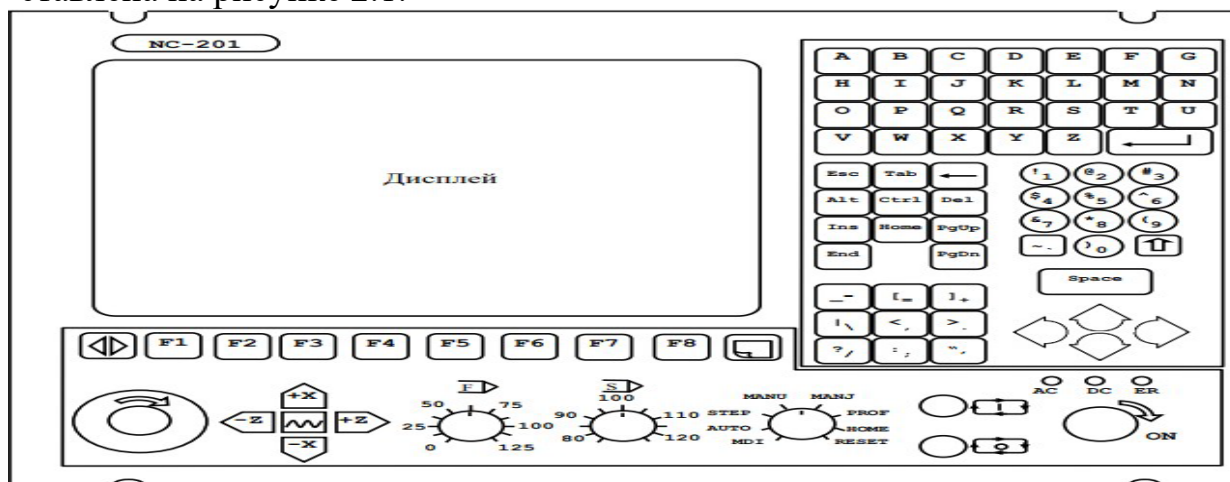





Рисунок 2.1 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201 и NC-202

Панель ПО NC-201 и NC-202 состоит из трёх секций:

- секции дисплея;
- секции алфавитно-цифровой клавиатуры;
- секции функциональной клавиатуры и станочной консоли.

В секции дисплея расположен жидкокристаллический дисплей TFT 10.4". Справа от дисплея расположена вертикальная секция алфавитно-цифрового наборного поля: 36 алфавитно-цифровых, 28 специальных клавиш. Внизу под дисплеем расположена горизонтальная секция, в которой размещены:

- функциональная клавиатура: восемь клавиш «F1»-«F8» и пять клавиш «токарного креста» - «+X», «-X», «+Z», «-Z»,  ;
- две специальные клавиши:  («ПРОКРУТКА») и  («ПЕРЕХОД»);
- станочная консоль с элементами управления и индикации:
  - ♣ светодиоды «AC», «DC», «ER»;
  - ♣ сетевой выключатель УЧПУ (замок с ключом);
  - ♣ кнопка аварийного останова;
  - ♣ кнопка «1» («ПУСК»);
  - ♣ кнопка «0» («СТОП»);
  - ♣ переключатель - корректор подачи «F»;
  - ♣ переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»;
  - ♣ переключатель режимов работы со станком «MDI»...«RESET».

4.1.3 Панель ПО УЧПУ NC-201М в корпусе А представлена на рисунке 2.2. Панель ПО имеет пластмассовую накладку, которая делит её на три секции:

- секцию дисплея;
- секцию алфавитно-цифровой клавиатуры;






- секцию функциональной клавиатуры и станочной консоли.

В секции дисплея расположен жидкокристаллический дисплей TFT 10.4”.

Справа от дисплея вертикально расположена секция алфавитно-цифровой клавиатуры: 36 алфавитно-цифровых, 28 специальных клавиш.

Внизу под дисплеем расположена горизонтальная секция функциональной клавиатуры и станочной консоли, в которой размещены:

- функциональная клавиатура: восемь клавиш «F1»-«F8» и семь клавиш «+X», «-X», «+Y», «-Y», «+Z», «-Z», ;

- две специальные клавиши:  («ПРОКРУТКА») и  («ПЕРЕХОД»);

- станочная консоль с элементами управления:

- ♣ кнопка «1» («ПУСК»);

- ♣ кнопка «0» («СТОП»);

- ♣ переключатель - корректор подачи «JOG»;

- ♣ переключатель - корректор ручных подач «F»;

- ♣ переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»;

- ♣ переключатель режимов работы со станком «MDI»...«RESET».

В нижнем правом углу панели ПО в пластмассовой накладке сделана ниша для вывода разъемов **USB1** и **USB2**. Разъем **USB1** работает в режиме УЧПУ, разъем **USB2** работает в режиме **MS DOS**. Ниша закрывается гибкой крышкой. Над нишей расположены отверстия с маркировкой «DC» и «ER» для вывода светодиодных индикаторов.

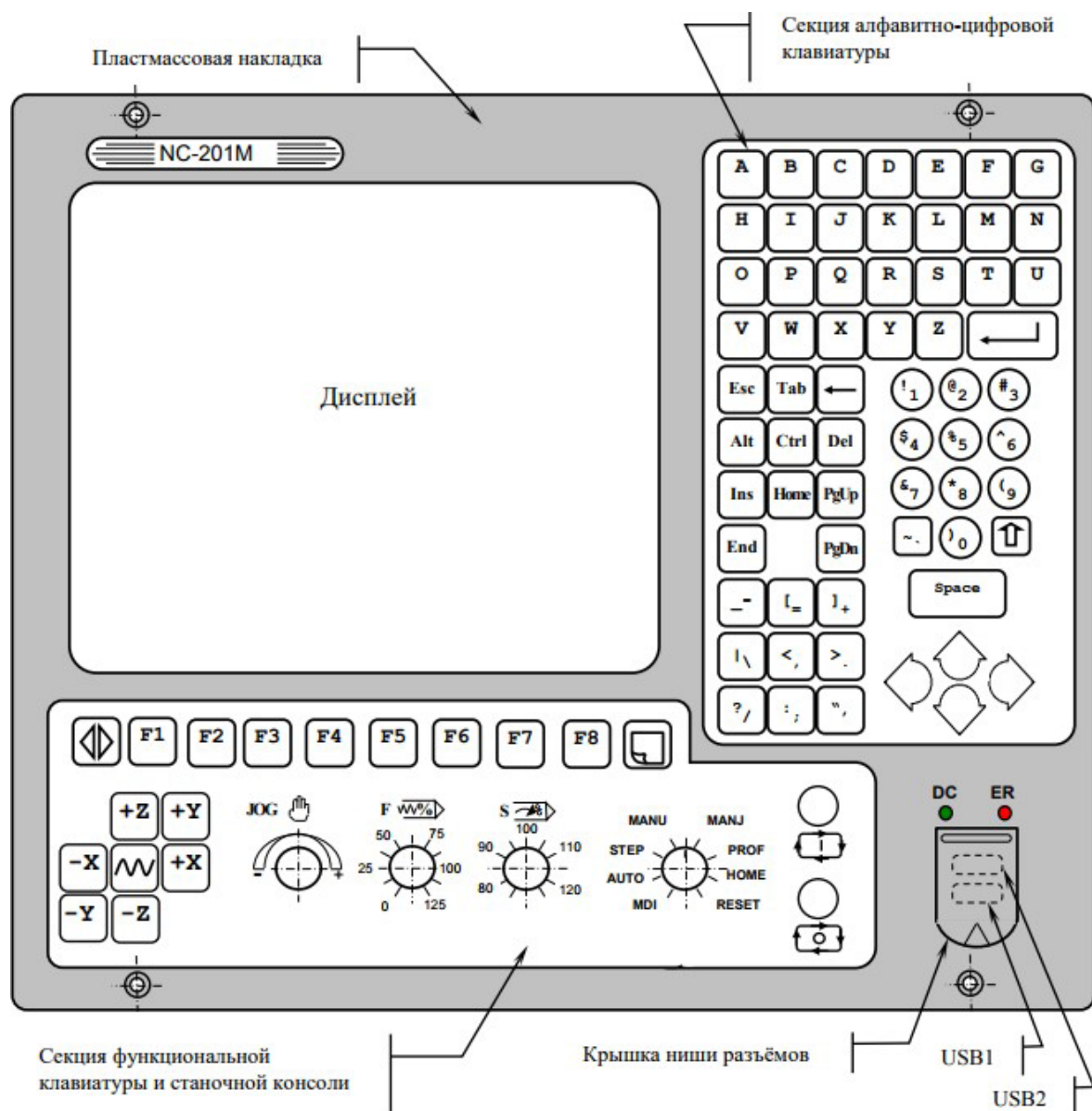


Рисунок 2.2 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201M

## 4.2. Элементы пульта оператора

### 4.2.1. Индикаторы

**АС** – индикатор подачи сетевого питания в УЧПУ NC-201 и NC-202 (зелёного цвета):

- индикатор горит – сетевое питание подано на УЧПУ;
- индикатор не горит - сетевое питание отсутствует или сетевое питание неисправно.

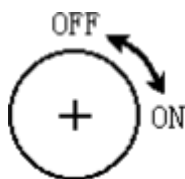
**DC** – индикатор включения питания УЧПУ (зелёного цвета):

- индикатор горит – питание УЧПУ включено;
- индикатор не горит - питание УЧПУ выключено или неисправно.

**ER** – индикатор ошибки в работе УЧПУ (красного цвета);

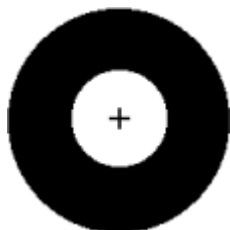
индикатор загорается, если в работе УЧПУ системой «WATCH DOG» выявлена ошибка, при этом снимается сигнал готовности УЧПУ.

#### 4.2.2. Выключатели и кнопки



**Сетевой выключатель** (замок с ключом в УЧПУ NC-201 и NC- 202)

Используется для включения/выключения (ON/OFF) питания УЧПУ поворотом ключа в замке.



**Кнопка АВАРИЙНОГО ОСТАНОВА** (кнопка-грибок красного цвета в УЧПУ NC-201 и NC- 202)

Кнопка должна отключать управляющее напряжение со станка. Для подготовки повторного включения станка после аварийного отключения необходимо повернуть кнопку до щелчка в направлении, указанном стрелками на кнопке. Действия, выполняемые по данной кнопке на станке, и их порядок обеспечивает разработчик системы.

**ВНИМАНИЕ!** УЧПУ NC-201М НЕ ИМЕЕТ КНОПКИ АВАРИЙНОГО ОСТАНОВА НА ПУЛЬТЕ ОПЕРАТОРА. АВАРИЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВХОДИТ В КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ УЧПУ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗДЕЛИЕ. РАЗРАБОТЧИКУ СИСТЕМЫ НЕОБХОДИМО САМОСТОЯТЕЛЬНО ПРЕДУСМОТРЕТЬ ЕГО УСТАНОВКУ В ЦЕПИ АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ.



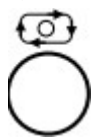
**ПУСК** (кнопка зелёного цвета с индикацией)

В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»:**

- управляет выполнением программы и движением осей в режимах **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА»**, **«БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**, **«ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**, **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ»**, **«ВЫХОД В НОЛЬ»**;

- выполняет движения в режимах **«БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**, **«ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»** и **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ»** при нажатой кнопке **«СТОП»**.

Выполняет общий сброс системы, если в УЧПУ установлен режим «СБРОС» («RESET») (выбор режимов работы выполняется со станочной панели).



**СТОП** (кнопка красного цвета с индикацией)

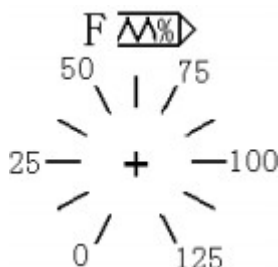
Останавливает движение с управляемым замедлением и устанавливает режим «HOLD». Для выхода из режима «HOLD» необходимо снова нажать кнопку «СТОП» и «ПУСК». Не действует при нарезании резьбы.

#### 4.2.3. Переключатели

**Переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»**

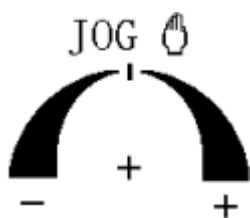


В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» позволяет изменять скорость вращения шпинделя. Шаг изменения скорости вращения шпинделя может быть установлен при характеристизации.



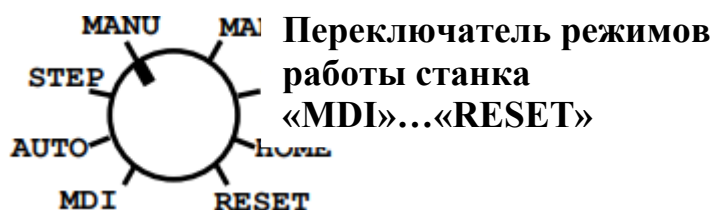
**Переключатель - корректор подачи «F»**

В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» позволяет изменять величину рабочей подачи. Шаг изменения подачи может быть установлен при характеристизации. Не действует при нарезании резьбы.



**Переключатель –  
корректор по- дач «JOG»**  
(только для УЧПУ NC- 201M)

Определяет скорость и направление ручных перемещений. Переключатель в положениях от 0% до +100% в сочетании с командой **URL=1** управляет скоростью перемещений на быстром ходу (**при G00**). Шаг изменения подачи может быть установлен при характеристизации.



В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»** переключатель позволяет с ПО УЧПУ задать режим работы станка. Активизация переключателя задаётся инструкцией **CWP** при характеристизации системы.

Переключателем можно задать следующие режимы работы станка:

- **«MDI»** – режим **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА»**:

при нажатии кнопки **«ПУСК»** выполняется отработка кадра, набранного в строке ввода/редактирования.

- **«AUTO»** – режим **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ»**:

при нажатии кнопки **«ПУСК»** выполняется отработка всей УП кадр за кадром.

- **«STEP»** – режим **«КАДР»**:

при нажатии кнопки **«ПУСК»** выполняется отработка одного кадра УП.

- **«MANU»** – режим **«БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**:

с нажатием кнопки **«ПУСК»** ось, выбранная с клавиатуры нажатием клавиши **«СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД»** или **«СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД»**, начинает двигаться со скоростью и в направлении, выбираемыми переключателем корректора подач **«JOG»**. При отпускании кнопки **«ПУСК»** ось останавливается.

