

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.01 ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ МОНТАЖА, НАЛАДКИ,  
ИСПЫТАНИЙ, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И  
РЕМОНТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ  
УСТРОЙСТВ, СИСТЕМ И ПРИВОДОВ  
Т.01.01.01 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация  
гидравлических и пневматических устройств и систем  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов  
и гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчики**

В.И. Шишняева,

Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы ПМ.01 Организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
Практическое занятие № 1 .....	7
Практическое занятие № 2 .....	17
Практическое занятие № 3 .....	23
Практическое занятие № 4 .....	37
Практическое занятие № 5 .....	28
Практическое занятие № 6 .....	37
Практическое занятие № 7 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 44
Практическое занятие № 8 .....	44
Практическое занятие № 9 .....	46
Практическое занятие № 10 .....	52
Практическое занятие № 11 .....	56
Практическое занятие № 12 .....	61
Практическое занятие № 13 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 78
Практическое занятие № 14 .....	79
Практическое занятие № 15 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 80
Практическое занятие № 16 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 81
Практическое занятие № 17 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 85
Практическое занятие № 18 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 86
Практическое занятие № 19 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 87
Практическое занятие № 20 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 88
Практическое занятие № 21 .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 89

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия и лабораторные работы.

Состав и содержание практических занятий и лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью *практических занятий* является формирование практических умений - профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности по профессиональным модулям.

В соответствии с рабочей программой программы ПМ.01 Организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов, МДК.01.01 Монтаж, наладка, техническое обслуживание и ремонт гидравлических и пневматических устройств и систем, Т.01.01.01 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация гидравлических и пневматических устройств и систем, предусмотрено проведение практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен *уметь*:

- читать техническую документацию на производство монтажа;
- читать принципиальные гидравлические и пневматические схемы;
- готовить оборудование к монтажу;
- осуществлять монтаж гидравлических и пневматических систем;
- осуществлять наладку гидравлических и пневматических устройств;
- проводить испытания;
- выбирать диагностические параметры;
- пользоваться диагностическими стендами, приборами для диагностирования состояния привода;
- обнаруживать неисправности и устранять их;
- анализировать работу привода, находить связь между неисправностью и элементами привода;
- проводить технические обслуживания;
- осуществлять контроль качества технического обслуживания;
- производить ремонт гидравлических и пневматических силовых цилиндров, моторов, насосов, управляющей и направляющей аппаратуры, вспомогательных устройств;
- производить разборку и сборку гидравлических и пневматических устройств и систем;

- выполнять ремонтные чертежи;
- разрабатывать технологические процессы изготовления и восстановления деталей;
- составлять дефектную ведомость на ремонт.

Содержание практических занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.4. Организовывать и выполнять техническое диагностирование гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

Выполнение студентами *практических работ* по ПМ.01 Организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов, МДК.01.01 Монтаж, наладка, техническое обслуживание и ремонт гидравлических и пневматических устройств и систем, Раздел 1 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация гидравлических и пневматических устройств и систем направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам междисциплинарных курсов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующего занятия, которое обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1 Система технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования

#### Практическое занятие № 1

#### Определение видов изнашивания типовых узлов трения

##### Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений определять виды изнашивания типовых узлов трения

##### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять виды изнашивания типовых узлов трения

##### Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

##### Задание:

Определить виды изнашивания типовых узлов трения

##### Краткие теоретические сведения:

Срок службы промышленного оборудования определяется износом его деталей — изменением размеров, формы, массы или состояния их поверхностей вследствие изнашивания, т. е. остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок либо из-за разрушения поверхностного слоя при трении.

**Износ**—нежелательное изменение формы, размеров, массы, состояния поверхности, т.е. шероховатости.

**Изнашивание**— это процесс разрушения поверхностных слоев детали при трении. **Износ**— результат процесса изнашивания.

**Износостойкость**— это критерий работоспособности, характеризующийся степенью соответствия износа при эксплуатации допустимому значению. Износ является причиной выхода из строя большинства машин и их деталей (80-90%).

Износ ограничивает долговечность машин и проявляется по причинам:

Потери машиной кинетической точности (станки, измерительный инструмент, приборы).

Уменьшение КПД (двигатели внутреннего сгорания, т.е. уменьшение  $\eta$  кв.г.).

Уменьшение прочности детали (подшипники скольжения и сопряжения, работающие в условиях граничного трения или абразивного загрязнения).

Повышенного шума (передача быстроходных машин).

Полного исчерпания работоспособности (тормозные колодки, рабочие органы землеройных, горных и почвообрабатывающих машин).

Величина износа характеризуется установленными единицами длины, объема, массы и др. Определяется износ по изменению зазоров между сопрягаемыми поверхностями деталей, появлению течи в уплотнениях, уменьшению точности обработки изделия и др. Износы бывают нормальными и аварийными. Нормальным, или естественным, называют износ, который возникает при правильной, но длительной эксплуатации машины.

Скорость изнашивания — это отношение значений характеризующих величин к интервалу времени, в течение которого они возникли.

Основная инженерная характеристика процесса изнашивания — интенсивность линейного износа.

$I \delta = d \delta / dL$  (безразмерная величина)

$\delta$  - линейный износ поверхности детали в мм.

L-путь трения в мм.

$$\delta = I \times L, \quad L = V \times t, \quad \delta = I \times V \times t$$

#### *Определение износа*

Зубчатые колеса	Сталь 40X – сталь 45; 40X – трение со смазкой	$1,5 \cdot 10^{-11}$ – $6,3 \cdot 10^{-2}$
Направляющие станины станка	Чугун СЧ-21	$2,5 \cdot 10^{-9}$ – $4 \cdot 10^{-10}$ Средние $1 \cdot 10^{-10}$
Тормозные колодки	Специальный чугун	$1 \cdot 10^{-6}$

Первостепенной причиной изнашивания деталей (особенно сопрягаемых и трущихся при движении друг о друга) является трение — процесс сопротивления относительному перемещению, возникающего между двумя телами в зонах соприкосновения их поверхностей по касательным к ним, сопровождаемый диссипацией энергии, т. е. превращением ее в теплоту. В повседневной жизни трение приносит одновременно и пользу, и вред. Польза заключается в том, что из-за шероховатости всех без исключения



предметов в результате трения между ними не возникает скольжения. Этим объясняется, например, то, что мы свободно можем передвигаться по земле, не падая, предметы не выскользывают из наших рук, гвоздь крепко держится в стене, поезд движется по рельсам и т. п. То же самое явление трения наблюдается в механизмах машин, работа которых сопровождается движением взаимодействующих частей. В этом случае трение дает отрицательный результат — изнашивание сопрягаемых поверхностей деталей. Поэтому трение в механизмах (за исключением трения тормозов, приводных ремней, фрикционных передач) — явление нежелательное.

#### *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 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 (рис. 1.1, 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. 1.1, 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 (рис. 1.1,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.

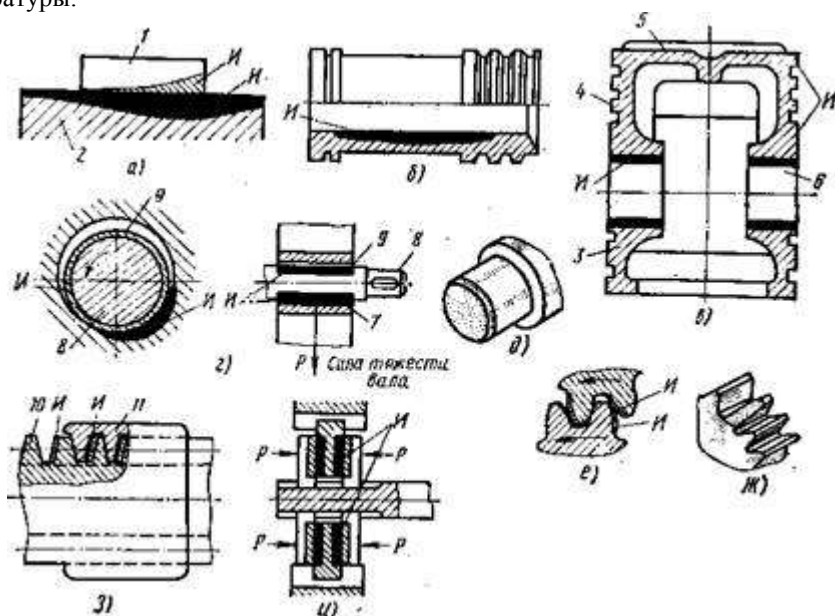


Рис. 1. 1 Характер механического износа деталей:

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 — перемышка, 5 — днище, 6 — отверстие, 7 — подшипник, 8 — шейка вала, 9 — зазор, 10 — винт, 11 — гайка; И — места износа, P » действующие усилия

В кузнечно-прессовом оборудовании, наоборот, наибольший износ появляется в нижней части цилиндра — там, где находится поршень во время ударов. Износ поршня (рис. 1.1, в) проявляется в истирании и задирах на юбке, изломе перемычек 4 между канавками, появлении трещин в днище 5 и разработке отверстия 6 под поршневого палец.

Износ валов (рис. 1.1, 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. рис. 1.1, 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 (рис. 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 одновременно работает только небольшая часть его витков, равная числу витков гайки.

У дисковых муфт в результате действия сил трения наибольшему износу подвергаются торцы дисков (рис. 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 сопряжениях 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 боль-

шие 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.

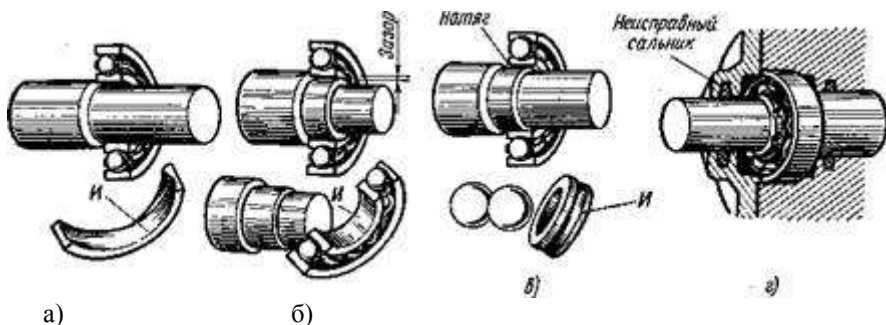


Рис. 1.2. Износ подшипников качения:

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

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 (рис. 1.2, 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 (рис. 1.3). В процессе эксплуатации зубчатых передач вследствие контактной усталости материала рабочих поверхностей зубьев и под действием касательных напряжений возникает выкрашивание рабочих поверхностей.