- **«MANJ»** – режим **«ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»**:

с нажатием кнопки **«ПУСК»** выбранная ось смещается на величину перемещения, введенную с клавиатуры при помощи кода **JOG** (например, **JOG=50**). Скорость и направление выбираются переключателем корректора подач **«JOG»**.

- **«PROF»** – режим **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ»**:

при нажатии кнопки **«ПУСК»** выполняется возврат в отправную точку на профиле после ручного перемещения от профиля. Возврат осуществляется с выбором оси при использовании кода **RAP=0** или автоматически ось за осью в обратном порядке, выполненным при их отводе, с использованием кода **RAP=1**. Скорость и направление выбираются переключателем корректора подач **«JOG»**. Движение начинается с нажатием клавиши **«ПУСК»**.

- **«HOME»** – режим **«ВЫХОД В НОЛЬ»**:


при нажатии кнопки **«ПУСК»** осуществляется выход в исходную позицию оси (в позицию микровыключателя абсолютного нуля оси),

выбранной с клавиатуры клавишами «СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД» или «СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД»

- «RESET» – режим «СБРОС»:

при нажатии кнопки «ПУСК» обнуляется информация, находящаяся в динамическом буфере. Осуществляется выбор нулевой начальной точки для всех осей, и выбранная УП устанавливается на первый кадр. Сбрасываются текущие М, S, Т функции. Корректора инструментов и начальных точек, занесённые в соответствующие файлы, не стираются.

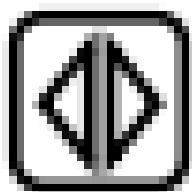
#### 4.2.4. Функциональная клавиатура

4.2.4.1 Назначение функциональных клавиш «F1»–«F8» и «клавиш токарного креста»: «+X», «-X», «+Y», «-Y», «+Z», «-Z» и  рассмотрено при описании их применения в режиме отображения информации на видеостранице #7 дисплея УЧПУ.

#### 2.2.5. Алфавитно-цифровая и специальная клавиатура

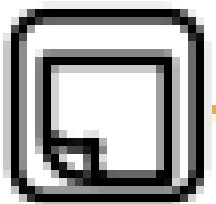
4.2.5.1 Основные алфавитно-цифровые клавиши наборного поля соответствуют по своему назначению клавишам компьютерной клавиатуры.

2.2.5.2 Кроме основных алфавитно-цифровых клавиш, в УЧПУ имеется несколько специальных клавиш, назначение которых приведено ниже.



#### ПРЕХОДЫ

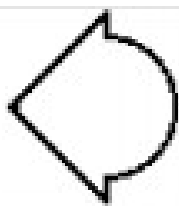
Обеспечивает переход из режима «КОМАНДА» в режим «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» и обратно. Может быть использована при работе в программах ПК как клавиша «F1».



#### ПРОКРУТКА

Выполняет переход между видеостраницами #1 и #7 и переход из видеостраницы #6 в видеостраницу #7. Обеспечивает переход на вторую страницу и обратно в меню «Среда» при компиляции программы PLC.

Обеспечивает прокрутку меню в редакторе УЧПУ. Может быть использована при работе в программах ПК как клавиша «F10».



### ВОЗВРАТ НА ШАГ

Перемещает курсор влево от текущего положения.



### СДВИГ ВПЕРЕД

Перемещает курсор вправо от текущего положения.



### СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД

1. В режиме **«КОМАНДА»**:
  - вызывает из буфера памяти любую из последних введенных восьми команд для повторного ввода клавишей **«ENTER»**;
  - при редактировании УП используется для возврата курсора к предыдущему кадру.
2. В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»**:
  - используется для поиска кадра, с которого может быть начата отработка УП в режимах работы **«КАДР» («STEP»)** или **«Автоматический» («AUTO»)**;
  - используется при выборе оси для движения в режимах **«MANU»**, **«MANJ»**, **«PROF»**, **«HOME»**;
  - в сочетании с клавишей **«ALT»** прокручивает из буфера команд для повторного выполнения:
    - любую из последних 16 введенных команд посредством клавиши **«ENTER»** во всех режимах работы, кроме режима **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»)**;
    - любой из последних 16 введенных кадров посредством клавиши **«ПУСК»** в режиме **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»)**.

### СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД



1. В режиме **«КОМАНДА»**:
  - вызывает из буфера памяти любую из последних введенных восьми команд для повторного ввода клавишей **«ENTER»**;
  - при редактировании УП используется для перемещения курсора к следующему кадру.
2. В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»**:
  - используется для поиска кадра, с которого может быть начата отработка УП в режимах работы **«КАДР» («STEP»)** или **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ» («AUTO»)**;
  - используется при выборе оси для движения в режимах **«MANU»**, **«MANJ»**, **«PROF»**, **«HOME»**;
  - в сочетании с клавишей **«ALT»** прокручивает из буфера команд для повторного выполнения:
    - любую из последних 16 введенных команд посредством клавиши **«ENTER»** во всех режимах работы, кроме режима **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»)**;
    - любой из последних 16 введенных кадров посредством клавиши **«ПУСК»** в режиме **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»)**.

## **5. Наладка станка**

Наладка станка на обработку заданной детали состоит из следующих элементов и закрепление режущего инструмента, закрепление заготовки, установка осей на ноль, определение размеров режущего инструмента (коррекция на инструмент), ввод управляющей программы.

### **5.1. Установка и закрепление заготовки.**

5.1.1. Заготовка крепится в патроне установленном на шпинделе станка.


### **5.2. Установка и закрепление режущего инструмента.**

5.2.1. Резцы необходимые для обработки заготовки согласно РТК устанавливаются в определенные позиции автоматической revolverной головки.

### **5.3. Включение станка (панель управления).**

5.3.1. Включить рукоятку водного автомата 1

5.3.2. Включить кнопку "Подача напряжения" 3

5.3.3. Нажать клавиши , F1 (панель пульт оператора).











### **5.4. Установка осей на ноль (панель пульт оператора)**

5.4.1. Установить режим работы станка **«HOME» («Выход в ноль»)**

5.4.2. Нажать последовательно клавиши осей X, Z – суппорт автоматически выйдет на ноль

### **5.5. Определение размеров инструмента на станке.**



- 5.5.1. Перейти в режим работы станка «MANU» («Безразмерные ручные перемещения») и нажатием клавиши Z, X,  отвести суппорт к правому торцу заготовки.
- 5.5.2. Перейти в режим работы станка «MDI» («Ручной ввод кадра»)
- 5.5.3. Задать частоту вращения шпинделя: S500 M3, включить кнопку «Пуск» (зеленого цвета) заготовка начнет вращаться.
- 5.5.4. Перейти в режим работы станка «MANU».
- 5.5.5. Подвести резец, подрезать торец, отвести резец по оси X.
- 5.5.6. Нажать клавиши  «прокрутка», F3 (F4) «ввод корректора».
- 5.5.7. Набрать с клавиатуры  1.  Z 0  (ENTER).
- 5.5.8. Подвести резец и проточить по оси X (по диаметру) и отвести резец по оси Z.
- 5.5.9. Перейти в режим работы станка «MDI» задать останов шпинделя набрав M5 и «Пуск» (зеленого цвета) – шпиндель остановится.
- 5.5.10. Измеряем диаметр обработанной поверхности
- 5.5.11. Нажать клавиши F3 (F4)  1.  x50,5  тем самым определив размер инструмента на станке (коррекцию на инструмент).
- 5.6. Ввод управляющей программы
- 5.6.1. Перейти из режима «управление станком» в режим «команда» нажатием клавиши .
- 5.6.2. Вести УП.
- 5.7. Обработка детали в автоматическом режиме по программе.
- 5.7.1. Перейти в режим «управление станком» нажав клавишу .
- 5.7.2. Перейти в режим работы станка «AUTO» («Автоматический»), закрыть ограждение, нажать кнопку «Пуск» (зеленого цвета) начнется обработка заготовки.
- 5.7.3. После окончания обработки, открыть ограждение, снять деталь, произвести контроль.

## **Лабораторная работа №3**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов вертикально-сверлильного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали».**

**1. Цель работы:** Практическое ознакомление с методикой наладки вертикально-сверлильного станка мод. 2Р135Ф2 с устройством ЧПУ 2П32-3 и его работой, ознакомление с символами и обозначениями на пультах станка и устройства ЧПУ.

**2. Исходные данные:**  
**оборудование, оснастка, принадлежности, документация**

- 2.1. Станок 2Р135Ф2 с устройством ЧПУ 2П32-3.
- 2.2. Приспособления для закрепления заготовки (тиски, сборка, УСП, патрон и т.д.) согласно РТК.
- 2.3. Сменные втулки для закрепления сверл.
- 2.4. Режущие инструменты (сверла, зенкера, метчики, развертки и т.д.) согласно РТК.
- 2.5. Измерительные инструменты (штангенциркуль, стойка с индикатором, калибры) согласно РТК.
- 2.6. Технологическая документация по разработке управляющей программы (чертеж детали, расчетно-технологическая карта (РТК), лента – программоноситель, распечатка управляющей программы).
- 2.7. Заготовка детали (2-3 штуки).
- 2.8. Руководство по эксплуатации станка.
- 2.9. Инструкция по технике безопасности.

**3. Общие сведения о станке**

**3.1. Назначение:**

станок вертикально-сверлильный с револьверной головкой, крестовым столом и числовым программным управлением мод. 2Р135Ф2 предназначен для выполнения операций: сверление, зенкерование, рассверливание, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы, легкого прямолинейного фрезерования в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Наличие на станке шестишпindleльной револьверной головки для автоматической смены инструмента, крестового стола с программным управлением позволяет осуществить координатную обработку фланцев, крышек, панелей и т.д. Без предварительной разметки и без применения кондукторов.

**3.2. Техническая характеристика станка 2Р135Ф2**

по ГОСТ 8-88

класс точности Н

Размеры рабочей поверхности стола:

мм

ширина

400

длина

710

Наибольшее перемещение стола по осям:

мм

по оси «Х»

630

по оси «У»

360

Наибольшее перемещение суппорта:

по оси «Z»

мм

не менее

569

Наибольший диаметр нарезаемой резьбы в стали  
45 ГОСТ 1050-74

24мм

Конец шпинделя для сверления по СТ СЭВ 147-75

Конус Морзе

4

Наибольший диаметр фрезы

100мм

Параметр фрезерования

мм

ширина

60

глубина

2

Число шпинделей револьверной головки

6

Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны

450мм

Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности  
стола не менее

600мм

Скорость быстрого перемещения суппорта

4 м/мин

Количество подач суппорта

18

Пределы подач суппорта

10...500мм/мин

Количество скоростей шпинделя

12

Пределы частоты вращения шпинделя об/мин	35,5...1600
Скорость быстрого перемещения стола и салазок	7м/мин
Точность позиционного стола и салазок на длине хода	0,5мм
Дискретность задания перемещений	0,01мм
Время смены инструмента, с	
полный оборот	8,55
на одну позицию	3,75
Наибольшая масса обрабатываемых деталей	300 кг

### 3.3. Основные узлы станка

#### Колонна и основание

Колонна представляет отливку коробчатой формы с плоскостями для крепления стальных направляющих. Основание стола – чугунная отливка, на плоскости которой закреплены стальные направляющие, по которым движутся салазки.

#### Коробка скоростей

Шестиступенчатая коробка скоростей расположена в колонне станка. Она служит для передачи шпинделю различных частот вращения.

#### Суппорт с револьверной головкой

предназначен для осуществления быстрых перемещений и рабочих подач револьверной головки.

#### Редуктор стола

предназначен для осуществления быстрых, средних и мелких перемещений стола и салазок отдельно.

#### Стол крестовый

Стол крестовый служит для установки обрабатываемых деталей. Стол имеет три Т-образных паза. Стол перемещается в двух взаимоперпендикулярных направлениях (по оси «Х» и «Y») по заданной программе.

#### Охлаждение

Работа системы охлаждения осуществляется от центробежного насоса.

Для охлаждения инструмента в зоне резания предусмотрен индивидуальный привод, позволяющий направлять струю охлаждающей жидкости в нужное место.

#### **4. Порядок выполнения работы**

4.1. Ознакомление с пультом управления, предназначенным для управления станком в наладочном режиме. Пульт расположен на станке и имеет следующие органы управления (рис.1).

##### **4.2. Наладка станка**

Наладка станка на обработку заданной детали состоит из следующих элементов: установка и закрепление заготовки, установка необходимого режущего инструмента, нахождение нулевой точки программы ( $X=0$ ,  $Y=0$ ), нахождение величин коррекции заданных программе ( $L1 \dots Ln$ ).

##### **4.2.1. Установка и крепление заготовки**

Заготовка крепится в специальном приспособлении, установленном на столе станка.

##### **4.2.2. Установка и крепление инструмента**

Сверла нужного диаметра вставляются в определенный шпиндель револьверной головки согласно расчетно-технологической карте (РТК) смотри рис.2.

##### **4.2.3. Нахождение нулевой точки программы**

Найти нулевую точку программы – это значит выставить стол станка с установленной на нем заготовкой таким образом, чтобы нулевая точка заготовки (см. рис.2) совпала с осью инструмента, находящегося в рабочем положении револьверной головки.

Для этого нужно:

1. Переключатель, расположенный на пульте управления устройства с ЧПУ 2П32-3 перевести в положение «нуль»

2. Переключатель 7 (рис.1), расположенный на пульте станка, перевести в положение «ручное управление».

3. Тумблером 22 (рис.1), расположенном на пульте управления станка, набрать нужную ось перемещения ( $x$  или  $y$ ) и при помощи тумблеров 19 и 21 переместить стол станка с установленной на нем заготовкой на столько, чтобы нулевая точка заготовки совпала с осью инструмента, находящегося в рабочем положении револьверной головки.

4. Показание величин  $x$  и  $y$ , обозначаемых на цифровом табло пульта управления с ЧПУ, набрать на блоке корректоров 21-26. Значение величины  $Z$  – всегда нули.

#### 4.2.4. Нахождение значений корректоров

Тумблер 22 (рис.1) поставить в положение «Z» и тумблером 19 поднять револьверную головку в верхнее исходное положение. Переключателем 4 установить первую позицию револьверной головки и кнопкой 2 отвернуть револьверную головку в эту позицию. Нужно отметить, что поворот револьверной головки производится только в верхнем исходном положении.

Затем при помощи тумблеров 19 и 21 (рис.1) медленно опускаем револьверную головку вниз до тех пор, пока зазор между плоскостью заготовки и инструментом будет равен 5мм.

Показания величины «R», обозначающиеся на цифровом табло пульта управления с ЧПУ набрать на блоке корректоров «1-9» под цифрой 1.

На эту величину «R», при работе по программе будет осуществляться быстрый подвод револьверной головки к заготовке в первой позиции.

Далее тумблером 19 выводим револьверную головку в верхнее исходное положение, переключателем 4 устанавливаем следующую позицию и находим значение «Rz»... «Rn».

#### 4.2.5. Проверка правильности установки «нулевой точки» и величин коррекции согласно программе.

1. Включить станок.
2. Выдвинуть блок коррекции.
3. Установить соответствующие значения «плавающих нулей» «X» «Y» «Z».

Для этого:

А) установить переключатель индикации в положение «нуль» , при этом на левом верхнем табло цифровой индикации должно высвечиваться значение плавающего нуля по оси X, а на нижнем табло по оси Y;

Б) нажать на пульте устройства переключатель Z, после этого на нижнем табло цифровой индикации будет высвечиваться значение плавающего нуля по оси Z (должны быть всегда нули).

#### 4.2.6. Установить величины коррекции согласно программе для обработки данной установленной детали

Для этого:

А) установить переключатель индикации в положение «Коррекция» и нажать переключатель «начальная установка»

Б) нажать переключатель «Ручной ввод

В) нажать переключатель «Ввод»

Г) нажать переключатель «L», затем 0,1, затем переключатель «LF»

На нижнем табло цифровой индикации должно высвечиваться число, соответствующее числу, установленному на программных переключателях коррекции 01

Д) оперируя переключатели 0,...9 и LF по выше изложенной методике можно посмотреть на табло цифровой индикации все величины коррекции, установленные на программных переключателях (02,...09)

## **Лабораторная работа №4**

**Тема: «Наладка горизонтально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях».**

### **Цель работы:**

1. Научиться приемам исполнения одной из фрезерных работ – фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях.
2. Изучить устройство механизмов отсчета делительной головки, методику их наладки, способы установки и крепления на головке лимба.
3. Освоить методы деления, которые могут быть использованы при работе с универсальной делительной головкой.
4. Освоить способы установки и крепления головки на столе станка.
5. Освоить способы установки и крепления оправки в шпинделе станка и инструмента на оправке, способ проверки их биения.

### **1. Оборудование, приспособления, инструмент, наглядные пособия**

- 1.1 Горизонтально-фрезерный станок.
- 1.2 Универсальная делительная головка, задняя бабка.
- 1.3 Дисковые фрезы.
- 1.4 Заготовки.
- 1.5 Оправки для крепления инструмента.
- 1.6 Заготовки.
- 1.7 Чертеж обрабатываемой заготовки.
- 1.8 Набор гаечных ключей.
- 1.9 Измерительный инструмент: штангенциркуль, магнитная стойка с индикатором часового типа.

### **2. Порядок выполнения работы**

- 2.1 Сообщение темы, плана, постановки цели урока.
- 2.2 Инструктаж по технике безопасности.
- 2.3 Изучить чертеж детали, подлежащей обработке.
- 2.4 Включить станок, проверить его работу на холостом ходу.
- 2.5 Произвести наладку станка.
  - 2.5.1 Отвести стол в удобное для наладки положение.
  - 2.5.2 Установить на стол и закрепить делительную головку и заднюю бабку.
  - 2.5.3 В коническое отверстие шпинделя установить центр с поводком.
  - 2.5.4 Установить оправку в центрах делительной головки и задней бабки, закрепить хвостовик хомутика в пазу поводковой планки на шпинделе делительной головки, закрепить пиноль задней бабки, проверить биение цилиндрической поверхности заготовки.



2.5.5 Установить в шпиндель станка оправку и закрепить, проверить биение оправки, установить на оправку фрезу и закрепить ее, установить на хобот станка кронштейн и закрепить его.

2.5.6 Установить обрабатываемую деталь по отношению к фрезе в такое положение, чтобы геометрическая ось вращения фрезы располагалась над серединой цилиндрической части детали, где предстоит фрезеровать канавки.

2.5.7 Установить глубину резания. Для этого необходимо подвести осторожно деталь под вращающуюся фрезу до соприкосновения. Отвести стол в сторону от фрезы и, ведя отсчет перемещения по лимбу, поднять консоль закрепить.

2.5.8 Наладить требуемую частоту вращения шпинделя и подачу.

2.5.9 Произвести фрезерование первого паза, отвести стол, рукояткой делительной головки повернуть шпиндель на требуемый угол, фрезеровать следующую канавку.

2.6.10 Снять обработанную деталь со станка, имеющимися средствами измерения проверить соответствие обработанной детали требованиям чертежа.

## **ОТЧЕТ**

### **по лабораторной работе №4**

**«Наладка горизонтально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях. Обработать деталь».**

- 1 Дать краткую техническую характеристику станка.
- 2 Перечислить применяемый режущий инструмент (наименование, материал).
- 3 Перечислить измерительный инструмент.
- 4 Перечислить вспомогательный инструмент: оправки, державки, хомутики и др.
- 5 Составить необходимые эскизы.

## Лабораторная работа №5

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали».**

**1.ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Практическое ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.

**2.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:** Оборудование, оснастка, приспособления, принадлежности, документации.

2.1. Станок типа 6Р11МФЗ-1 с УЧПУ 2Р32.

2.2. Режущие инструменты (фреза, сверло)

2.3. Приспособление для закрепления заготовки-прихваты, упоры

2.4. Измерительные инструменты: штангенциркуль, линейка

2.5. Технологическая документация по разработке управляющей программы, чертеж детали, расчетно-технологическая карта, рукопись программы.

2.6. Заготовка детали

2.7. Руководство по эксплуатации станком

2.8. Инструкция по технике безопасности

### **3.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКЕ 6Р11МФЗ-1**

3.1. Назначение и область применения

Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ и инструментальным магазином, неповоротным вертикальным шпинделем и неповоротным столом 6Р11МФЗ-1, предназначен для многопозиционной обработки изделий сложного профиля из стали, чугуна, цветных металлов. На станке могут выполняться различные виды обработки: фрезерование, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и др. за один установ детали

Данный станок оснащен системой программного управления 2Р32, имеет автоматическую смену инструмента и умеет работать одновременно по трем управляемым осям.

3.2. Техническая характеристика станка:

3.2.1 Размеры рабочей поверхности стола, мм:1000х 250

3.2.2 Наибольшее перемещение стола, мм:

в продольном направлении -630; в поперечном направлении -300;

в вертикальном направлении -350

3.2.3 Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм:  
наименьшее -50; наибольшее -400

3.2.4 Расстояние от шпинделя до вертикальных направляющих стола, мм -345

3.2.5 Пределы частот вращения, об/мин -63-2500

3.2.6 Количество частот вращения при прямом обратном вращении –Z=17

3.2.7 Пределы подач стола, мм/мин -6-4800



3.2.8 Наибольшее усилие подачи каждой оси, кН-8

- 3.2.9. Количество гнезд инструментального магазина - 8  
 3.2.10. Наибольший допустимый диаметр фрезы, 125 мм  
 3.3. Основные технические данные УЧПУ  
 3.3.1. Тип устройства ЧПУ - 2P32.  
 3.3.2. Вид интерполяции - линейно - круговая  
 3.3.3. Число управляемых осей - 3  
 3.3.4. Число одновременно работающих осей  
     при линейной интерполяции - 3  
     при круговой интерполяции - 2  
 3.3.5. Программноситель - 8 дорожечная перфолента  
 3.3.6. Считывающее устройство - фотоэлектрическое  
 3.3.7. Скорость считывания, строк/сек - 500

### РАБОТА В РЕЖИМАХ

#### 4.1. Режим ввод




а) ввод информации с перфоленты с помощью ФСУ

начать клавиши  § 1 ÷ 6 ;  ; наблюдать индицирование текста: "Ввод зона I". Вставьте перфоленту в ФСУ и включите его

Произведите запуск ФСУ, для чего нажмите . По окончании ввода наблюдайте индицирование текста:


Ввод зона I  
 ФСУ  
 исполнено

б) ввод информации с помощью клавиатуры с ПО

начать клавиши  ; 1 ÷ 6,  ;  на экране будет индицироваться Ввод Зона I с ПО



#### 4.2. Режим ввода:

нажмите клавишу  , будет индицироваться Вывод Зона


произведите выбор зоны, например, I для чего нажмите клавишу ПР, I  на ПО, будет индицироваться: Вывод Зона I

Исполнение данного режима производится по нажатию клавиши .  
 Вывод информации производится из 1, 2, 3 зон ЗУ на перфоратор

#### 4.3. Режим «Поиск кадра»


Нажмите  , будет индицироваться "Поиск кадра". Произведите поиск начала программы, ПР, % ; I ;  , будет индицироваться в нижней





В режиме  возможны подрезимы.

4.6.3. Основная программа /кадры, отмеченные/ - пропуск, не отрабатываются

4.6.4. Блокировка движения ~~W~~ - отработка программы без выдачи информации на привод. При нажатии клавиши ~~W~~ индицируется: БЛР.

4.6.6. Остановка по желанию оператора  - остановка программы на кадрах, в которые введена команда M0 1. При нажатии этой клавиши высвечивается M01.

4.7. Режим "СБРОС" 

Нажать клавишу  По исполнению на последней строке высветятся

4.8. Переход к режимам, задаваемым ПС, производится переводом переключателя режимов работы на ПС из положения программа в положение, соответствующее режимам ручного управления.

Программное обеспечение обеспечивает выполнение режимов "Наладка", "Исходное".

## 5. Порядок выполнения работы

5.1. Ознакомление с ПО (пультом оператора) и ПС (пультом станка) рис.1.2 табл. 1-2.

### 5.2. Наладка станка

Наладка станка на обработку детали состоит из следующих элементов:

- установка режущего инструмента,
- установка и закрепление заготовки,
- "привязка" осей координат детали к осям координат станка,
- "привязка" инструмента к системе отсчёта


#### 5.2.1. Установка и закрепление заготовки.

Заготовка устанавливается на стол и крепится с помощью прихватов и упоров.




#### 5.2.2. Установка и крепление режущего инструмента.


Необходимый режущий инструмент для обработки детали, устанавливается в определённые позиции инструментального магазина согласно управляющей программы следующим образом:

Переключатель из автоматического режима перевести в режим «НАЛАДКА»,

включив: тумблер  вверх, перейти в режим "исходное". Перемещение стола по трём координатам в исходное осуществить поочередным включением тумблеров  $\leftarrow X$ ;  $Y \uparrow$ ;  $Z \uparrow$ .

Выход стола в исходное положение сигнализируется зажиганием лампочки соответствующих координат. Должна произойти ориентация шпинделя с инструментом. Движение магазина вперёд осуществить, доставив суфлер в

верхнее положение . На ПС включением тумблера вниз  разжать инструмент. На стойке ЧПУ тумблер  включить вниз, опустив

инструментальный магазин, включив тумблер вниз  осуществляем поворот магазина, отыскивая нужную нам позицию. Установив инструмент в нужные позиции, подъем и отвод магазина осуществляется в обратном порядке, переводя тумблера в верхнее положение.

#### 5.2.3. Привязка осей координат детали к осям координат станка.

В шпиндель фрезерного станка закрепите индикаторный центроискатель рис.1 или оптический центроискатель рис. 2, в центральное отверстие стола установите штырь (центр).



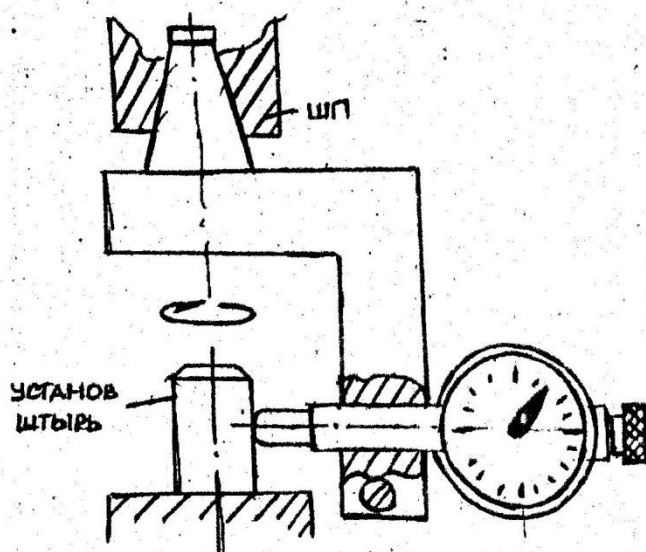


Рис.1

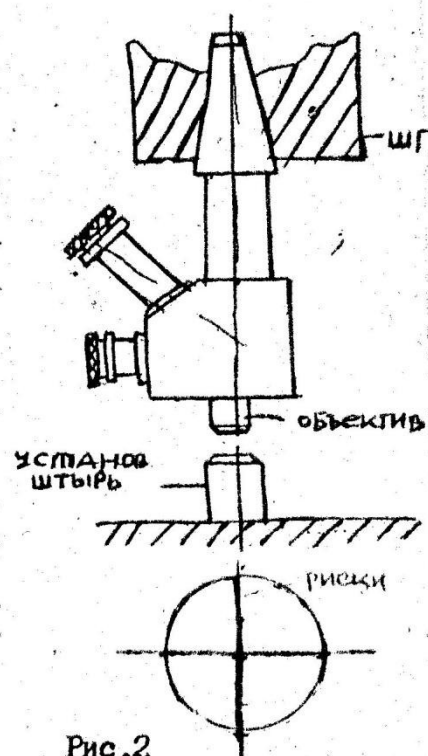


Рис.2

Произведите выход стола в исходное положение по пункту 5.2.2.,



включив тумблер вниз перейти в режим "наладка".

Центр установочного штыря устанавливается точно под осью шпинделя. Ось шпинделя точно совпадает с центром штыря тогда, когда положение стрелки индикатора при его вращении останется неизменным или когда контрольные риски окуляра совпадают с рисками на штыре. После совмещения центра штыря с осью шпинделя выведите на экран поочерёдно оси X и Y нажатием клавиш:

BP; X; ; - и данные запишите в рабочую тетрадь, например, XOC +310165,

BP; Y; - и данные Y OC -147255.