На рис. 1.3, в показана поверхность, разрушенная коррозией. Поверхность чугунного порошкового кольца (рис. 1.3, г) повреждена вследствие эрозийного 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 (рис. 1.3, д) показаны риски, которые появляются при воздействии на вращающийся барабан твердого тела или твердых частиц. Задиры (рис. 1.3, е) образуются в результате схватывания поверхностей при трении вследствие действия между ними молекулярных сил. На рис. 1.3, ж показана рабочая поверхность детали с налипшими на нее посторонними частицами, а на рис. 1.3, з — поверхность детали с износом при заедании в результате схватывания — глубинного вырыва материала и переноса его с другой поверхности трения

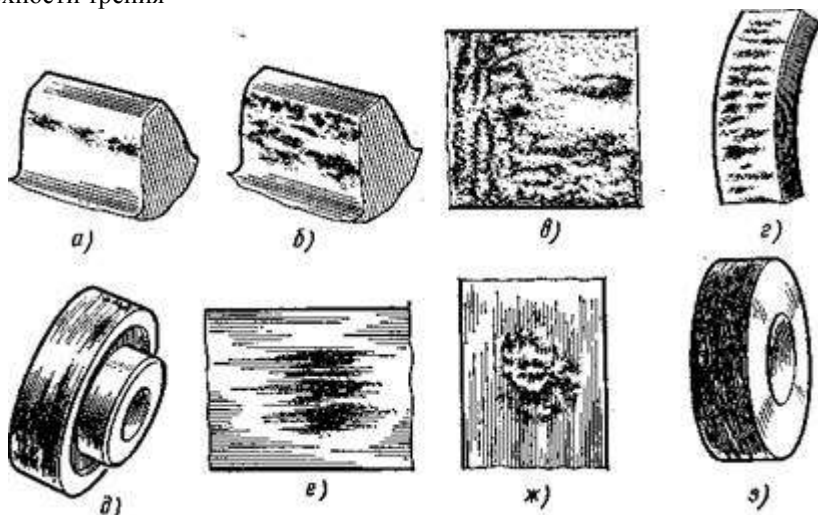


Рис.1.3. Характерные виды износа поверхностей скольжения:

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 риала, приводящее к образованию ямок на поверхности трения (рис. 1.3, а). Разрушение рабочих поверхностей зубьев вследствие интенсивного выкрашивания (рис. 1.3, б) часто называют отслаиванием (происходит отделение от поверхности трения материала в форме чешуек).

#### *Признаки износа*

Об износе деталей машины или станка можно судить по характеру их работы. В машинах, имеющих коленчатые валы с шатунами (двигатели внутреннего сгорания и паровые, компрессоры, эксцентриковые прессы, насосы и др.), появление износа определяют по глухому стуку в местах сопряжений деталей (он тем сильнее, чем больше износ).

Шум в зубчатых передачах — признак износа профиля зубьев. Глухие и резкие толчки ощущаются каждый раз, когда меняется направление вращения или прямолинейного движения в случаях износа деталей шпоночных и шлицевых соединений.

Износ в сборочных единицах станка можно установить не только на слух, но и по виду поверхностей заготовок, обработанных, на этом станке. Если, например, при обработке заготовки на токарном станке на ее поверхности появляются через равные промежутки кольцевые выступы или впадины, то это означает, что в фартуке станка износились зубья реечного колеса и рейки; движение суппорта вместо плавного стало прерывистым. Этот дефект часто вызывается также износом направляющих станины и каретки суппорта, нарушающим соосность отверстий фартука и коробки подач, через которые проходит ходовой вал.

Следы дробления на обрабатываемом валике, установленном в коническом отверстии шпинделя, свидетельствует об увеличении зазора между шейками шпинделя и его подшипниками вследствие их износа. Если обрабатываемая на токарном станке заготовка получается конической, значит изношены подшипники шпинделя (главным образом передний) и направляющие станины, а если овальной — изношена шейка шпинделя, принявшая форму овала. Увеличение мертвого хода \* укрепленных на винтах рукояток сверх допустимого — свидетельство износа резьбы винтов и гаек.

Об износе деталей машин часто судят по появившимся на них царапинам, бороздкам и забоинам, а также по изменению их формы. Детали машин, работающие со значительными знакопеременными нагрузками, осматривают через увеличительное стекло (лупу), проверяя, нет ли у них мелких трещин, которые могут послужить в дальнейшем причиной поломки. В некоторых случаях проверку осуществляют с помощью молотка: дребезжащий звук при обстукивании детали молотком свидетельствует о наличии в ней значительных трещин.

О работе сборочных единиц с подшипниками качения можно судить по характеру издаваемого ими шума. Лучше всего выполнять такую проверку специальным прибором — стетоскопом. При его отсутствии пользуются металлическим прутком, который приклады-

\* Под мертвым ходом подразумевают некоторый свободный угол поворота рукоятки, прежде чем она заставит двигаться соединенную с ней деталь. Для суппорта токарного станка допустимый мертвый ход рукоятки —  $\frac{1}{4}$  оборота винта. вают закругленным концом к уху, а заостренным — к тому месту, где находится подшипник: при нормальной работе слышен слабый шум — равномерное тонкое жужжание; если работа подшипников нарушена, возникают сильные шумы. Свист или резкий (звенящий) шум указывает на отсутствие в подшипнике смазки либо на защемление шариков или роликов между беговыми дорожками внутреннего и наружного колец. Гремящий шум (частые звонкие стуки) означает, что на шариках, роликах или кольцах появились язвыны либо в подшипник попала абразивная пыль или грязь. Глухие удары сигнализируют об ослаблении посадки подшипника на валу и в корпусе.

Работу подшипника можно проверять и по нагреву, определяемому на ощупь наружной стороной кисти руки, которая безболезненно выдерживает температуру до 60 °С. Так, например, определяют повышенный нагрев подшипников, который может быть следствием защемления шариков или роликов между беговыми дорожками в результате отклонения от соосности опор или возникать из-за отсутствия смазки (особенно в тех случаях, когда вал вращается с большой частотой). Перегрев подшипника может появиться при больших частотах вращения вала также в случае избытка смазочного масла или его повышенной вязкости, создающей дополнительное сопротивление вращению вала. Значительный нагрев вызывает ускоренный износ подшипников.

Тугое проворачивание вала свидетельствует об отсутствии соосности между ним и подшипником или о чрезмерно тугой посадке подшипника на валу или в корпусе. Дребезжащий стук в цилиндре компрессора сигнализирует о поломке или повышенном износе поршневых колец, а глухой — об износе поршня и цилиндра. Стук маховика может быть следствием нарушения его посадки на валу. Недостаточное давление в пневмосистеме является результатом утечки сжатого воздуха из соединений трубопроводов, пробуксовки приводных ремней, износа цилиндра, поршня и других деталей компрессора.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Определить виды изнашивания узлов трения
4. Записать в тетрадь виды износа, причины их появления и способы устранения
5. Вычислить износ
6. Ответьте на вопрос:  
Как влияет износ на долговечность промышленного оборудования?
7. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.



## Практическое занятие № 2

### Выбор материала для деталей типовых узлов трения

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений выбора материала для деталей типовых узлов трения

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- выбирать материал для деталей типовых узлов трения

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

#### **Задание:**

- произвести выбор материала для деталей типовых узлов трения

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

Одним из критериев выбора материалов для изготовления новых деталей при ремонте является износостойкость, которая в основном определяется твердостью/Если твердость материала сопрягаемых деталей выше твердости абразива, то износ мал 7 Износостойкость может достигаться и таким образом: одну деталь (например, вал) выполняют из материала высокой твердости, а другую (подшипник скольжения) — из мягкого антифрикционного (бронзы, баббита, металлокерамики и др.), в зависимости от условий эксплуатации и требований, предъявляемых к деталям, выбирают материал для изготовления последних. Например, к твердости шеек шпинделей (легких и средних), работающих в подшипниках скольжения, предъявляют повышенные требования, поэтому их закаливают ТВЧ, достигая твердости НКС 54—60; шпиндели изготавливают из стали

40Х. Такие же шпиндели, работающие в подшипниках качения, изготавливают из стали 45 и улучшают термообработкой до НКС 23-27.

Ходовые винты (средние и легкие) токарных станков должны обладать высокой износостойкостью и минимально деформироваться. Их изго-

товляют из стали 45, подвергая сначала предварительному, а затем вторичному отжигу после обдирки. Червяки, работающие на больших скоростях, изготавливают из стали 12ХНЗА, цементируют и закаляют с низким отпуском до НКС56; червяки, работающие на средних скоростях, выполняют из стали 45 и закаляют с отпуском до HRC 23—30. Пружины изготавливают из стальной (марки 65Г) проволоки диаметром менее 6 мм, затем подвергают закалке и отпуску до HRC 58—62.

Таблица 2.1

**Классификация материалов для узлов трения**

Тип материала	Пример	Характеристика
<b>Металлы и сплавы</b>		
Чёрные металлы (основные)	Сталь, чугун	Дешёвые и обладают высокой прочностью
Сплавы цветных металлов	Бронза, латунь и баббит	Дорогие, имеют высокие антифрикционные свойства и хорошо обрабатываются резанием
Лёгкие сплавы	Дюралюминий, силулиен (другие алюминиевые и магнитные сплавы)	Имеют малую плотность, обладают хорошими литейными свойствами и позволяют получать точные отливки под давлением
<b>Неметаллы</b>		
Полимеры	Фторопласт, пентапласт и пластмассы	Антикоррозионны, при помощи литья можно получить детали сложной конструкции, хорошие антифрикционные свойства и могут работать в агрессивных средах
Текстолиты	Слои ткани пропитанные пластиком и подверженные горячему прессованию	Хорошо поддается механической обработке, антифрикционные свойства. Применяются для подшипников скольжения, которые работают без смазки (блужинги, охлаждение водой)
Самосмазывающиеся	На основе полимеров	Дорогие, хорошая термо-

материалы	ПАН-15-69 ПАН-15-67	стойкость (-196 ÷ +250 С), радиационная и химическая стойкость, не требует дополнительной смазки, хрупкость, сложность обработки и применяются для узлов работающих в экстремальных условиях
Прессованная древесина	***	Низкая стоимость, высокая несущая способность. Недостатки: термостойкость, набухание и применяются в подшипниках скольжения с небольшой скоростью узлов, которые работают без смазки.
Металлические и керамические порошковые материалы	Порошки (Fe, Cu, Al) пропитываются графитом или глицерином	Высокие механические и триботехнические свойства. Применяются для режущего инструмента и деталей, которые работают в условиях абразивного износа и в агрессивной среде

Таблица 2.