Координату по оси Z примем : Z OC - 92000

На ПС переключатель перевести в режим программа' ...На ПО нажать

клавишу ; HP; §; 6; ; , на экране будет индицироваться:

Ввод  
с ПО


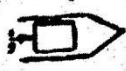
Зона 6

Ввод производите следующим образом:

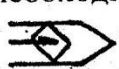


0; +; 3; I; 0; I; 6; 5;   
I; -; I; 4; 7; 2; 5; 5;   
HP; 2; -; 9; 2; 0; 0; 0; 0;



В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода.

НР; §; 6;  

Если при вводе вы допустили ошибку, например, I; -149255, то вам эту строку необходимо ввести заново:

; НР; §5; 6;  ; 

будет индицироваться

Ввод.

Зона-6

С ПО


Нажмите клавиши НР; I; . -; I; 4; 7; 2; 5; 5 и проверьте правильность в режиме "Редактирование". В память УЧПУ вводятся расстояния от нуля станка до оси шпинделя.


5.2.4 "Привязка" инструмента к системе отсчёта.

Для "Привязка" инструмента к системе отсчёта необходимо ввести вылеты режущего инструмента.


Произведите выход стола по осям в исходное положение по пункту 5.2.2.

Согласно управляющей программы подведите первый инструмент Т1 и

закрепите его в шпинделе. Выключив тумблер  вниз перейти в режим

Z -BP; Z; 

"наладка", нажатием клавиш выведите на экран ось

Включив тумблер  Z вверх подводим заготовку до резкого касания со сверлом Т1.

Значение, например: ZOC -183500 записываем в рабочую тетрадь. Такое же действие производим с инструментом - Т2 /фреза/ и значение, например: ZOC - 196890 записываем в рабочую тетрадь.




Для определения коррекции на длину режущего инструмента произведите необходимые вычисления.

По программе в обработке детали применяется фреза - на неё необходимо ввести коррекцию на радиус.

T2-D12=6000

Эти данные введём в зону 4 - зону корректоров.

На ПО переключатель перевести в режим программа .

На ПО нажать клавиши ; НР; §; 4;  ;  на экране


высветится


Ввод


Зона 4

с ПО

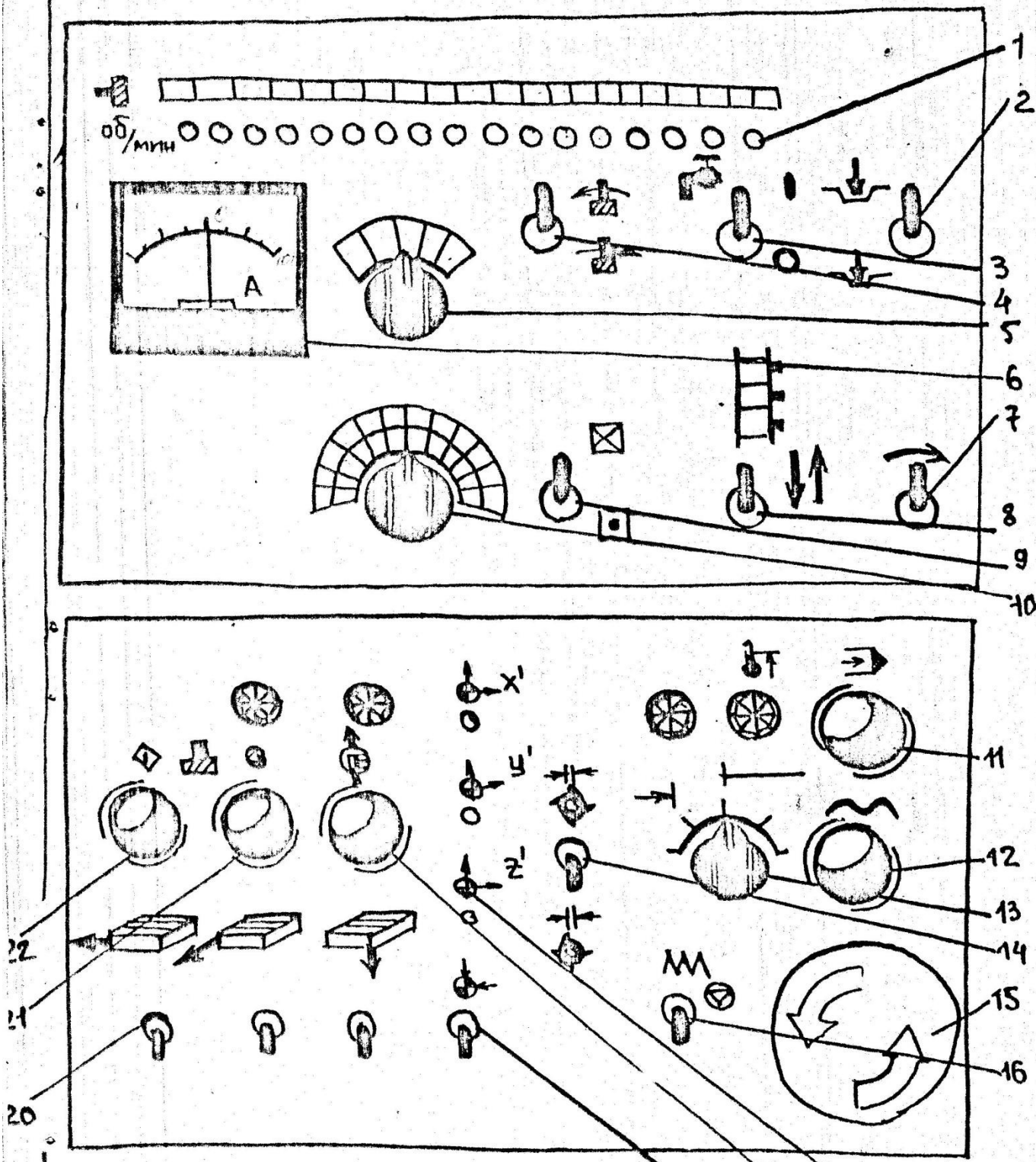
Ввод произведите следующим образом:

НР; I0; -91500 

I2; +6000 

I3; -104890 

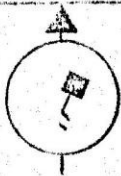


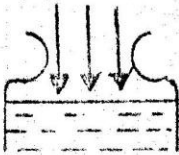

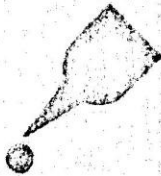


В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода. Если допустили ошибку, то нужную строку введите снова в режиме "Ввод" с ПО в 4.зону.



Пульт управления станка БР Н М Ф З  
и УЧПУ 2Р32  
Рис 3




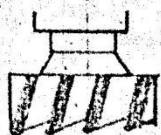

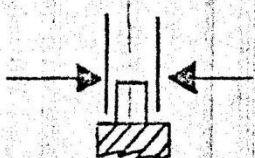
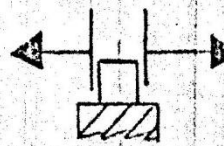
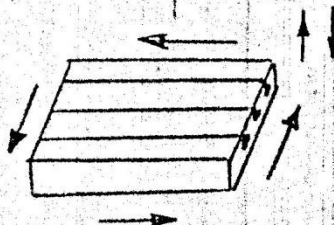

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ  
УКАЗАННЫХ НА ТАБЛИЧКАХ

ТАБЛИЦА № I

СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	НАСОС СМАЗКИ
	ГЛАЗОК КОНТРОЛЯ РАБОТЫ НАСОСА СМАЗКИ
	ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ ЖИДКОСТИ
	ЗАПОЛНЕНИЕ
	СЛИВ
	СМАЗКА
	ОТ ОПЕРАТОРА
	К ОПЕРАТОРУ



Продолжение таблицы

СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	О П А С Н О ! ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
	ВКЛЮЧЕНИЕ. ПУСК.
	ОТКЛЮЧЕНИЕ СТОП
	ФРЕЗЕРНЫЙ ШПИНДЕЛЬ
	ВКЛЮЧЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ
	ЗАЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	РАЗЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СТОЛА ВПРАВО - ВЛЕВО ВПЕРЕД - НАЗАД ВВЕРХ - ВНИЗ
	ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ






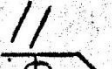
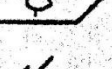
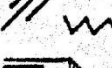



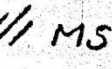


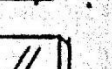


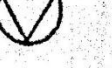
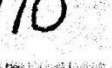

2P32




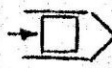


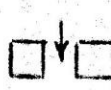





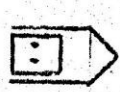
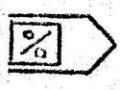
ПО	ПИ

	</				



Таблица 2.

Мнемоническое обозначение	Наименование клавиши	Месторасположение клавиши	Примечание
1	2	3	4
	Ввод	ПО, поле № 3	
	Вывод	То же	
	Поиск кадра	"	
	Редактирование	"	
	Ручной ввод	"	
	Автоматический	"	
	Сброс набора	"	
	Ввод с ЭВМ	ПО, поле № 4	
	Блокировка движения	То же	
	Кадр	"	
	Ускоренная отработка	"	
	Цикл	"	
	Ввод с ПО	"	
	Блокировка технологии	"	
	Стоп с подтверждением	"	
	Пропуск отмеченного кадра	"	
	Тест		Не используется
	Сброс привода	"	
	Пуск	ПО, поле № 7	
	Стоп	То же	
ПО	Пульт оператора	"	

1	2	3	4
	Пульт инженерный	ПО, поле № 7	
	Стирание экрана	То же	Используется в ПИ
	Останов	"	То же
	Найти	ПО, поле № 6	
	Установка маркера	То же	
	Заменить	"	
	Вставить	"	
	Исключить	"	
	Сброс (очистка)	"	
	Считывание (вывод данных из памяти)	"	
	Ввод данных в память	"	
	Выход в точку	"	Не используется
	Поиск главного кадра	"	Не используется
	Поиск начала программы	"	Не используется

## УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

табл. 3

L81

N900G1Z-R3

N901G0Z+R3M17

L94

N1000L81D1

N1001R10@D4RHE+1004@D1R10

N1002X+R1Y+R2

N1003E-1000@D2R10

N1004M17

N1005M30

%2

N1G28Z

N2G28XY

N3T1

N4G90G1X0Y0F1000

N5M3S26

N6M7

N7G1G43D20Z+2000F1000

N8G91G9X-5000Y0

N9F60L94D1R1+15000R2+0R3+

+14000R10+2R11-1

N10M9

N11M5

N12G90G28Z

N13G28XY

N14T2

N15G1X-5000Y0F1000

N16M3S26

N17M7

N18G43D21Z+2000F1000

N19G1F80Z-8000

N20G17G41D22Y+20000X-5000I-

-20000J0

N21G3X-5000Y-20000I0J-20000

N22G1X+5000

N23G3X+5000Y+20000I0J+20000

N24G1X-5000

N25G40Y0

N26M9

N27M5

N28G00Z70000

N29M2

N30M30



## Практическое занятие №1

### 1 Тема занятия Ознакомление с наладкой литейного оборудования

#### 2 Цель занятия

Обучения:

- изучение процессов наладки формовочных стержневых машин;
- умение самостоятельной работы

Воспитания:

- значимости выбранной профессии

Развития:

- логики мышления

#### 3 Задание

3.1 Изучить особенности конструкций формовочной и стержневых машин (по указанию преподавателя)

3.2 Изучить процесс наладки формовочной машины и стержневой машины. Дать описание процесса наладки

3.3 Выполнить эскиз формовочной машины и стержневой машины с указанием основных элементов управления машинами.

3.4 Оформить отчет

#### 4 Продолжительность работы

Продолжительность работы - 6 часа

#### 5 Материальное обеспечение

5.1 Методические указания по выполнению практической работы

5.2 Плакаты – схемы формовочной и стержневой машин

5.3 Стенды учебные

5.4 Модель формовочной машины

5.5 Техническая и справочная литература:

Иванов В.Н., Киян Э.Ф. Наладка формовочных и стержневых машин.- М.: Высшая школа, 1976.

#### 6 Краткие теоретические сведения

Линейное производство является заготовительной базой машиностроительных заводов. В литейных цехах большинство технологических операций связано с большой затратой труда. Современные литейные цехи высокомеханизированы. Для улучшения условий труда широко применяется комплексная механизация и автоматизация технологических процессов и транспортных операций. Для максимального использования действующего в литейных цехах оборудования необходимо правильно эксплуатировать и постоянно поддерживать его в рабочем состоянии. Важную роль для выполнения этих требований играет наладка формовочных и стержневых машин.

Наладчик формовочных и стержневых машин должен знать назначение и устройство налаживаемое оборудование, уметь находить и устранять

неисправности в механизмах, применяя при этом универсальные и специализированные устройства и приспособления.

После любого вида ремонта обязательно производится наладка формовочного и стержневого оборудования. Во время ремонта машины разбираю, заменяют и восстанавливают изношенные детали, а затем собирают в порядке, обратном разборке. Наиболее сложной и ответственной задачей является точность сборки ремонтируемых машин. Если точность сборки не будет соответствовать установленным нормам, то при наладке станков выявляются дефекты изготовленных форм и стержней. Решению этой задачи может помочь размерный анализ. Определяют все размеры, последовательно расположению по замкнутому контуру, деталей машин.

Пониженная точность взаимного перемещения и расположения деталей вызывает ускоренный и неравномерный износ, появление свободных кодов, зазоров и т.д.

С другой стороны, повышенные требования к точности машин и оснастки приводят к возрастанию их стоимости. Поэтому к формовочным и стержневым машинам предъявляют требования оптимальной точности.