## 2. Классификация материалов для узлов трения

Узел трения	Материал	Термообработка
Зубчатые передачи	Углеродистые стали: 35,40 и др. Лигированные стали:40х,45х и др. Стальное литьё стали:35л.....55л Чугун С418.....С435 Пластмассы:лигнофоль, капронол, полиформальдегид	Улучшение объёмной и поверхностной закалки, нормализация - -
Червячная передача	Червяк: Среднеуглетодистой стали: 40,45,50 и др. Легированные стали: 40х, 40хн и др. Цементируемые стали: 15х, 20х и др.	Поверхностная или объёмная закалка  Любая

	Зубчатый венец: Бронза: БРОФ10-1, БрАЖ9-4 и др. Чугун: С410, С415	
Валы и оси	Сталь 5, 6 45, 40х, 20, 20х, 1, 2 ХНЗА	Цементация
Шпонки	Спец. сортамент среднеуглеродистых и чистотянутых сталей Лигированные стали для спец. шпонок	
Резьбовые соединения	Низко- и среднеуглеродистые стали: Сталь 3,10.....35 и др. Для отверстий: 35х, 30ХГСА	Иногда оксидируют, омедняют и оцинковывают ( для повышения коррозионной стойкости)
Подшипники скольжения	Вкладыши: Бронза: Бр0Ф10-1, БрАЖ9-4, БрС30 и др. Баббитовая заливка: Б89, Б83 и др. Чугун: АЧС-1 Металлокерамический материал, пластмассы, дерево, резина, древеснослоистые пластинки.	***
Подшипники качения	Тела качения и кольца: Шарикоподшипниковая сталь: ШХ15 Сепараторы: Мягкая листовая сталь: бронза, латунь, лёгкие сплавы или пластмассы (в зависимости от скорости)	Термообработка, шлифованием полирование

### 1. Материал деталей гидрооборудования

Наименование	Материал	Термообработка
Трубопроводы	X18H10T, 0X18H10T Стальные бесшовные трубы холоднокатан., (ГОСТ 8734-75*), из коррозионно-стойкой стали (ГОСТ 9941-81*), медные (ГОСТ617-72*)	***
Пружины	50ХФА, 60С2А, 65Г	Дробеструйный наклёп

		и оксидирование
<b>Шестерённые насосы</b>		
Шестерни, валы, оси	20Х, 12ХН3А	Цементация и нитроцементация
<b>Втулки</b>		
Корпус, крышки	Сталь 4, 5, 40Х БрАЖ 9-4 Чугун, сталь и алюминий	Объемная закалка - -
<b>Пластинчатые насосы</b>		
Пластины	P18, 9ХС, P6M5, P6M5K5	Отжиг, закалка до HRC62-64
Статор, ротор	ШХ15, ХВГ, 9ХС	Закалка → отпуск до HRC60-64 или цементация → закалка → обработка холодом (-70 °С ; 30-40 мин) → отпуск (160 ÷ 180 °С ; 1 час)
Диски	X15Ф1	Закалка до HRC60-64
<b>Радиально-поршневые насосы</b>		
Статор	С412, сталь 45, 40Х	Чугун заливают баббитом Б-83
Копир (кольцо, по которому скользят плунжеры)	ШХ15	HRC56-62
Плунжеры	20Х, ШХ15	Закалка HRC 58-62
Ротор, распределители	Бронза 45, 40Х	Цементация HRC 58-62
<b>Аксиально-поршневые насосы</b>		
Диск наклона	ШХ15	Закалка HRC60-63
Диск	20Х	Цементация и закалка
Поршень	ШХ15	HRC 57-63
Подпятник	БрАЖ 9-4	Закалка HRC 58-62

<b>Цилиндры</b>		
Гильзы	Сталь 35, 45, 30УГСА (бесшовные, горячекатаные трубы)	***
Плунжеры и штоки	Сталь 40, 40Х, 40ХН, 30УГСА	Наплавка, напыление, хромирование, азотирование, борирование, нитроцементация, ППД роликами или шариками
Поршни	Сталь 30ГСА, 45, 40Х Чугун С420, С421	***
Втулка	Лигированные стали с покрытием бронзой, полиамид 610, ПА12-11-4, бронза 0ЦС-5-5-6	***
Крышки	Сталь 45, 30ГСА, 4Х, С421	***

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Подобрать материалы для узлов трения
4. Записать в тетрадь классификацию материалов для узлов трения
5. Ответить на вопросы

Назовите типы металлов, их сплавов и неметаллов, применяемых для изготовления деталей.

От чего зависит выбор материала для деталей?

Почему в металлургии чаще применяются черные металлы?

Что представляет собой текстолит?

Перечислите материалы применяемые для резьбовых и шпоночных соединениях и подшипников скольжения и качения.

Расшифруйте марки: 45Х11, 12ХНЗА, Р6М5К5. ХВГ, СЧ 12, ШХ 15, БрОФ 10-1, БрАЖ9-4, Б83.

6. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## Тема 1.2 Техническое обслуживание и ремонт гидросистем

### Практическое занятие № 3

#### Определение радиального и бокового зазоров в зубчатом зацеплении

##### Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений определять радиальный и боковой зазоры в зубчатом зацеплении

##### Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать радиальный и боковой зазоры в зубчатом зацеплении

##### Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Зубчатая передача

##### Задание:

- определить радиальный и боковой зазоры в зубчатом зацеплении

##### Краткие теоретические сведения:

Боковой зазор в зубчатой передаче определяется как зазор, обеспечивающий свободный проворот зубчатого колеса при неподвижном сопрягаемом зубчатом колесе. С целью обеспечения гарантированного бокового зазора осуществляется дополнительное смещение исходного контура зубонарезного инструмента.



Рис. 4.21. Индикаторное приспособление для измерения бокового зазора между зубьями:

1 — поводок; 2 — индикатор; 3 — стойка;  
 $C_b$ ,  $C_p$  — соответственно боковой и радиальный зазоры между зубьями

Рис. 3.1

Боковой зазор  $C_b$  между зубьями (рис. 3.1) можно измерить щупом, «выжимкой» (из свинца, пластилина и т. п.) или индикаторным приспособлением. С целью определения равномерности зазора измерение ведут в трех-четырёх точках по окружности, а у конической передачи, кроме того, первый раз при раздвинутых, а второй раз при сдвинутых шестернях. Щупом или «выжимкой» пользуются, когда к шестерням имеется свободный доступ.

Износ зубьев шестерен цилиндрической передачи определяют непосредственным измерением толщины зуба штангензубомером (рис. 3.2).

Износ зубьев шестерен конической передачи непосредственным измерением установить затруднительно, так как зубья имеют переменную толщину и неравномерно изнашиваются по длине. Поэтому в ремонтной практике толщину зубьев не измеряют, а о предельном их износе судят по характеру работы передачи. Работа конической зубчатой передачи считается нормальной, когда шестерни вращаются с допустимым для данного типа передачи шумом и без рывков; при нормальном боковом зазоре  $C_b$  радиальный зазор  $C_p$  между зубьями составляет не менее 0,10 мм, а относительное смещение шестерен по затылкам не превышает 1...2 мм.

Ремонт. Восстановление изношенных или поврежденных зубьев шестерен является сложной задачей, поскольку их изготавливают из качественных сталей, подвергают довольно сложной термической обработке, а механическую обработку зубьев осуществляют на зубообрабатывающих станках. Поэтому шестерни с трещинами у основания зубьев, отколом хотя бы одного зуба, предельным износом зубьев, т.е. когда при зазоре  $C_p$  не менее 0,10 мм зазор  $C_b$  превышает на 50 % максимально допустимый зазор для новой пары шестерен, обычно заменяют новыми.

Согласно Правилам ремонта разрешается оставлять в работе шестерни, если вмятины, раковины и другие повреждения имеют глубину не более



0,20 мм. Большая глубина этих повреждений (до 0,50 мм) допускается только в том случае, когда их общая площадь не превышает 10 % рабочей поверхности зубьев. Допускаются также отколы части зуба, если отколовшаяся часть зуба находится от торца зуба на расстоянии, не превышающем 10 % длины зуба.

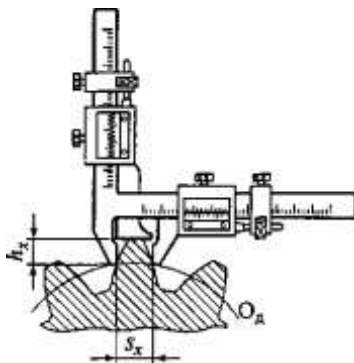


Рис. 3.2. Измерение толщины зуба колеса цилиндрической передачи:  
 $5X$  — толщина зуба;  $kx$  — высота головки зуба;  
 $Од$  — делительная окружность

**Сборка.** Если передачу собирают из деталей, ранее работавших в данном узле, когда боковой зазор между зубьями и его равномерность у пары шестерен находятся в пределах нормы (что установлено перед разборкой передачи), то сборка затруднений не вызывает. Сборку ведут со старыми регулировочными кольцами и прокладками, а колеса вводят в зацепление (при одинаковом числе зубьев) по меткам, сделанным перед разборкой. Если необходимо уменьшить боковой зазор между зубьями или заменить одну из парных шестерен, то прежде всего следует обратить внимание на величину уступов и проверить, не велико ли торцовое биение шестерен.

**Регулировка зацепления зубчатой передачи.** В зубчатой передаче регулируют зазоры между зубьями и их прилегание как по длине, так и по высоте. Как известно, зазоры в зацеплении необходимы для компенсации ошибок в размерах зубьев и межцентрового расстояния, а также для компенсации температурных деформаций. Боковой  $S_b$  и радиальный  $S_r$  зазоры между зубьями шестерен (см. рис. 3.1) регулируют следующим образом.

Регулировка зацепления цилиндрической зубчатой передачи ведется за счет: подбора парных шестерен; изменения межцентрового расстояния, если конструкция механизма позволяет это сделать, например путем изменения толщины вкладышей моторно-осевых подшипников тягового электродвигателя или изменения положения корпуса водяного насоса относительно блока дизеля и т. п. Качество зацепления в основном зависит от отсутствия перекосов осей шестерен.

Регулировка зазоров  $S_b$  и  $S_r$  у конической зубчатой передачи достигается осевым сдвигом шестерни по валу или перемещением вала вместе с шестерней. Можно перемещать обе шестерни или

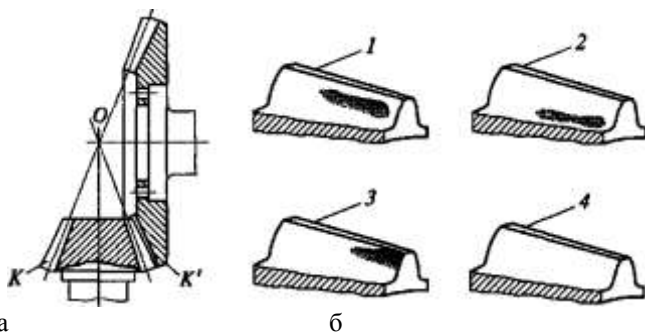


Рис. 3.3. Регулировка зацепления зубьев колес (а) и отпечатки краски при проверке качества зацепления (б) конической зубчатой передачи:

1 — при нормальном зацеплении; 2 — при малом боковом зазоре между зубьями; 3 — при большом боковом зазоре между зубьями; 4 — при перекосе зубьев; К, К' — точки несовпадения затылков зубьев; О — точка пересечения осевых линий конического зубчатого соединения.

При этом важно обеспечить совпадение у обеих шестерен вершин делительных конусов в точке О (рис. 3.3) и торцов зубьев. Несовпадение торцов зубьев шестерен допускается не более 2 мм. Этим достигается нормальное зацепление в передаче.

Качество зацепления цилиндрической и конических передач проверяют на краску и по характеру работы передачи. Для проверки на краску зубья одной из шестерен, лучше ведущей, покрывают краской и передачу прокручивают на несколько оборотов. Погрешности в зацеплении узнают по размерам и расположению пятна контакта на зубьях парной шестерни. Желательно, чтобы у шестерен конической передачи касание зубьев было ближе к тонким концам. При работе передачи под нагрузкой тонкий конец зуба больше деформируется, и тем самым обеспечиваются лучшее прилегание зубьев по длине и более быстрая их приработка. Размеры пятна контакта по высоте и длине зубьев регламентируются Правилами ремонта тепловозов.