В процессе наладки формовочных и стержневых машин в зависимости от их конструкции выполняются работы, в то числе:

- наладка силовых пневматических и гидравлических цилиндров;
- наладка механизмов протяжки и кантовки;
- наладка пневмоаппаратуры;
- наладка гидроаппаратуры;
- наладка средств управления;
- регулировка клапанов и д.р

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими сведениями о процессах наладки формовочных и стержневых машины

7.2 Изучение конструктивных особенностей формовочных и стержневых машин

7.3 Изучение процесса наладки формовочной и стержневой машины

7.4 Выполнение эскизов формовочной и стержневой машин с указанием основных узлов и элементов управления

7.5 Описание процесса наладки формовочной и стержневой машины

7.6 Оформление отчета

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы

8.2 Наименование работы

8.3 Цель работы

8.4 Материальное обеспечение

8.5 Эскиз формовочной и стержневой машины с описанием основных узлов и элементов управления. Основные элементы управления

8.6 Наладка формовочной машины. Наладка стержневой машины

8.7 Вывод

## **Практическое занятие №2**

### **1 Тема: Ознакомление с наладкой сварочного оборудования**

#### **2 Цель занятия**

Обучения:

- изучение процессов наладки сварочного оборудования ;
- умение самостоятельной работы

Воспитания:

- значимости выбранной профессии

Развития:

- логики мышления

#### **3 Задание**

3.1 Изучить особенности конструкций сварочного оборудования (по указанию преподавателя)

3.2 Изучить процесс наладки основных видов оборудования для электродуговой и газовой сварки

3.3 Выполнить:

- принципиальные электрические и монтажные схемы поста для ручной дуговой сварки, сварочного трансформатора;
- принципиальные схемы ациклического генератора и газосварочного поста

3.4 Оформить отчет

#### **4 Продолжительность работы**

Продолжительность работы - 6 часа

#### **5 Материальное обеспечение**

5.1 Методические указания по выполнению практической работы

5.2 Плакаты – схемы оборудования для электродуговой и газовой сварки

5.3 Оборудование УПМ

5.4 Техническая и справочная литература:

1 Фоминых В.П. , Яковлев А.П. Электросварка.-М.: Высшая школа, 1993

2 Стуканов В.А Материаловедение.-М.: ИД Форум, 2008

3 Кузьмин Б.А. и др. Технология металлов и конструкционные материалы.- М.: Машиностроение, 1981

#### **6 Краткие теоретические сведения**

Сварка представляет собой технологический процесс, при помощи которого получают неразъемные соединения деталей в узлах и конструкциях.

Для осуществления сварки необходимо сблизить металлические поверхности, подлежащие соединению настолько, чтобы между ними начали действовать силы межатомного сцепления.

Основными параметрами сварочных процессов являются температура и давление. Соответственно этому все способы сварки можно разбить на три группы:

Сварка плавлением основана на местном разогреве деталей до плавления и образования сварного соединения путем перемешивания жидких фаз.

Пластическая сварка основана на местном разогреве деталей до пластического состояния и приложении давления к свариваемым местам.

Холодная сварка основана на приложении к свариваемым участкам холодных деталей значительного усилия.

В настоящее время известно несколько десятков способов сварки. В промышленности наиболее большее распространение получила дуговая сварка. Также достаточно широко используется и газовая сварка.

При электрической дуговой сварке местный разрыв деталей осуществляется сварочной дугой. Для питания сварочной дуги может быть применен постоянный и переменный ток.

При сварке переменным током применяются трансформаторы, которые сжимают силовое напряжение до уровня, предусмотренного условиями безопасной работы.

При сварке постоянным током применяются однопостовые сварочные преобразователи.

С целью механизации и автоматизации электродуговой сварки применяют специальные виды оборудования. В комплект такого оборудования входят механизмы регулирования и установочных перемещений, измерительные и регулируемые приборы, флюсовая и газовая аппаратура и пр.

При газовой сварке местный разогрев деталей осуществляют газовым пламенем. Направленное на свариваемый металл высокотемпературное газовое пламя приводит к разогреву металла и полученного жидкой сварочной ванны, в зону которой вводится, как правило, посадочный металл. Из горючих газов наиболее широко применяется ацетилен. Для получения ацетилена применяют специальное оборудование – ацетиленовые генераторы – гели ацетилена поставляется в баллонах.

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими сведениями о процессах сварки и основных видах применяемого оборудования

7.2 Изучение процесса регулировки и наладки оборудования для электродуговой и газовой сварки

7.3 Изучение процесса принципиальных схем: электрических и монтажных поста для ручной дуговой сварки; сварочного трансформатора; ацетиленового генератора; газосварочного поста.

7.4 Выполнение эскизов кузнечно-прессового оборудования с указанием основных узлов и элементов управления

7.5 Описание наладки основных видов оборудования для электродуговой и газовой сварки

7.6 Оформление отчета

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы

8.2 Наименование работы

8.3 Цель работы

8.4 Материальное обеспечение

8.5 Основные теоретическими сведениями о процессах контроля и наладки сварочного оборудования

8.6 Эскизы принципиальных схем

8.7 Вывод

## Практическое занятие №3

### 1 Тема: Ознакомление с наладкой подъемно-транспортных машин

#### 2 Цель занятия

Обучения:

- изучение процессов наладки подъемно-транспортного оборудования ;
- умение самостоятельной работы

Воспитания:

- значимости выбранной профессии

Развития:

- логики мышления

#### 3 Задание

3.1 Изучить особенности конструкций подъемно-транспортного оборудования

3.2 Выполнить схему подъемно-транспортного оборудования ( по указанию преподавателя)

3.3 Дать описание процесса регулировки и наладки подъемно-транспортного оборудования

3.4 Составить отчет

#### 4 Продолжительность работы

Продолжительность работы - 4 часа

#### 5 Материальное обеспечение

5.1 Методические указания по выполнению практической работы

5.2 Схемы-плакаты подъемно-транспортного оборудования

5.3 Схемы-плакаты специальных механизмов подъемно-транспорт

5.3 Техническая и справочная литература:

1 Богорад А.А Грузоподъемные и транспортные машины.-М.: Металлургия, 1989

2 Ивашков И.И Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин.-М.: Машиностроение, 1981.

3 Шейнгольд М.Н. , Нечаев Л.Н., Технология ремонта и монтажа промышленного оборудования. -Л.: Машиностроение, 1973.

#### 6 Краткие теоретические сведения

Эффективное использование ПТМ зависит от качества изготовления, эксплуатации и ремонта.

Качество работы подъемно-транспортных машин во многом зависит от их наладки.

Механизмы современных ПТМ поставляют на монтаж комплектными и сборочными единицами. На монтажных площадках обычно выполняют лишь работы по соединению комплектных механизмов с помощью муфт, гибких передаточных элементов, трансмиссионных валов и пр.

Важное значение в этих условиях имеет обеспечение правильного расположения соединяемых механизмов и деталей, так как она во многом определяет последующую надежную и долговечную работу машин. В ряде случаев требуется также обеспечить правильное расположение кинематических не связанных механизмов ( их параллельность, перпендикулярность и т.д.). При большой частоте вращения имеет значение уравновешенность элементов машин.

Большое значение имеет монтаж и наладка специальных механизмов : тормозов, ходовых колес и крановых путей, контактных барабанов, канато ведущих шкивов и блоков, барабанов, роlikоопор и лент транспортеров, тяговых цепей и звездочек, системы смазки и др.

## 7 Выполнение работы

7.1 Ознакомление с основными теоретическими положениями о наладке подъемно-транспортного оборудования

7.2 Составление схем подъемно-транспортных машин и специального оборудования

7.3 Описание процесса регулировки и наладки подъемно-транспортных машин и специального оборудования

7.4 Оформление отчета

## 8 Содержание отчета

8.1 Номер работы

8.2 Наименование работы

8.3 Цель работы

8.4 Материальное обеспечение

8.5 Схемы подъемно-транспортных машин и специального оборудования

8.6 Процесс регулировки и наладки подъемно-транспортных машин и специального оборудования

8.7 Вывод

## **Практическое занятие № 4**

**Тема: «Ознакомление с наладкой зубодолбежного станка».**

### **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

- 1.1. Ознакомиться с устройством станка.
- 1.2. Ознакомиться с приемами работы на станке.
- 1.3. Ознакомиться с приемами наладки станка: требуемой частоты движения долбяка; круговой подачи; гитары обката и деления; врезание долбяка в заготовку.

### **2. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ:**

- 2.1. Зубодолбежный станок.
- 2.2. Комплект сменных зубчатых колес.
- 2.3. Долбяк.
- 2.4. Оправка для заготовки.
- 2.5. Заготовка детали.
- 2.6. Набор слесарного инструмента.
- 2.7. Мерительный инструмент: индикатор; штангенциркуль 0-150; штангензубомер; зубомерный микрометр или индикаторная скоба.

### **3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ:**

- 3.1. Ознакомиться с устройством станка.
- 3.2. Ознакомиться с чертежом детали подлежащей обработки.
- 3.3. По данным выполняемых расчетов на практическом занятии:
  - настроить коробку скоростей;
  - настроить коробку круговых подач;
  - настроить цепь деления и обкатки;
  - установить расчетную длину хода долбяка;
  - установить глубину врезания долбяка и радиальную подачу;
  - установить долбяк;
  - установить заготовку.
- 3.4. Нарезать зубчатое колесо.
- 3.5. Произвести необходимые измерения.
- 3.6. Составить отчет о проделанной работе.



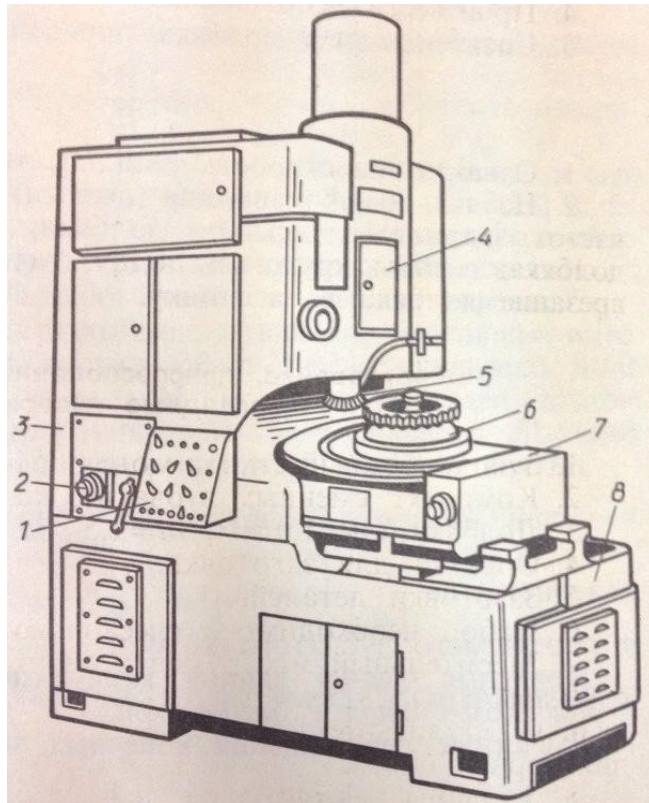
1. Ознакомиться с устройством станка.

Техническая характеристика станка модели 5140:

Наибольший диаметр обрабатываемого колеса, мм	500
Наибольший разрезаемый модуль, мм	8
Пределы расстояния между шпинделем стола и штосселем, мм	75...225

2. Основные части станка

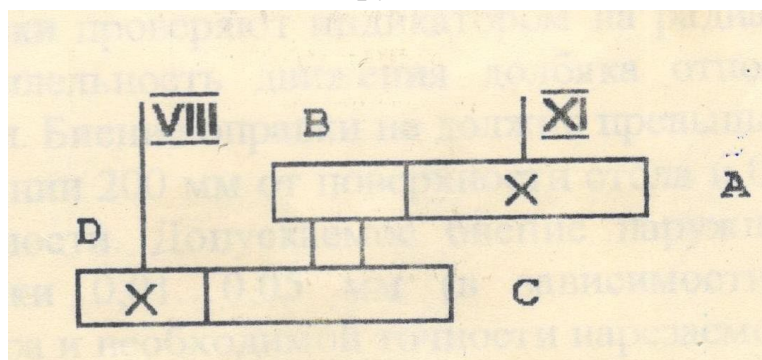
1. Панель управления.
2. Дроссель для регулировки скорости врезания.
3. Стойка.
4. Суппорт.
5. Долбяк.
6. Заготовка.
7. Стол.
8. Станина.



**Рисунок 1.** Зубодолбежный полуавтомат модели 5140

- 3.2.1. Настройка станка на требуемую для работы частоту двойных ходов в минуту производится с помощью коробки скоростей. Блоки коробки скоростей устанавливаются в нужные положения при помощи рукояток.
- 3.2.2. Настройка станка на требуемую круговую подачу производится с помощью коробки круговых подач. Блоки коробки подач устанавливаются в нужные положения при помощи рукояток. Вращение долбяка настраивается из условия, что за один двойной ход долбяк должен повернуться на определенную часть длины дуги

3.2.3. Настройка вращения заготовки осуществляется установкой смежных зубчатых колес а, б, с, d в гитару деления и обкатки по схеме:



3.2.5. Настройка станка на требуемую радиальную подачу производится с помощью дросселя 2.

При однократном цикле счетчик срабатывает после полного оборота детали и дает команду на отключение станка. Для работы при 2-х или 3-х проходных циклах необходимо установить 2 или соответственно 3 упора глубины резания на специальном барабане управления: циклов будет столько, сколько установлено упоров.

Долбяк плотно насаживается на шпиндель станка режущими кромками вниз и затягивается гайкой. Правильность установки долбяка проверяют индикатором биения. Биение долбяка не должно превышать 0,01 – 0,02мм. Установку долбяка можно осуществлять по одному из вариантов, указанному на рисунке.

3.2.7. Установку и крепление заготовки осуществить по одному из вариантов, указанному на рисунке. Правильность установки проверяют индикатором на радиальное биение и параллельность движения долбяка

относительно оси оправки. Биение оправки не должно превышать 0,01 мм на расстоянии 200 мм от поверхности стола и 0,008 мм у его поверхности. Допускаемое биение наружного диаметра заготовки 0,01...0,05 мм (в зависимости от модуля, диаметра и необходимой точности нарезаемого колеса).

3.2.8. Взаимную установку долбяка и заготовки осуществить по схеме указанной на рисунке.

3.3. Включить станок и обработать деталь.

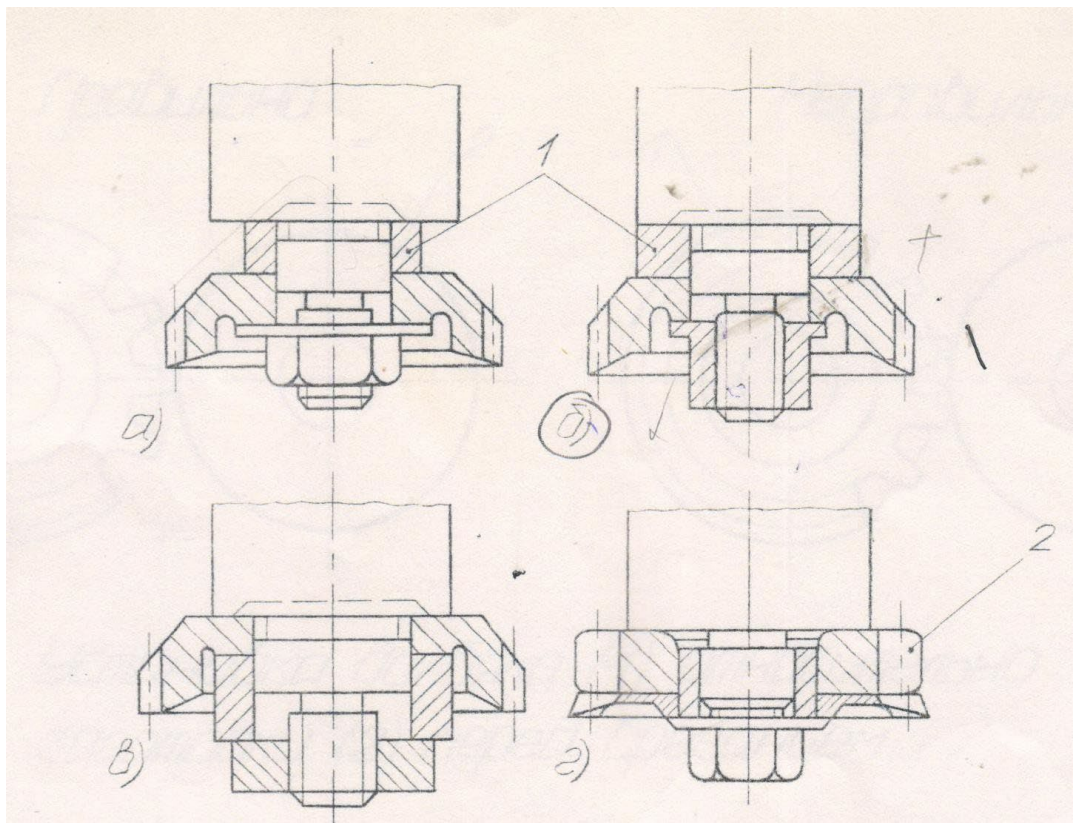
3.4. Произвести контроль (если необходимо) нарезанного зубчатого колеса.

3.5. Составить отчет о проделанной работе.

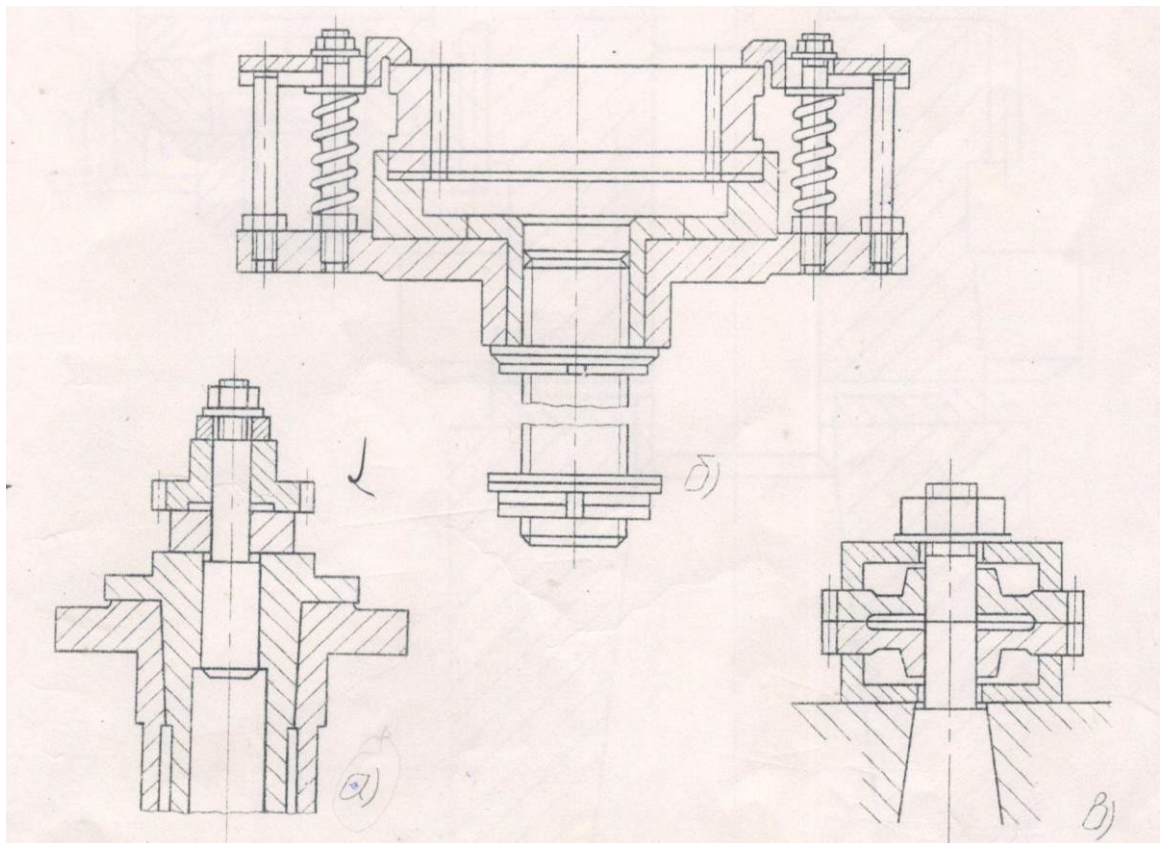
Отчет по проделанной работе должен содержать:

- Описание станка,
- Описание некоторых механизмов,
- Эскизы.

В отчете должно быть кратко указано все относящиеся к непосредственной наладке.

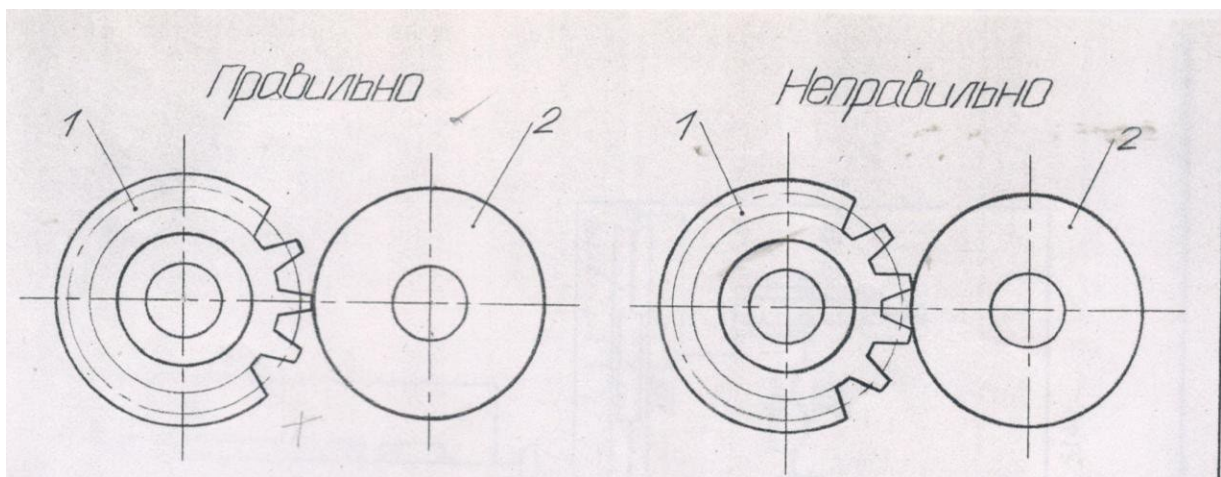


**Рисунок 3.** Схемы установки и крепления долбяка: а – неправильно (малая площадь опорного колца 1); б и в – правильно; г – с зубчатой опорной шайбой 2.

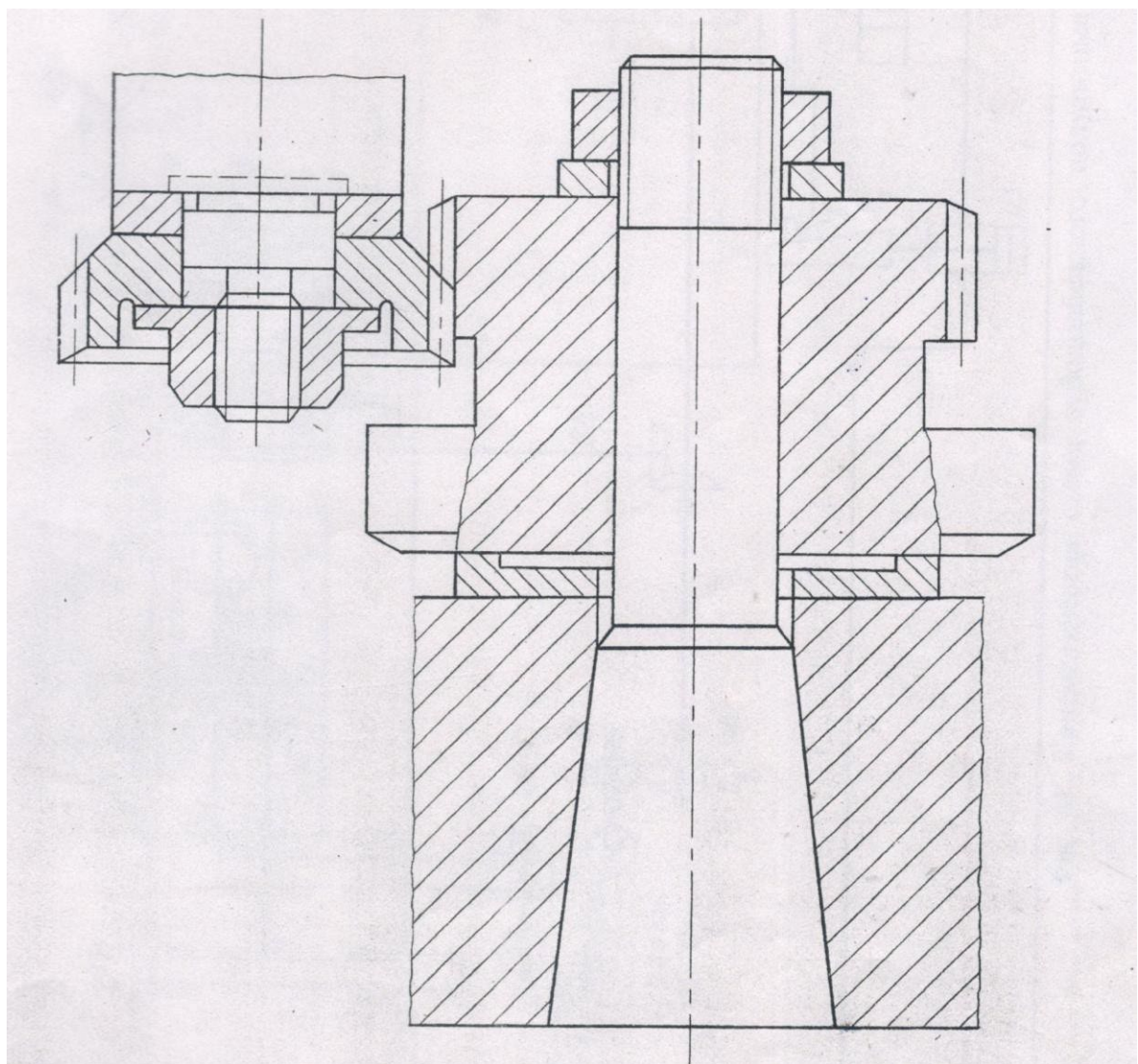


**Рис. 4** Схемы установки и крепления заготовки при зубодолблении: а – зубчатого колеса; б – венца; в – пакета колес.





**Рис. 5** Установка долбяка 91) относительно заготовки (2) перед врезанием



**Рис. 6** Схема установки долбяка и заготовки

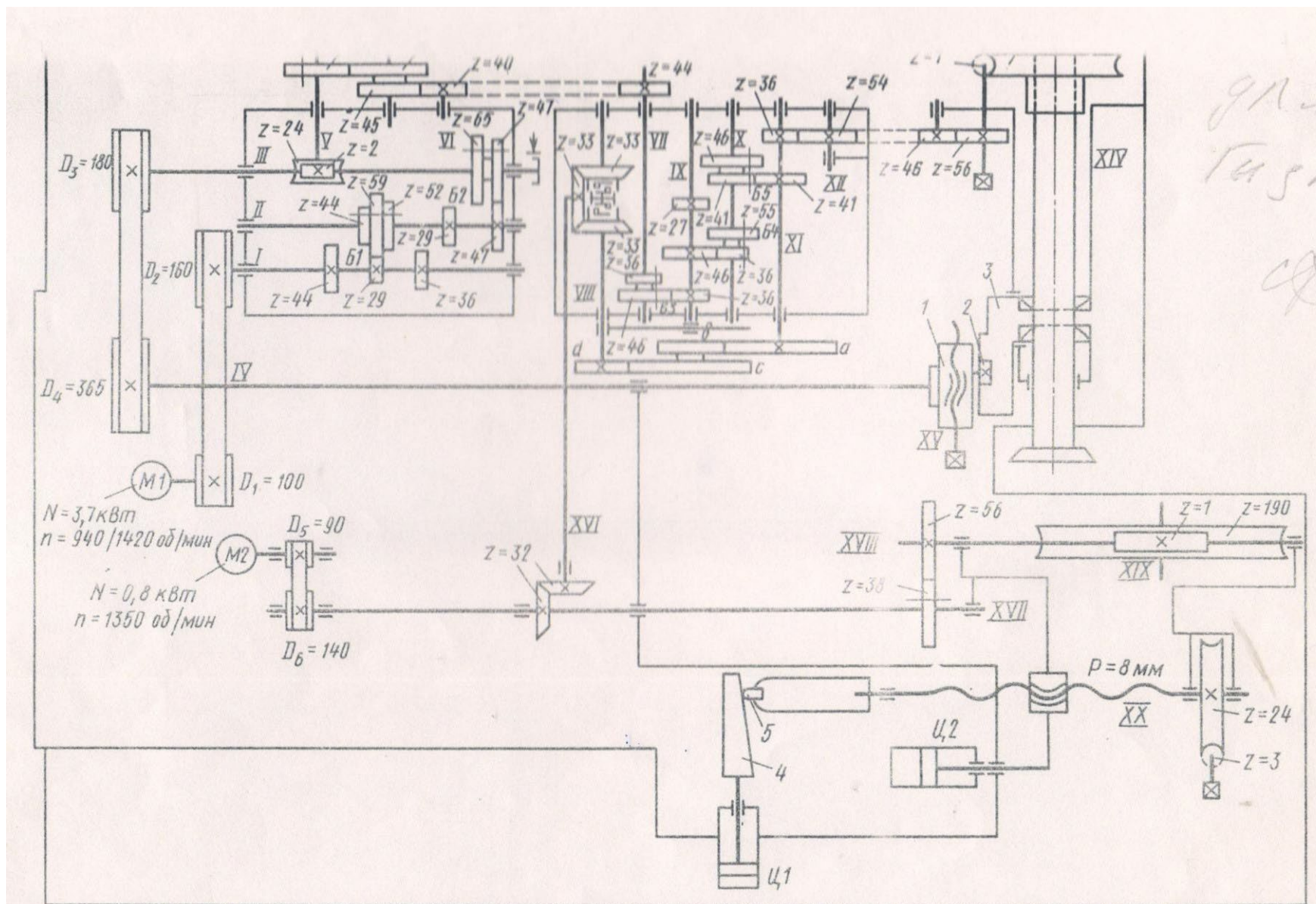


Рис. 7 Кинетическая схема зубодолбежного полуавтомата модели 5140

## **Практическое занятие №5**

### **Тема: «Ознакомление с наладкой зубофрезерного станка»**

#### **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

- 1.1. Ознакомиться с устройством и циклом работы станка.
- 1.2. Ознакомиться с приемами работы станка.
- 1.3. Ознакомиться с приемами наладки станка: требуемой частоты вращения червячной модульной фрезы; вертикальной подачи фрезерного суппорта по направляющим стойки; вращение стола с заготовкой (наладка цепи деления и обкатки); дополнительного вращение стола с заготовкой для образования винтового зуба (наладка цепи дифференциала); фрезы на требуемый угол по отношению к заготовке (разворот фрезерной головки); глубины фрезерования.