Боковой зазор можно контролировать хордовым зубомером путем измерения толщины зуба по постоянной хорде (см. рис 3.4)

Определяю номинальную толщину зуба по постоянной хорде:

$$S_c = 1,387 \cdot m_n = 1,387 \cdot 6 = 8,322 \text{ мм.}$$

Высота до постоянной хорды :

$$h_c = 0,7476 \cdot m_n = 0,7476 \cdot 6 = 4,4856 \text{ мм.}$$

Наименьшее отклонение толщины зуба по постоянной хорде

$$E_{cs} = -0,090 \text{ мм.}$$

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде при  $F_r = 0,105 \text{ мм}$ :

$$T_c = 0,080 \text{ мм.}$$

Наибольшее отклонение толщины зуба по постоянной хорде:

$$E_{Ci} = -( |E_{Cs}| + T_c ) = -(0,09 + 0,08) = -0,17 \text{ мм} ;$$

Таким образом, толщина зуба по постоянной хорде, проставляемая в таблице параметров на рабочем чертеже зубчатого колеса равна:

$$S_c = 3,3675_{-0,17}^{-0,09}$$

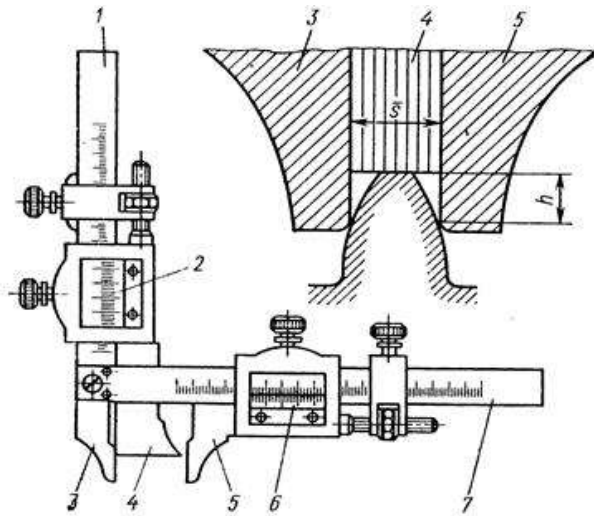


Рис. 3.4 Схема контроля хордовым зубомером:

1, 2 — шкала и нониус для установки прибора на размер  $h_c$  ; 3, 5 — измерительные губки; 4 упор, устанавливаемый на вершину зуба; 6, 7 — нониус и шкала для отчета толщины  $S_c$

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствие с вариантом.
3. Произвести замер радиального и бокового зазора в зубчатом зацеплении
3. Выполнить расчет радиального и бокового зазора в зубчатом зацеплении
4. Сделать вывод
5. Ответьте на вопросы

По каким признакам можно определить износ различных деталей и сборочных единиц?

Какие факторы увеличивают продолжительность работы оборудования?

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 4**  
**Центровка валов по полумуфтам**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить центровку валов по полумуфтам

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- выполнять центровку валов по полумуфтам

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Токарный станок

**Задание:**

- изучить центровку валов по полумуфтам

**Краткие теоретические сведения:**

Одним из распространенных дефектов в работе насосов является расцентровка роторов агрегата.

***Центровка агрегата***

Задача центровки - установить оси валов так, чтобы они составляли одну прямую линию. Понятие «ось» само по себе идеально, а в жизни приходится иметь дело с реальными предметами (детальями машин), у которых всегда есть погрешности изготовления. Поэтому, чтобы избежать возникновения нагрузок от несоосно вращающихся валов, применяют компенсирующие соединительные муфты. Они способны передавать крутящий момент от привода рабочему органу с некоторой расцентровкой валов, компенсируя возникающие нагрузки своими упругими элементами. Допуски на центровку валов агрегатов задаются в зависимости от типа соединительной муфты и рабочей скорости вращения роторов агрегата. Измерительной базой для контроля соосности валов служат поверхности самих полумуфт.

**Радиальной** расцентровкой называют взаимное смещение осей, а **торцевая** расцентровка определяет угол перегиба общей оси валов агрегата. В общем случае присутствуют обе составляющие, расположенные в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

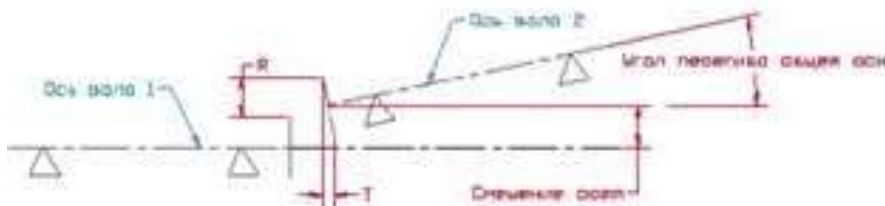


Рис. 1.

В большинстве машин применяются муфты упругие втулочно-пальцевые (МУВП). Для машин большой мощности применяют компенсирующие зубчатые муфты (МЗ). Допустимую радиальную расцентровку  $R$  контролируют по взаимному смещению цилиндрических поверхностей полумуфт, а торцевую -  $T$  - по разнице раскрытия торцов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для МЗ допускается  $R = 0,05$  мм и  $T = 0,04$  мм. Для МУВП, работающей с синхронной частотой 1500 об./мин,  $R = 0,12$  мм и  $T = 0,12$  мм, а для частоты 3000 об./мин  $R = 0,05$  мм и  $T = 0,05$  мм

#### **Требования к соединительным муфтам**

Компенсирующий эффект соединительной муфты зависит от ее фактического состояния. Поэтому перед центровкой необходимо убедиться, что муфта соответствует ТУ, по радиальному и осевому биению относительно оси вращения (норма обычно не более 0,05 ... 0,08 мм), а также имеет плотную посадку на валу (задается сборочным чертежом). Кроме того, необходимо помнить, что собирать полумуфты можно только в един-

ственном взаимном положении (в котором производилась расточка). Желательно до разборки муфты нанести на полумуфты метки, определяющие их взаимное положение. Любой из этих дефектов соединительной муфты может отрицательно сказаться на точности центровки, а при работе агрегата привести к ее нарушению

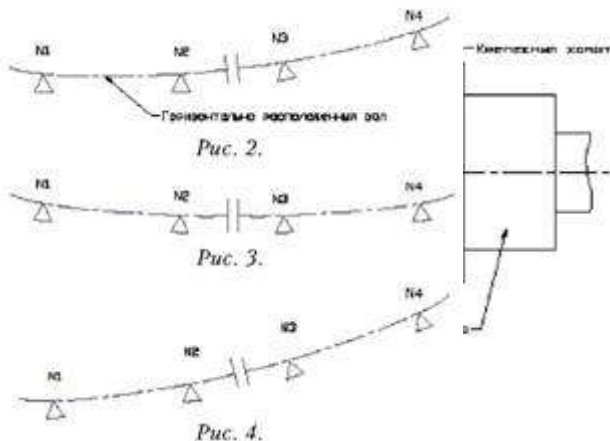
### **Горизонтальность установки валов**

Под действием собственного веса и рабочих нагрузок ось вала представляет собой плавную кривую линию. При центровке агрегата необходимо контролировать положение валов относительно горизонта. Если подшипники скольжения установлены на рабочей машине или на электродвигателе, то линии валов целесообразно расположить как показано на рис. 2, причем горизонтальное положение должен занимать вал с подшипниками скольжения. Для большинства агрегатов характерно положение осей, с горизонтальным положением опор N2 и N3 (рис. 3). Вариант на рис. 4 имеет место для неравномерной осадки фундамента и дефектах монтажа агрегата. Средством контроля может служить уровень «Геологоразведка» с ценой деления 0,1мм на 1м. Контроль производится непосредственно на подшипниковых шейках или на ближайшей ровной поверхности вала.

### **Приспособления для контроля центровки**

Зачастую, не имея необходимого приспособления, слесарь, чтобы проконтролировать центровку, прикладывает линейку к муфте и, глядя на просвет, определяет отклонение валов. Но надеяться на глазомер в таком ответственном деле опрометчиво, слишком много факторов упускается из виду (точность порядка 0,1мм). Да и как определить, достигнута норма или нет? Хотя следует отметить, что не перевелись еще мастера, способные и таким образом отцентровать агрегат. С другой стороны, существуют лазерные приборы для центровки со встроенным компьютером, имеющие точность до 0,001 мм, которые рассчитывают необходимое перемещение опор агрегата для обеспечения оптимальной соосности валов. Но если необходимо добиться

точной центровки и уверенно уложиться в норму, не покупая прибор за 10 000\$, то можно воспользоваться несложными при-



способностями - индикатором часового типа «ИЧ 0,01» или пластинчатым щупом, которые дадут точность измерения 0,01 мм, достаточную для соответствия норме.

Приспособление для центровки агрегатов с зубчатыми муфтами показано на рис. 5. На полумуфте оно закрепляется с помощью хомута, а начальные зазоры R и T устанавливаются регулировочными болтами. Для измерения используются пластинчатые щупы, требующие определенного навыка работы. При замере зазора набор пластин должен входить с небольшим усилием и оставаться неподвижным без поддержки. Измеряемый размер высчитывается по сумме номинальных толщин щупов. По аналогии можно изготовить устройство с индикаторами часового типа. Применение индикатора существенно облегчит и ускорит процесс измерения радиального смещения. Раскрытие торцев измеряется щупами непосредственно между полумуфтами.

Простейшее устройство для центровки МУВП изображено на рис. 6.

#### **Методика центровки агрегата**

Перед центровкой необходимо проверить затяжку крепежных болтов корпусов подшипников и анкерных болтов. Любое ослабление крепления агрегата к основанию, а также трещины в раме, неравномерная осадка и разрушение фундамента способны нарушить центровку агрегата во время его работы.

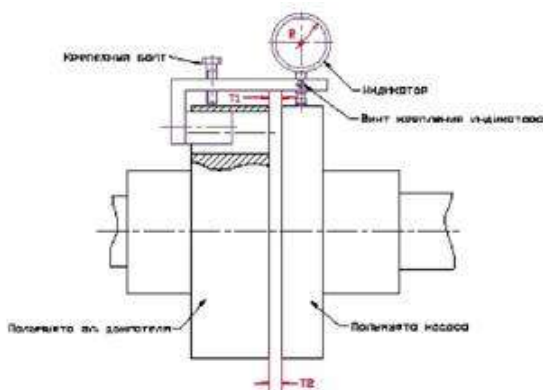


Рис. 6.

Для проверки центровки валов по полумуфтам устанавливают приспособление и производят исходные замеры R, T1 и T2. Затем, совместно поворачивая валы по направлению рабочего вращения на 90°, 180° и 270°, повторяют измерения и записывают в круговые диаграммы (рис. 7).

Совместный поворот валов необходим, чтобы избежать влияния торцевого и радиального биения полумуфт на измерение расцентровки. (Рекомендуется записывать измерения соответствующие положению наблюдателя, при котором он смотрит со стороны рабочей машины на электродвигатель.) Возвращают валы в исходное положение и проверяют первоначальные

измерения. Рассчитывают средние значения и проверяют равенство сумм ( $R_v + R_n) = (R_p + R_l)$  и  $(T_v + T_n) = (T_p + T_l)$ . Допустимое неравенство сумм - не более 0,05мм. Неравенство более допустимого значения свидетельствует о неточности некоторых измерений. Далее приводят показания к нулю вычитанием минимального значения R и T из остальных. Таким образом получается наглядная картина расцентровки агрегата.

Фактическую расцентровку рассчитывают по формулам:

$E_y = (R_v - R_n)/2$  - радиальная расцентровка в вертикальной плоскости;

$E_x = (R_p - R_l)/2$  - радиальная расцентровка в горизонтальной плоскости;

$S_y = (T_v - T_n)/2$  - торцевая расцентровка в вертикальной плоскости;

$S_x = (T_p - T_l)/2$  - торцевая расцентровка в горизонтальной плоскости.