#### **2. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

- 2.1. Зубофрезерный станок.
- 2.2. Комплект сменных зубчатых колес.
- 2.3. Червячная модульная фреза.
- 2.4. Оправка для установки заготовки на станке.
- 2.5. Заготовка деталей.
- 2.6. Набор слесарного инструмента.
- 2.7. Материальный инструмент: индикатор часового типа со штативом; штангенциркуль 0-125 мм; штангензубомер, зубомерный микрометр.

#### **3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

- 3.1. Ознакомиться с устройством и циклом работы станка.
- 3.2. Ознакомиться с чертежом детали подлежащей обработке.
- 3.3. По данным выполненных расчетов на практическом занятии ознакомиться и выполнить следующие приемы наладки:
  - 3.3.1. Установка рукояткой частоты вращения фрезы;
  - 3.3.2. Установка величины вертикальной подачи рукоятками переключения подач;
  - 3.3.3. Наладка гитары обката и деления;
  - 3.3.4. Наладка гитары дифференциала;
  - 3.3.5. Установка инструмента;



- 3.3.6. Поворот суппорта на угол спирали изделия;
- 3.3.7. Установка изделия;
- 3.3.8. Установка направления подачи;
- 3.3.9. Установка направления вращения фрезы и изделия;
- 3.3.10. Установка межцентрового расстояния;
- 3.3.11. Наладка по лимбу радиального врезания;
- 3.3.12. Установка упоров окончания фрезерования;
- 3.3.13. Нарезать зубчатое колесо.
- 3.4. Произвести необходимые измерения.
- 3.5. Составить отчет о проделанной работе.

### 3.1. Ознакомление с устройством и циклом работы станка мод. 53А30.

Технические характеристики станка:

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	320
Наибольшая длина нарезаемых колес, мм:	
прямозубых	220
с углом наклона $\alpha = 30^\circ$	150
Наибольший модуль нарезаемых колес, мм	6
Конус отверстия фрезерного шпинделя Морзе	5
Пределы частот вращения шпинделя фрезы, об/мин	50...400
Пределы подач, мм/об:	
вертикальной	0,63...7,0
радиальной	0,3...2,0
Скорость быстрого перемещения салазок суппорта, мм/мин	300

Основные части станка:

СТ – станина, ПС – передняя стойка, КП – коробка передач, ПУ – пульт управления, КС – коробка скоростей, МТП – механизм тангенциальной подачи, ЗК – защитный кожух, СП – суппорт, ЗС – задняя стойка, МПС – механизм подвода стола, СЛ – стол, ЦЗИ – цилиндр зажима изделия, СС – салазки суппорта, СПС – смазка передней стойки, ДФ – дифференциал, ГК – гидрокоммуникация, ЗД – электродвигатель, ЭШ – электросиловой шкаф, МРВ – механизм радиального врезания, МТС – магнитный транспортер стружки, РД – редуктор, БЖ – бак для охлаждающей жидкости.

Органы управления:

1,2 – рукоятки переключения передач; 3 – панель управления станком; 4 – сменные шкивы; 5 – рукоятка переключения скоростей; 6 – квадрат переключения вертикальной и тангенциальной подач; 7 – квадрат вертикального перемещения салазок суппорта; 8 – винты закрепления



суппорта; 9 – лимб и нониус установки угла поворота суппорта; 10 – винты закрепления контрподдержки; 11 – рукоятка предварительного натяга в паре винт-гайка наладки межцентрового расстояния; 12 – гитара дифференциала; 13 – квадрат наладки межцентрового расстояния; 14 – квадрат поворота суппорта; 15 – указатель уровня охлаждения жидкости; 16 – промежуточный палец гитары дифференциала; 17 – гитара обката и деления; 18 – указатель уровня масла гидропривода; 19 – квадрат затяжки оправки фрезы; 20 – квадрат осевого перемещения фрезы; 21 – винт фиксации подмоторной плиты; 22 – квадрат винта натяжения ремней; 23 – винт установки разового перемещения фрезы; 24 – дроссель, регулирующий скорость радиального врезания; 25 – рукоятка наладки величины радиального врезания.

Полуавтоматический цикл работы станка

Полуавтомат в полуавтоматическом цикле с попутной или встречной вертикальными подачами, без радиального врезания или с радиальным врезанием при наличии механизма радиального врезания.

Выбор цикла работы п/а осуществляется пакетным переключением расположенным на пульте управления, и квадратом 6 (рис. , а), расположенным на передней стенке.

П/а имеет семь полуавтоматических циклов:

1. Работа без радиального врезания и попутной подачей.
2. Работа без радиального врезания и встречной подачей.
3. Работа с радиальным врезанием и попутной подачей.
4. Работа с радиальным врезанием и встречной подачей.
5. Обработка червячных колес методом радиальной подачи при наличии механизма радиальной подачи.
6. Обработка червячных колес методом тангенциальной подачи слева направо.
7. Обработка червячных колес методом тангенциальной подачи справа налево.

Перед пуском п/автомата на полуавтоматическом режиме должна быть включена гидросистема п/автомата, осуществлен повод верхнего центра и зажима изделия.

#### 3.3.1. Установка частоты вращения.

Установка частоты вращения фрезы производится рукояткой 5 на панели станка. Если коробка скоростей не обеспечивает необходимой частоты вращения, нужно сменить шкивы, имеющиеся в наборе станка.

#### 3.3.2. Установка вертикальной подачи.

Установка величины выбранной подачи производится рукоятками 1 и 2 по таблице на передней стенке стойки.

### 3.3.3. Наладка гитары деления и обката.

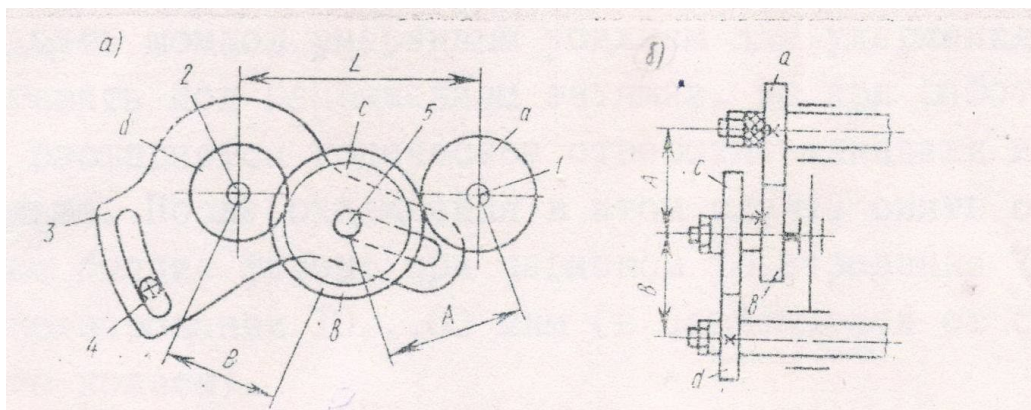
Гитара обката и деления 17 расположена под крышкой на левой боковой поверхности передней стойки.

В гитаре обката и деления левый вал является ведущим, правый – ведомым. Поворотный приклон закрепляется тремя винтами. С целью упрощения наладки гитары обката и деления и реверса вращения стола в гитаре предусмотрена сменная пара зубчатых колес **e**, **f**. В обычной наладке эти зубчатые колеса имеют по 48 зубьев и устанавливаются на палец **d** и ведомый вал **e**.

В случае изменения направления вращения стола зубчатые колеса устанавливаются на пальцы **d** и **f**.

Для расширения диапазона наладки эти зубчатые колеса могут быть заменены другими, удобными для наладки.

Зубчатые колеса **a**, **b**, **c**, **d** установить согласно схемы и таблицы 1.



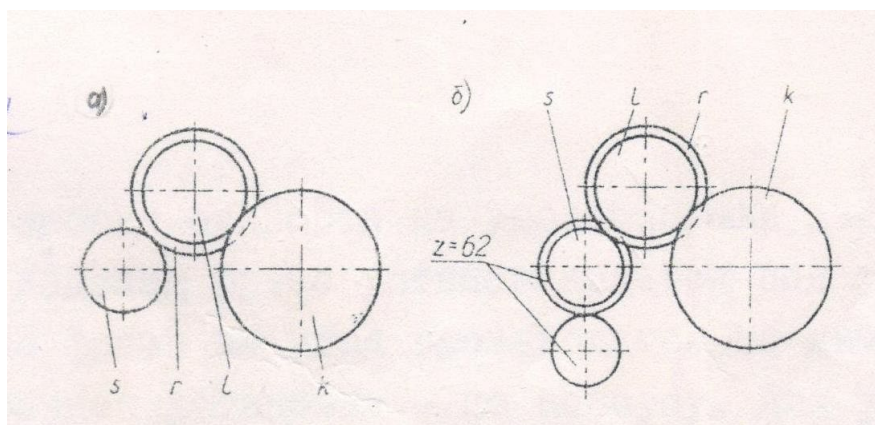
**Рисунок 1.**

### 3.3.4. Наладка гитары дифференциала.

Гитара дифференциала расположена в нише передней стойки с левой стороны под крышей над гитарой обката и деления. Правый вал гитары является ведущим валом гитары дифференциала.

Поворотный приклон несет на себе промежуточный палец и зажимается винтами. При необходимости между зубчатыми колесами промежуточного пальца и ведомым валом гитары дифференциала на дополнительном пальце устанавливается паразитное зубчатое колесо. Палец зажимается винтом через быстросменную шайбу.

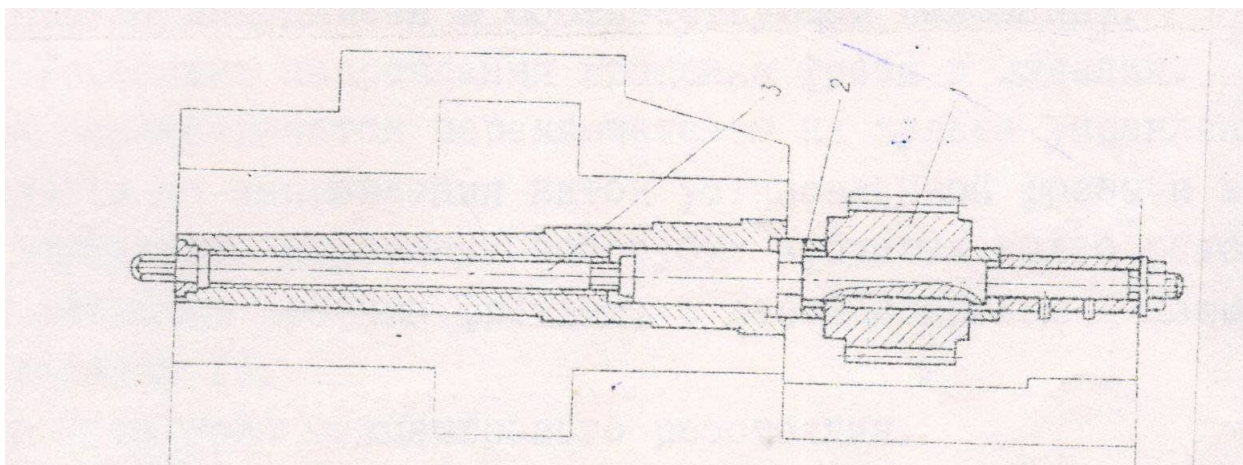
Зубчатые колеса **s**, **r**, **e**, **k** установить согласно схемы и таблицы 1



**Рисунок 2.**

### 3.3.5. Установка инструмента.

Во избежание погрешностей в зубьях нарезаемых заготовок необходимо точно центрировать фрезу при ее установке. Для этого надо строго следить за тем, чтобы не было забоин и излишней смазки на торцах фрезы и промежуточных кольцах. В противном случае при затягивании гайки фрезерная оправка изгибается и будет иметь место радиальное биение фрезы. Фреза 1 собирается с оправкой 2. При помощи шомпола 3 надо сильно втянуть оправку 2 в коническое отверстие шпинделя. Затем немного повернуть шомпол, чтобы он не находился под напряжением затяжки. Снова затянуть шомпол умеренным усилием для удержания оправки. Если шомпол оставить под напряжением затяжки, то при работе суппорт нагревается, расширяется коническое отверстие шпинделя и оправка втягивается дальше. После охлаждения в этом случае снять оправку трудно. Допускаемое биение фрезы: при черновом фрезеровании 70...100 мкм, при чистовом фрезеровании 10...60 мкм (в зависимости от степени точности нарезаемого колеса).