По полученным результатам в случае необходимости проводят корректировку положения осей валов, перемещая опоры. Для большинства машин центровку осуществляют перемещением электродвигателя. В вертикальной плоскости положение регулируют подкладками. Подкладки набирают из металлических пластин и фольги П-образной формы, причем габариты прокладок должны соответствовать опорной поверхности лапы электродвигателя. При установке двигателя на подкладки необходимо проверить плотность прилегания лап щупами. Двигатель должен стоять на опорах всеми лапами. Затяжку производят «крест на крест» равномерно. В противном случае при затяжке крепежных болтов произойдет перекося электродвигателя.

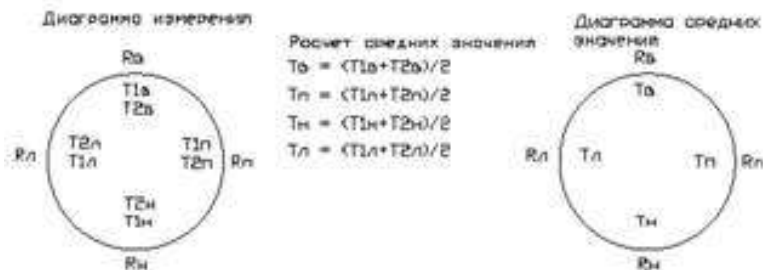


Рис. 7.

В горизонтальной плоскости двигатель удобно перемещать специальными болтами, установленными на раму.

Перемещение оси вала двигателя можно контролировать по перемещению полумуфты, используя центровочное приспособление. При этом необходимо установить центровочную скобу в положение, соответствующее измерению корректируемого параметра расцентровки со стороны большего значения. Затем переместить опоры двигателя так, чтобы изме-



ряемый размер уменьшился на величину, соответствующую фактической расцентровке.

Центровку проводят последовательно в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Перемещение опор можно рассчитать по схеме показанной на рис. 8.

$Y1 = E_y + L2.Sy/D$  - перемещение подшипника №1 в вертикальной плоскости;

$Y2 = E_y + L1.Sy/D$  - перемещение подшипника №2 в вертикальной плоскости;

$X1 = E_x + L2.Sx/D$  - перемещение подшипника №1 в горизонтальной плоскости;

$X2 = E_x + L1.Sx/D$  - перемещение подшипника №2 в горизонтальной плоскости,

где  $D$  - диаметр полумуфты, на которой производят измерения.

После перемещения и фиксации опор проводят контрольное измерение расцентровки, при необходимости ее корректируют. Там, где это предусмотрено, устанавливают контрольные штифты, предотвращающие перемещения опор от вибрации и случайных нагрузок.

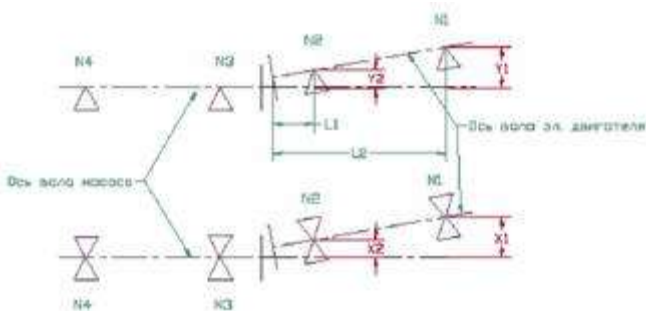


Рис. 8.

### Факторы, влияющие на центровку агрегата

Если шейки полумуфт валов агрегата имеют прогиб, то отцентровать их в пределах нормы невозможно, т. к. величина прогиба будет оказывать влияние на измерение центровки.

При работе насоса центровку могут нарушить нагрузки от трубопроводов при разрушении опор или недостаточной компенсации их деформаций.

По требованиям ТУ трубопроводы не должны передавать нагрузок на насос.

Центровка - тонкая заключительная сборочная операция, поэтому на стадии ремонта необходимо выявить и устранить все неисправности агрегата и причины расцентровки.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Произвести центровку валов по полумуфтам
4. Выполнить расчет центровку валов по полумуфтам
5. Указать факторы, влияющие на центровку агрегата
6. Сделать вывод

#### **Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 5**

#### **Проверка соосности валов горизонтального насосного агрегата**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить проверку соосности валов горизонтального насосного агрегата

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

Уметь:

- выполнять проверку соосности валов горизонтального насосного агрегата

### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Валы

### **Задание:**

- изучить проверку соосности валов горизонтального насосного агрегата

### **Краткие теоретические сведения:**

В горизонтальных насосах валы насоса и электродвигателя соединяются полумуфтами различных конструкций. Одно из основных условий нормальной работы насосного агрегата - плотная и правильная посадка полумуфт на валах, Центровка валов осуществляется изменением положения двигателя, так как насос жестко связан с трубопроводами.

Положение двигателя по высоте регулируется подбором сменных прокладок, устанавливаемых под опорными лапами, а в горизонтальной плоскости - смещением его по поверхности фундаментной плиты. Прокладки выбирают такой толщины, чтобы общее количество их под одной лапой не превышало трех. При большем количестве крепление теряет жесткость.

Проверку соосности валов маломощных двигателей осуществляют с помощью щупа и линейки. В этом случае зазоры измеряют щупом при повороте полумуфт через каждые 90 градусов. Если сумма величин диаметрально противоположных замеров не выходит за пределы допусков, приведенных в табл. 5, то соосность можно считать удовлетворительной.

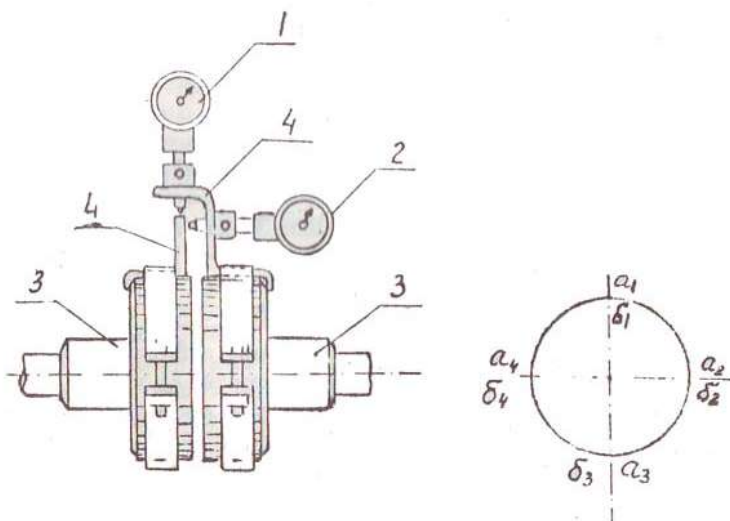
Для более мощных и высокооборотных двигателей предварительную установку и проверку соосности также проводят с помощью щупа и линейки. Более точную установку осуществляют с использованием приборов, борцовое и радиальное биение полумуфт проверяют индикаторами часового типа, устанавливаемыми с помощью скоб, жестко закрепленных на полумуфтах.

Приняв вертикальное положение скоб за нулевое и установив в этом положении стрелки индикаторов на нуле, поворачивают валы насоса и двигателя совместно со скобами последовательно на 90, 180, 270 градусов и записывают показания индикаторов в каждом положении. Для большей наглядности результатов следует записывать в круговую диаграмму, изображенную на рис. 1.

Как правило, насосные агрегаты, прошедшие капитальный ремонт и принятые в эксплуатацию, после работы в течении 24-х часов ставятся в ре-

зерв. Насосные агрегаты, находящиеся в резерве, периодически, не реже одного раза в месяц, должны быть опробованы в работы по 8 - 12 часов.

Не рекомендуется равномерное использование ресурсочасов всех насосов, так как это может привести к одновременному износу рабочих и резервных агрегатов и одновременному выходу их из строя.



Проверка соосности валов горизонтального насоса:  
 1- индикатор для замены радиального биения; 2- индикатор для замера торцевого биения; 3- полу- муфты; 4- скобы

Излом осей в горизонтальной плоскости вычисляют по формуле (2)

$$П_{\Gamma} = \frac{a_2 + b_4}{2} - \frac{a_4 + b_2}{2}$$

Излом осей в вертикальной плоскости вычисляют по формуле (3)

$$P_B = \frac{a_I + b_3}{2} - \frac{a_3 + b_I}{2}$$

Полученную соосность валов по полумуфтам считают удовлетворительной, если величины излома не будут превышать величины, приведенные в табл. 5.

Таблица 5

Скорость вращения, об/мин	Допускаемые величины переноса муфт, мм			
	жесткой	упругой	пальцевой	зубчатой
до 3000	0,04	0,06	0,06	0,1
до 1500	0,06	0,08	0,08	0,12
до 750	0,08	0,1	0,1	0,15

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Произвести проверку соосности валов горизонтального насосного агрегата
4. Выполнить расчет и заполнить таблицу
5. Сделать вывод

#### Форма представления результата:

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### Практическое занятие № 6

#### Основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения

#### Формируемые компетенции:

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматиче-

ских приводов.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений определять и устранять неполадки в гидросистемах

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять и устранять неполадки в гидросистемах

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

**Задание:**

- изучить основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения

**Краткие теоретические сведения:**

При эксплуатации гидропривода ввиду сложности конструкции многих его элементов, неизбежно возникают различного рода неисправности, которые необходимо вовремя определять и устранять.

В таблице 4.1 приводятся основные неполадки в гидросистемах машин, их причины и способы устранения.

Таблица 4.1

№ п/п	Неполадки	Возможные причины	Способ устранения
1	Насос не подает жидкость в систему	Неправильное направление вращения вала насоса В баке мало рабочей жидкости Засорился всасывающий трубопровод Подсос воздуха во всасывающей трубе Поломка насоса	Изменить вращение вала Долить жидкость до отметки маслоуказателя Прочистить трубопровод Подтянуть соединение Устранить повреждения или заменить насос

		<p>Велика вязкость жидкости</p> <p>Засорился демпфер переливного клапана</p>	<p>Заменить жидкость</p> <p>Промыть клапан и прочистить демпферное отверстие</p>
2	Насос не создает давления в системе	<p>Насос не подает жидкость в систему</p> <p>Большой износ насоса (внутренние утечки велики)</p> <p>Большие внешние утечки по валу через корпус насоса</p> <p>Большие внутренние утечки в гидросистеме</p> <p>"Завис" золотник предохранительного клапана или не "сел" на седло переливной клапан</p> <p>Уменьшение вязкости масла вследствие его нагрева (обычно выше 50 С)</p>	<p>См. пункт 1</p> <p>Проверить производительность насоса на холостом ходу и под нагрузкой. При объемном КПД ниже паспортного заменить насос.</p> <p>Заменить уплотнения. Проверить, нет ли раковин, трещин и т.д. При их обнаружении заменить насос</p> <p>Заменить уплотнения. Проверить узлы гидросистемы на герметичность и отремонтировать</p> <p>Разобрать и промыть клапан, проверить состояние демпфера, пружины, шарика и его седла</p> <p>Улучшить условия охлаждения масла</p>
3	Шум и вибрация в системе	<p>Большое сопротивление во всасывающем трубопроводе</p> <p>Мала пропускная способность фильтра или он засорился</p> <p>Подсос воздуха во всасывающей трубе</p> <p>Засорился сапун в баке</p> <p>Вибрация клапана</p> <p>Резкое изменение проходного сечения трубопроводов</p> <p>Нежесткое крепление трубопроводов</p>	<p>Увеличить проходное сечение труб</p> <p>Заменить фильтр или промыть его</p> <p>Подтянуть соединения</p> <p>Прочистить сапун</p> <p>Разобрать и проверить демпфирующие каналы</p> <p>Увеличить и выправить проходные сечения трубопроводов</p> <p>Закрепить трубопроводы</p>

4	Неравномерное движение рабочих органов	<p>Наличие воздуха в гидросистеме  Давление настройки предохранительного клапана близко к давлению, необходимому для движения рабочих органов  Малое противодействие на сливе из цилиндра</p> <p>Механическое заедание подвижных частей гидроцилиндра  Неравномерная подача масла насосом. Шум и стук в насосе вследствие поломки одной из лопаток или плунжера</p>	<p>Выпустить воздух из системы  Настроить предохранительный клапан на давление на 0,5...1,0 МПа больше, чем давление, необходимое для движения рабочих органов  Повысить сопротивление на сливе (регулировкой дросселя или подпорного клапана)  Отремонтировать гидроцилиндр</p> <p>Заменить насос</p>
5	Резкое уменьшение скорости движения при росте нагрузки	<p>Большие внутренние или внешние утечки в элементах гидросистемы  Регулятор скорости заедает в открытом положении</p> <p>Предохранительные и перепускные клапаны отрегулированы на низкое давление</p>	<p>См. пункт 2</p> <p>Разобрать регулятор скорости, проверить исправность пружины и плавность перемещения золотника. Устранить дефекты, промыть и собрать регулятор  Настроить предохранительные и перепускные клапаны</p>
6	Постепенное уменьшение скорости движения рабочего органа	<p>Загрязнение рабочей жидкости  Засорение фильтров, дросселей и других аппаратов системы  Облитерация (заращивание) щелей дросселя</p> <p>Износились уплотняющие поверхности гидроагрегатов или снизилась вязкость рабочей жидкости</p>	<p>Заменить жидкость и промыть гидросистему  Промыть аппаратуру</p> <p>Увеличить минимальное открытие дросселя или установить дроссель с меньшим минимальным расходом  Заменить износившиеся гидроагрегаты или заменить рабочую жидкость</p>
7	Повышенное давление в на-	Повысились потери давления в системе из-за неправильного	Заменить аппаратуру, установить трубопроводы с большим про-



	гнетательной линии при холостом ходе	выбора аппаратуры, уменьшенного проходного сечения трубопроводов, а также в результате некачественного монтажа Засорился канал управления переливным клапаном распределителя Повышенные механические сопротивления движению рабочих органов	ходным сечением, исключить излишние изгибы, соединения и т.п.  Прочистить каналы распределителя  Устранить недостатки конструкции, отремонтировать штоки цилиндров и т.п.
8	Повышенный нагрев масла в системе	Повышенные потери давления в трубопроводах и гидроаппаратуре. Плохой отвод тепла от бака и трубопроводов Насос не разгружается во время пауз Неисправность терморегулирующей аппаратуры	См. пункт 7, а также улучшить теплоотвод от бака и труб  Проверить работу разгрузочного устройства, устранить дефекты Устранить неисправность
9	Обратный клапан пропускает жидкость при изменении направления потока	Клапан не прилегает седлу. Дефект рабочих кромок клапана или седла. Сломалась пружина клапана	Разобрать клапан, проверить состояние седла, конуса клапана и пружины. Устранить дефекты, промыть и собрать клапан
10	Предохранительный клапан не удерживает давления	Засорился демпфер или седло клапана. Потеря герметичности в системе дистанционной разгрузки Износился шарик или седло Сломалась пружина	Прочистить демпфер, промыть потоком жидкости  Заменить шарик или седло Заменить пружину.
11	Давление за редукционным клапаном отсутствует	Засорился демпфер или седло клапана Износился шарик или седло Сломалась пружина	См. пункт 10  См. пункт 10 См. пункт 10

12	Через дренажные отверстия идут большие утечки	Износились уплотнения Износились рабочие поверхности подвижных распределительных устройств	Заменить уплотнения Произвести ремонт или замену
13	Золотники с электрогидравлическим управлением не переключаются при включении электромагнита	Заедание золотника в корпусе (задир золотника). Заклинивание золотника при грязном масле или осевшей возвратной пружине. Густое масло затрудняет перемещение золотника Якоря электромагнитов не перемещаются на полную величину хода Расклепался конец толкателя Засорилось дренажное отверстие в золотнике	Снять элетромагниты, проверить вручную перемещение золотника, проверить затяжку крепления корпуса золотника, промыть аппарат, сменить масло  Проверить напряжение в зажимах электромагнита, устранить заедание якоря при перемещениях Заменить толкатель Разобрать, промыть
14	Электромагниты гудят и перегреваются	См. пункт 13 Слишком сильны возвратные пружины Напряжение питающего тока не соответствует номиналу Расклепался якорь электромагнита	См. пункт 13 Заменить на более слабые  Отрегулировать напряжение электротока  Переклепать якорь
15	Обрыв и трещины маслопроводов с нарушением герметизации	Недопустимые деформации гибких рукавов Старение и износ гибких рукавов Резонансные колебания трубопроводов Значительные пики давления в гидросистеме	Довести конструкцию маслопровода  Заменить рукав Закрепить трубы скобами  Поставить перепускные клапаны и демпферы. Снизить скорость рабочего органа
16	Редукционный клапан не понижает давления или понижает недоста-	Регулирующая пружина сжата почти до полного прилегания витков. Золотник клапана заедает. Засорилась линия отвода масла после шарика в бак. Осела	Разобрать клапан промыть и заменить дефектные детали

	точно	регулирующая пружина. Засорилось демпферное отверстие золотника. Между шариком и седлом попала грязь или поврежден шарик	
17	Скорость подачи силового узла мала и падает при нагрузке (регулирование с помощью регулятора расхода)	Засорилась щель дросселя Ослабла пружина встроенного редукционного клапана или застрял золотник Повышение утечки в насосе и гидроагрегатах Большая вязкость масла	Разобрать и промыть с заменой дефектных деталей  Заменить износившиеся гидроагрегаты  Заменить масло
18	Поток масла не реверсируется золотником приточного исполнения	Заедание золотника в корпусе вследствие грязного масла, пережима крепежных болтов, неплоскостности монтажной поверхности, полома возвратных пружин, отсутствия давления управления Сбился толкатель электромагнита золотника управления. Сгорела катушка или расклепался якорь	Разобрать и промыть золотник. Ослабить крепежные болты. Повысить давление управления  Заменить дефектные детали
19	Масло и пена выбрасываются через заливную горловину маслобака или крышку встроенного сливного фильтра	Избыток масла в баке. Подсос воздуха в гидросистему  Засорился фильтр или повреждены уплотнения крышки фильтра Нет замедлительного клапана на сливе из цилиндра	Слить часть масла Подтянуть соединения всасывающей линии Промыть фильтр и заменить уплотнения

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя гидросхему для выполнения работы в соответствии с вариантом.

3. Вычертить в тетрадь гидросхему с обозначением всех основных элементов

4. Изучить основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения

5. Заполнить таблицу 4.2 возможные неисправности устройств заданной гидросхемы

Таблица 4.2

Неисправности насоса	Мероприятия по устранению	Проведение ремонтных работ
1. Гидрораспределитель		
2.		
3.		
п.		

6. Ответьте на вопрос

Как определяют и устраняют неполадки в работе гидросистем?

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Тема 1.3 Техническое обслуживание и ремонт гидромашин и аппаратуры**

**Практическое занятие № 7**

**Составление документации на ремонт**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.4. Организовывать и выполнять техническое диагностирование гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений и навыков по составлению документации на ремонт

**Выполнив работу, Вы будете:**

- уметь:
- составлять документацию на ремонт

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- составить образцы документов при выполнении технического обслуживания и ремонте оборудования

**Краткие теоретические сведения:**

Основным техническим документом, необходимым для производства плановых ремонтных работ, является дефектная ведомость. Дефектную ведомость составляет бригадир ремонтной бригады или техник ремонтных мастерских. Предварительную дефектную ведомость на средний и капитальный ремонты составляют за 2—3 месяца до ремонта во время одного из плановых осмотров. Окончательную дефектную ведомость составляют при разборке машины перед ремонтом. В дефектной ведомости перечисляют все дефекты отдельных деталей и узлов и указывают методы их устранения.

Ниже приводится примерная форма дефектной ведомости (см. таб.1).

Таблица 1

Лицевая сторона дефектной ведомости

Дата	Вид ремонта	Наименование оборудования	Завод-изготовитель	Модель или марка	Инвентарный номер	Место установки оборудования

Оборотная сторона дефектной ведомости

№ п/п	Наименование узла и детали	№ детали	Количество деталей		Снять эскиз	Дефекты узла и детали	Перечень ремонтных работ		Марка материала
			заменить	ремонтировать			краткий перечень операций	термоботка	

Окончательная дефектная ведомость является документом, определяющим объем работ при ремонте (см. таб.2).

Таблица 2

Ведомость дефектации деталей

№ п/п	Ведомость дефектации					Наименование оборудования, модель		Способ ремонта
	Деталь		Дефект			Выявление		
	Наименование	Материал	№ п/п	Вид	Величина	Метод	Средство	

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
3. Перечислить виды документации на ремонт оборудования
4. Занести все данные в таблицу №1
5. Заполнить таблицу №2
6. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Тема 1.4 Техническое обслуживание и ремонт систем смазки**

**Практическое занятие № 8  
Система жидкой смазки SKF**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.4. Организовывать и выполнять техническое диагностирование гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пнев-

матических систем.

**Цель работы:** формирование умений применения систем жидкой смазки SKF

**Выполнив работу, Вы будете:**  
уметь:

- пользоваться системами жидкой смазки SKF

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- изучить назначение, устройство, принцип работы системы жидкой смазки SKF

**Краткие теоретические сведения:**

*Системы смазки* позволяют полностью автоматизировать процесс смазывания производственно-технологического оборудования. Важность правильного, регулярного смазывания узлов и механизмов машин точно дозированным количеством смазочного материала трудно переоценить. Примерно 40% всех случаев преждевременного выхода из строя механического оборудования возникает в результате неправильного или недостаточного смазывания. Автоматизация данного процесса позволяет обеспечить подачу точного количества требуемой смазки во все точки смазывания через установленные интервалы времени. Возможность точной регулировки расхода смазки обеспечивает существенное снижение затрат и значительно более высокий уровень экологической безопасности по сравнению с менее точными традиционными технологиями смазывания.

**Системы смазки SKF Muurame**

Промышленные системы смазки SKF Muurame были разработаны в целях обеспечения бесперебойной работы производственного оборудования и предотвращения остановов в результате отказов машин. В основном они используются в целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, металлургической, горнодобывающей и других отраслях тяжелой промышленности. Конструкция данных систем позволяет использовать их как для смазывания отдельных машин, так и всего комплекса оборудования отдельных участков производства.