### *Рисунок 3.*

#### 3.3.6. Установка суппорта на угол спирали изделия.

По отношению к изделию фреза устанавливается под углом. Начальная, грубая установка фрезы на угол производится по лимбу суппорта.

Окончательная же, точная установка – по нониусу. Для установки угла наклона суппорта необходимо освободить винты 8 (см. рис. 1), нажимающие суппорт к салазкам суппорта, и с помощью квадрата 14 повернуть суппорт, отсчитывая градусы и минуты по лимбу и нониусу, а затем опять закрепить с помощью винтов.

#### 3.3.7. Установка изделия.

Заготовка в зависимости от ее формы и размеров устанавливается в центрах, в цанге, либо на оправе в установочном приспособлении, которое центрируется по посадочному отверстию в шпинделе стола.

При наличии гидроцилиндра, устанавливаемого на нижнем торце шпинделя стола, тяга которого проходит через центральное отверстие в шпинделе, возможен зажим обрабатываемой детали с помощью гидропривода.

Следует помнить, что точность обработки на станке во многом зависит от точности установки заготовки. Рекомендуется устанавливать заготовку с биением, не превышающем 0,01...0,05 мм по торцу и наружному диаметру.

#### 3.3.8. Установка направления подачи.

В зависимости от направления рабочей подачи салазки суппорта с суппортом и инструментом перемещаются вверх или вниз со скоростью рабочей подачи на цикле. Изменение направления рабочей подачи производится переключателем на пульте. При этом переключатели «Правая фреза», «Левая фреза» должны находиться в соответствующем положении.

#### 3.3.9. Установка направления вращения фрезы и изделия.

Эта операция осуществляется переключателем на пульте управления станка в зависимости от направления ниток установленной фрезы и зубьев нарезаемой заготовки. Нарезание косозубых зубчатых колес рекомендуется с правой спиралью правыми фрезами, с левой спиралью – левыми фрезами (см. таблицу 1).

#### 3.3.10. Установка межцентрового расстояния.

Наладка межцентрового расстояния осуществляется в такой последовательности:

- установить в исходное положение механизмы радиального врезания: для этого, вращая квадрат 13, надо совместить нулевую риску лимба с риской указателя;
- включить п/а и гидропривод;
- кнопкой на пульте установить салазки суппорта так, чтобы ось поворота суппорта находилась на высоте примерно посередине заготовки;
- зажать заготовку переключателем на пульте;
- кнопкой на пульте включить вращение инструмента;
- кнопкой на пульте подвести стол, при этом необходимо следить, чтобы приспособление не упиралось в суппорт;
- поворотом рукоятки 11 освободить винт наладки на межцентровое расстояние;
- вращая квадрат 13, подвести стол до касания фрезой заготовки;
- отвести стол и установить вращение фрезы;
- установить лимб квадрата 13 в нулевое положение и вращать рукоятку, осуществляя подвод каретки на расстояние, равное высоте зуба заготовки, отсчет перемещения вести по лимбу;
- зафиксировать винт наладки на межцентровое расстояние поворотом рукоятки 11.

Будьте внимательны при наладке межцентрового расстояния. Контролируйте исходное положение механизма радиального врезания по контрольной лампе на пульте управления. Если лампа горит, нельзя производить наладку межцентрового расстояния.

#### 3.3.11. Установка по лимбу радиального врезания.

При наличии механизма радиального врезания производится вращения квадрата 13. Величину врезания определяют по лимбу. Цена деления шкалы лимба 0,002 мм.

#### 3.3.12. Установка упоров окончания фрезерования.

Установка упоров длины фрезерования осуществляется при работе без механизма радиального врезания.

Имеется два упора. Один упор нижнего положения салазок суппорта, второй – верхнего положения.

Они размещаются на салазках суппорта и устанавливаются в зависимости от цикла обработки зубчатого колеса и направления подачи. В конечных положениях упоры наезжают на конечные выключатели, которые выключают соответствующие движения.

#### 3.3.13. Нарезать зубчатое колесо.

#### 3.4. Произвести необходимые измерения.

#### 3.5. Составить отчет о проделанной работе.

Отчет о данной работе должен содержать:

- описание станка,
- описание некоторых механизмов,

Эскизы.

В отчете должно быть кратко указано все относящееся к непосредственной наладке.



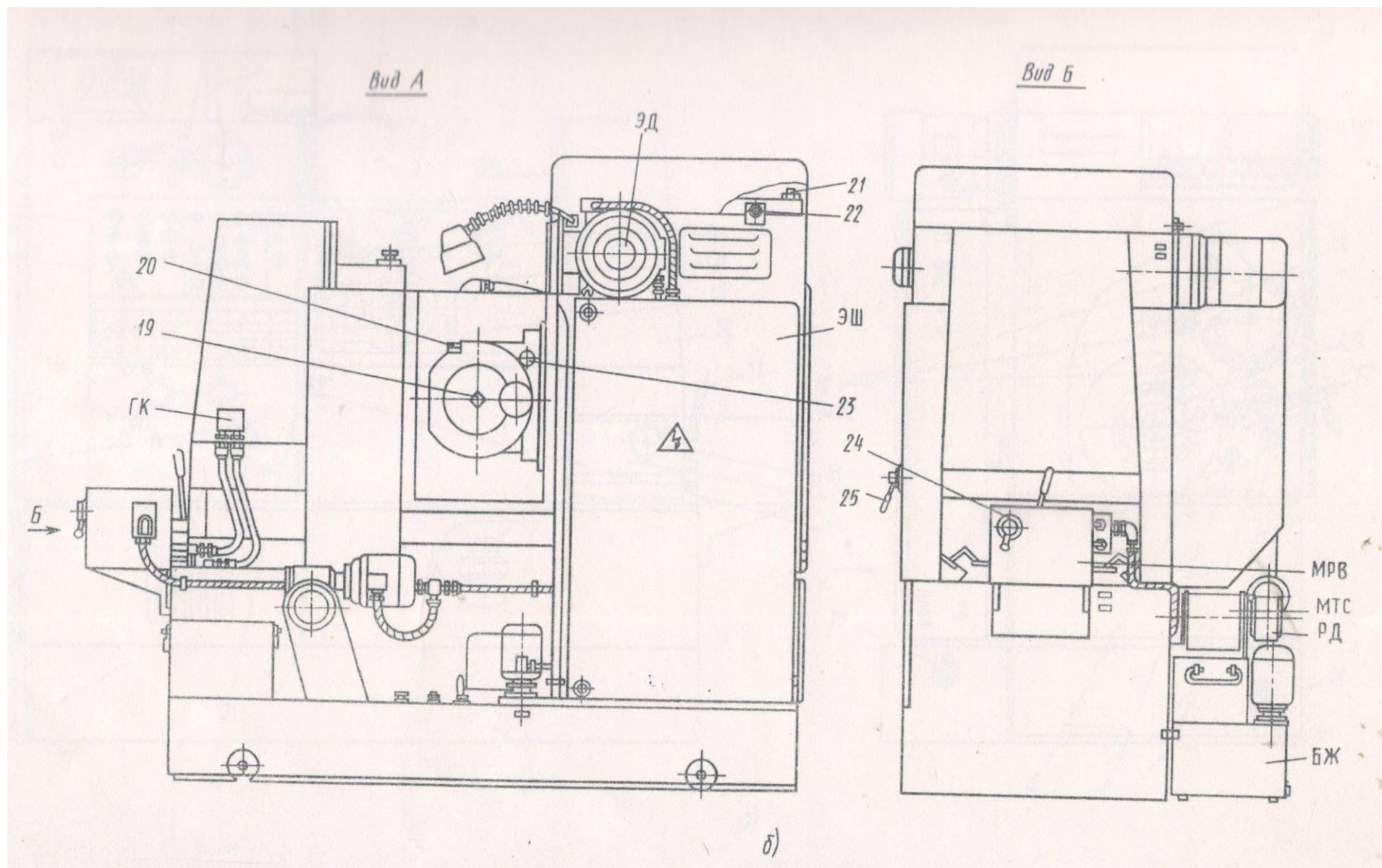


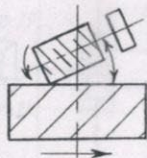
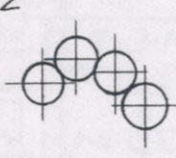
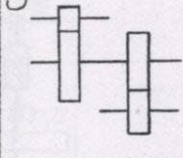
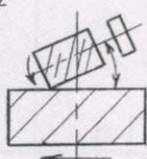
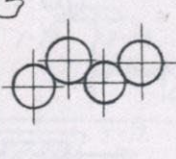
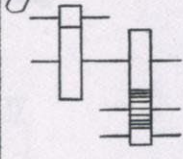
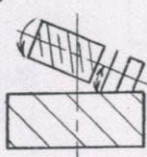
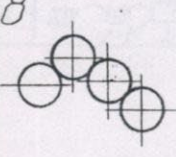
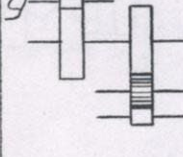
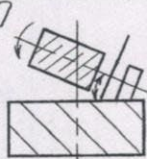
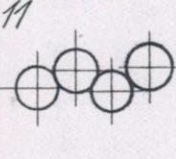
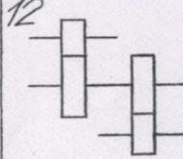
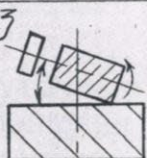
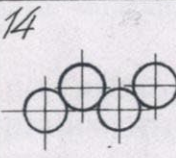
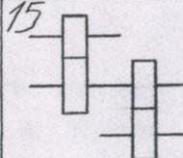
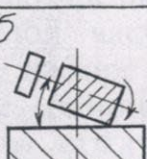
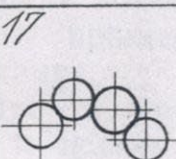
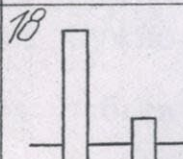
Рисунок 4. Основные части и органы управления зубофрезерного полуавтомата модели 53А30:  
а – вид спереди; б - вид сзади и справа.







Таблица

На-ре-зае-мое ко-ле-со	Фреза	Положение пакетного переключателя		Направле- ние враще- ния стола и фрезы. Установка фрезы	Гитара деления	Гитара дифферен- циала
		направ- ление враще- ния фрезы	направ- ление витков фрезы			
Правое	правая		правое	1 	2 	3 
	левая	правое	левое	4 	5 	6 
Левое	правая		правое	7 	8 	9 
	левая		левое	10 	11 	12 
	правая	левое	правое	13 	14 	15 
	левая		левое	16 	17 	18 

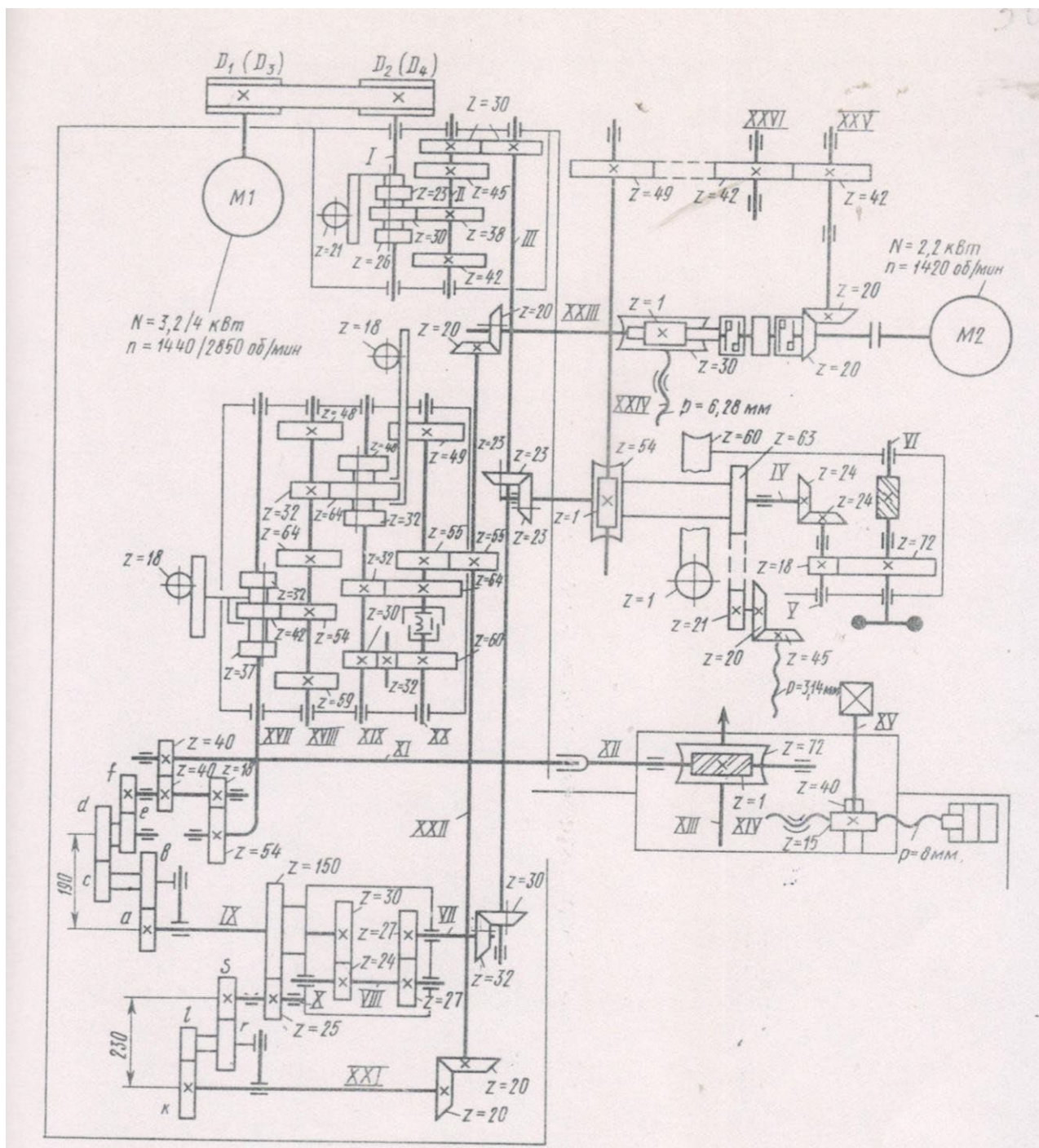


Рисунок 6. Кинематическая схема зубофрезерного станка модели 53A30