## SKF Safegrease 2



SKF Safegrease 2 (SG2) — двухмагистральная централизованная система смазки для оборудования целлюлозно-бумажной и других отраслей тяжелой промышленности. Данная система может использоваться как при наличии небольшого количества точек смазывания, так и в масштабе всего предприятия (комплексное решение Mill Wide).

Подача точного количества смазки позволяет предотвратить неисправности и остановки, возникающие в результате неправильного или недостаточного смазывания. При этом увеличивается ресурс производственно-технологического оборудования, снижается энергопотребление и расход смазки. Автоматизация процесса смазывания позволяет достичь оптимального смазывания и максимального уровня экологической безопасности. Устранение необходимости ручного смазывания позволяет снизить затраты, повысить уровень безопасности на рабочем месте и значительно увеличить надежность процесса смазывания.

Система SKF Safegrease 2 снабжена регулируемыми двухмагистральными дозаторами смазки, а также может поставляться в комплекте с распылительными насадками. Дозаторы имеют визуальный индикатор работы, а также возможна установка электронного индикатора с выводом сигнала в блок управления. Контроль и мониторинг работы системы осуществляется с помощью интегрированного блока управления или отдельного центра управления, обеспечивающего возможность мониторинга процесса работы



системы или нескольких систем смазки из одного места, мониторинга с помощью SMS-сообщений или в реальном времени с помощью программы Online PC.

### SKF Multilube



Централизованная система смазки SKF Multilube — это революционное и высокоэффективное решение для смазывания отдельных машин и оборудования. Она легка в установке и эксплуатации, имеет компактный насосный модуль, что обеспечивает функциональность ее применения на специфическом оборудовании даже при использовании на открытом воздухе. Высококачественная, надежная централизованная система смазки Multilube предотвращает выходы из строя подшипников и повышает эксплуатационные характеристики машин и оборудования. Централизованное смазывание позволяет достичь оптимальных результатов при минимальных затратах энергии и минимальном расходе смазки.

Multilube может использоваться как для одномагистральных, так и двухмагистральных систем смазывания, а также в системах с последовательными питателями. Данная система пригодна для следующих типов смазочных материалов: пластичные смазки классов NLGI 000-NLGI 2, а также масла. Контроль и мониторинг работы системы осуществляется с помощью интегрированного блока управления или отдельного центра управления, обеспечивающего возможность мониторинга с помощью SMS-сообщений. Кроме того, при использовании отдельного многоканального центра управления, возможно осуществлять контроль в реальном времени с помощью программы Online PC, а также управление сразу несколькими насосными модулями Multilube.

### SKF Flowline



Циркуляционные системы применяются там, где помимо непосредственного смазывания работающих узлов и механизмов необходимо дополнительное охлаждение. Такие системы должны обладать способностью подавать нужное количество высококачественного масла в каждую точку смазывания. Кроме того, работать в условиях высоких температур и обладать способностью очищать масло от абразивных частиц, продуктов окисления, воды и пузырьков воздуха.

В традиционных системах в активной циркуляции участвует менее половины общего объема масла, а фактическое время отстоя масла не превышает 10 минут. Отсутствие научного анализа технических характеристик масляных

резервуаров привело к тому, что в циркуляционных системах по-прежнему используются большеразмерные масляные резервуары с малоэффективными системами обезвоживания и удаления воздуха.

Система SKF Flowline лишена всех этих недостатков. Главная инновация системы Flowline состоит в изменении формы самого масляного резервуара. Кроме того, комплексное рассмотрение существующих проблем позволило инженерам SKF выявить возможности их решения на уровне всей системы в целом.

### SKF Safeflow



Расходомеры SKF Safeflow предназначены для контроля расхода масла, в циркуляционных системах смазки технологического оборудования.

Они могут быть откалиброваны под фактическую температуру и вязкость масла, имеют легкую систему визуальной индикации и могут быть легко оборудованы системой аварийной сигнализации. Расходомеры могут быть сгруппированы в единые блоки (до 10 штук), что позволяет уменьшить длину маслопроводов и упростить монтаж и контроль.

Прочный корпус из алюминия. Расходомерная трубка изготовлена из стекла и не подвержена воздействию высоких температур, минеральных и синтетических масел.

### Системы смазки SKF Vogel

Централизованные системы смазки используются для подачи смазочного материала из единого источника к отдельным точкам трения в узлах и меха-

низмах машины или станка. При этом уменьшается износ оборудования, а в некоторых случаях смазочный материал способствует охлаждению поверхностей трения.

Централизованные системы смазки SKF VOGEL практически не требуют техобслуживания. Техобслуживание ограничивается заменой масла в резервуаре, а также контрольными осмотрами точек смазывания, которые проводятся время от времени. Централизованные системы смазки подразделяются на системы проточного смазывания и циркуляционные системы. Системы смазки минимальным количеством (MQL) в основном используются в современных производственных процессах.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить назначение, устройство, принцип работы системы жидкой смазки SKF
3. Записать в тетрадь принцип работы систем жидкой смазки:  
SKF Safegrease 2  
SKF Multilube  
SKF Flowline  
SKF Safeflow
8. Вычертить схему системы жидкой смазки SKF
9. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 9**

### **Одномагистральные и двухмагистральные системы смазки**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.4. Организовывать и выполнять техническое диагностирование гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.5. Организовывать и выполнять техническое обслуживание гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений применения одномагистральных и двухмагистральных систем жидкой смазки

**Выполнив работу, Вы будете:**  
уметь:

- пользоваться магистральными системами жидкой смазки

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- изучить назначение, устройство, принцип работы одномагистральных и двухмагистральных систем жидкой смазки

**Краткие теоретические сведения:**

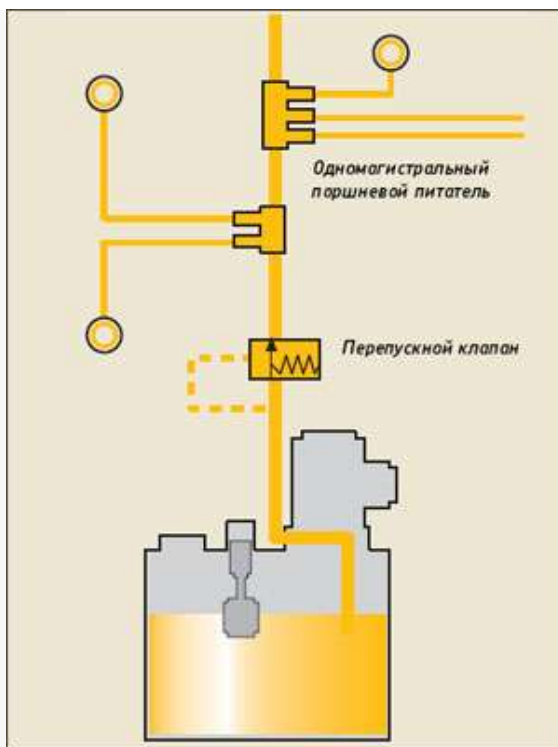
**Одномагистральные системы смазки**

*Области применения*

Обработывающие станки, печатные машины, ткацкие станки, упаковочные машины и многое другое.

*Принцип действия*

Одномагистральные (проточные) системы централизованной смазки разработаны для подачи в точки смазывания машины относительно небольшого количества смазочного материала. Они работают периодически, т. е. включаются через определенные интервалы времени. Одномагистральные системы могут быть рассчитаны на использование жидкой или пластичной смазки (класса NLGI 000, 00). Автоматические системы могут управляться по времени или нагрузке. Сменные дозирующие ниппели на распределителях делают возможным подавать нужное количество смазки при каждом ходе или рабочем цикле насоса. Диапазон дозирования составляет 0,01-1,5 см<sup>3</sup> на один импульс подачи смазки и одну точку смазывания.



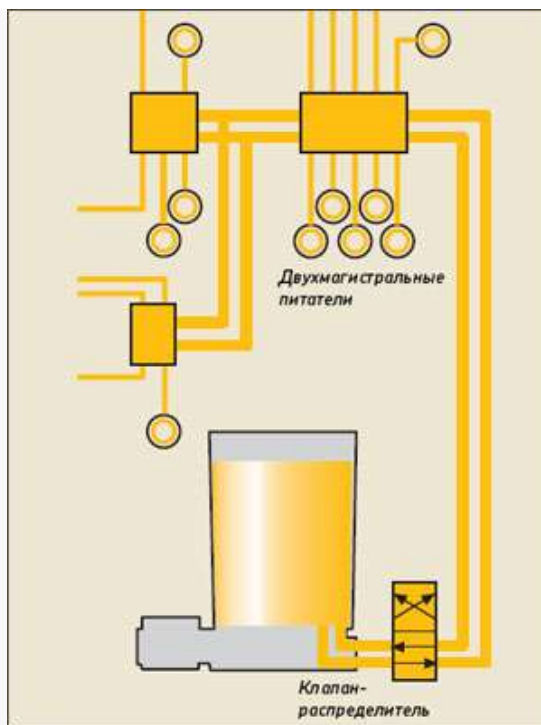
#### *Компоненты*

- Насосный агрегат (поршневой или шестеренчатый насос).
- Поршневые питатели.
- Дозаторы.
- Блок управления и контроля (в зависимости от конфигурации системы).

#### **Двухмагистральные системы смазки**

##### *Области применения*

Двухмагистральные системы предпочтительнее использовать для смазывания машин и оборудования с большим числом точек смазки, длинными трубопроводами и тяжелыми условиями эксплуатации. Это коксохимические и сталелитейные заводы, установки непрерывного литья, прокатные станы горячего и холодного проката, обрабатывающие линии, карьеры для добычи угля, угольные электростанции, цементные заводы, палубные краны и т. д.



### *Принцип действия*

Системы централизованной смазки имеют две магистрали, в которых попеременно создается и/или сбрасывается давление. Они созданы для использования с жидкой смазкой по стандарту ISO VG, с эксплуатационной вязкостью более  $50 \text{ мм}^2/\text{с}$ , а также с пластичной смазкой до класса NLGI 3. Двухмагистральные системы обычно разрабатываются как проточные системы смазки периодического действия.

### *Компоненты*

Двухмагистральные системы состоят в основном из насоса с резервуаром, клапана-распределителя, блока управления, двухмагистральных питателей, двух главных линий, а также соответствующих линий подачи смазки к точкам смазывания и фитингов.

### **Порядок выполнения работы:**

1. 1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить назначение, устройство, принцип работы системы жидкой смазки SKF
3. Записать в тетрадь принцип работы систем жидкой смазки:

SKF Safegrease 2  
SKF Multilube  
SKF Flowline  
SKF Safeflow

8. Вычертить схему системы жидкой смазки SKF
9. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 10** **Циркуляционные системы смазывания**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

**Цель работы:** формирование умений применения циркуляционных систем жидкой смазки

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- пользоваться циркуляционными системами жидкой смазки

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

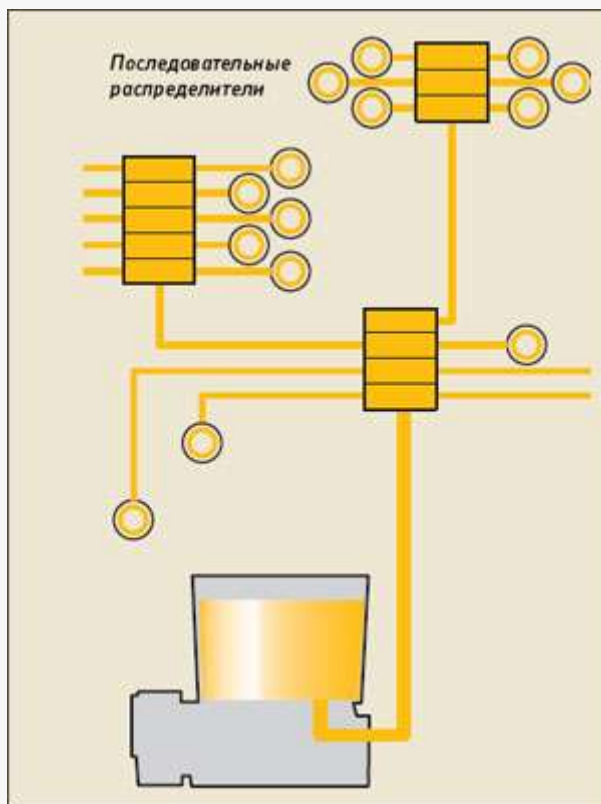
- изучить назначение, устройство, принцип работы циркуляционных систем жидкой смазки

**Краткие теоретические сведения:**  
**Последовательные системы смазки SKF**



### *Области применения*

Печатные машины, установки для розлива напитков, строительная техника, деревообрабатывающие станки, прессы, ветроэнергетические установки и многое другое.



### *Принцип действия*

Эти системы подают жидкую или пластичную смазку до класса NLGI 2 в периодическом режиме, с централизованным контролем или без него. Смазочный материал, подаваемый насосом, поступает в точки смазывания после распределителя последовательного действия. В каждую точку поступает заданное количество смазочного материала. Смазочный материал последовательно подается к точкам смазывания посредством перемещения поршней в распределителях. Количество смазочного материала определяется диаметром и ходом поршня распределителя, с обеих сторон распределителя.

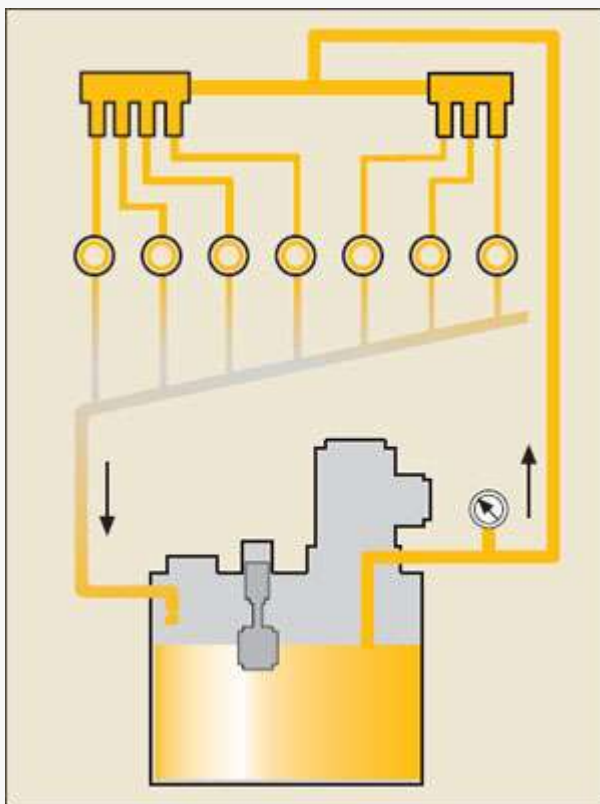
### *Компоненты*

Последовательная система состоит главным образом из насоса, дозаторов и системы управления. В этих системах применяются поршневые насосы с пневматическим или ручным, либо электрическим приводом.

### **Циркуляционные системы смазывания**

#### *Области применения*

Прессы, бумагоделательные машины, печатные машины и многое другое.



#### *Принцип действия*

Непрерывный поток масла, создаваемый насосом и затем распределяемый, требуется для машин и установок, которые потребляют большое количество масла для смазывания и охлаждения. Заданное количество масла подается в точки смазывания при помощи ограничителей расхода, регуляторов расхода, расходомеров и/или распределителей последовательного действия.

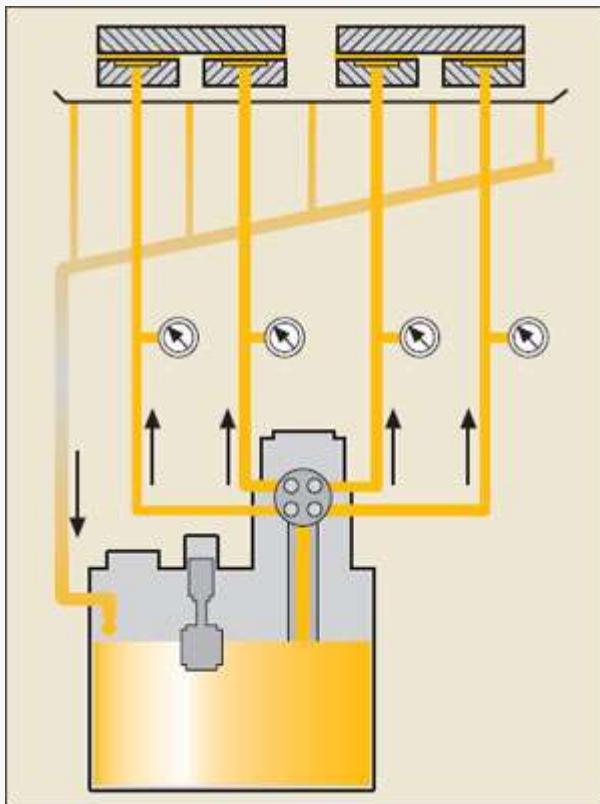
### *Компоненты*

Винтовые или шестеренчатые насосы, ограничители расхода, регуляторы расхода, расходомеры и дозаторы последовательного действия.

### **Многомагистральные циркуляционные системы смазывания**

#### *Области применения*

Направляющие на станинах станков.



#### *Принцип действия*

Многоконтурный насос, имеющий ряд выходных каналов, обеспечивает постоянную подачу масла в смазочные пазы на салазках для подачи заготовки. Вытекающее масло образует очень тонкую пленку, обеспечивая этим разделение поверхностей трения. Салазки для заготовки приподняты всего на несколько микронетров и буквально «плывут» по станине станка. Подбирая

размеры смазочных пазов, можно поддерживать давление в пазах в нужных пределах. Используется масло со средней вязкостью, кроме некоторых специальных областей применения. В том случае, если в опорных узлах имеются сильные колебания давления, можно использовать пропорциональный клапан-регулятор давления для подстройки величины давления на впуске к соответствующему давлению такого паза.

#### *Компоненты*

Многоконтурные шестеренчатые или героторные насосы, предохранительные клапаны, распределители, магистрали и маслопроводы.

Основные элементы объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией представлены на рис. 11.1.

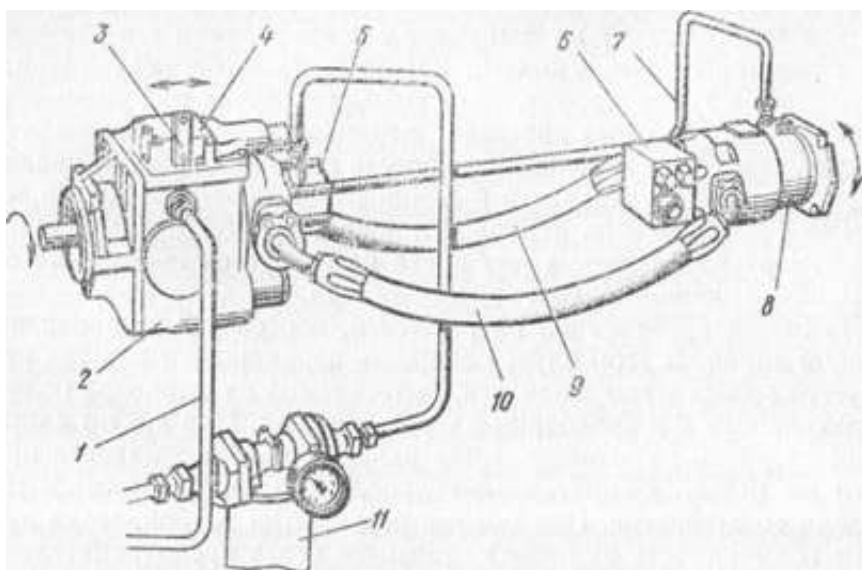


Рис. 11.1 Основные элементы объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией: 1, 7, 9, 10 — трубопроводы, 2, 5 — насосы, 3 — рычаг управления, 4 — предохранительный клапан, 6 — коробка, 8 — гидромотор, 11 — фильтр тонкой очистки

Излишек рабочей жидкости, подаваемой насосом подпитки, сбрасывается через переливной клапан в корпус регулируемого насоса или через сливной клапан в корпус гидромотора. Из корпуса гидронасоса этот излишек сразу поступает в бак по дренажному трубопроводу, а из корпуса гидромотора по трубопроводу через теплообменник, где рабочая жидкость охлаждается.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить назначение, устройство, принцип работы циркуляционной системы смазывания
3. Записать в тетрадь принцип работы
8. Вычертить схему циркуляционной системы смазывания
9. Ответьте на вопросы:  
    Как работают системы смазывания с циклической подачей масла?  
    Как осуществляют управление смазочными системами?
9. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 11**

### **Эксплуатация турбинных и промышленных масел**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

**Цель работы:** формирование умений выбора эксплуатационных масел

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- выбирать эксплуатационные масла

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- изучить свойства турбинных масел

**Краткие теоретические сведения:**

Турбинное масло относится к высококачественным дистиллятным маслам, получаемым в процессе перегонки нефти. В системе смазки и регулирования применяются турбинные масла (ГОСТ 32-53) следующих марок: турбинное 22п (турбинное с присадкой ВТИ-1), турбинное 22 (турбинное Л), турбинное 30 (турбинное УТ), турбинное 46 (турбинное Т) и турбинное 57 (турбо - редукторное). Масла первых четырех марок являются дистилляты - ми продуктами, а последнее получают смешением турбинного масла с авиационным.

В настоящее время применяется цифровая маркировка масел: цифра, характеризующая сорт масла, представляет собой кинематическую вязкость данного масла при температуре 50°C, выраженную в санти - стоках. Индекс «п» означает, что масло эксплуатируется с антиокислительной присадкой.

Турбинное масло 22 и 22п применяется для подшипников и системы регулирования турбогенераторов малой, средней и большой. мощности с частотой вращения ротора 3000 об/мин. Турбинное масло 22 применяется также для подшипников скольжения центробежных насосов с циркуляционной и кольцевой системой смазки. Турбинное 30 применяется для турбогенераторов с частотой вращения ротора 1500 об/мин и для судовых турбинных установок. Турбинные масла 46 и 57 используются для агрегатов, имеющих редукторы между турбиной и приводом (см. таб. 12. 1)

Таблица 12.1

## Свойства турбинных масел

Рабочая жидкость	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температ.		Индекс вязкости	Кислотное число, мк КОН на 1г масла	Темпер. вспышки в открыт. тигле	Темпер. застыв.	Плотность кг/м <sup>3</sup>
	Ниже нуля	+50С					
Турбинное Л	-	20-23	-	0,02	180	-15	901
Турбинное УТ	-	28-32	-	0,02	180	-10	901
Турбинное Т	-	44-48	-	0,05	195	-10	920
Турбо-редуктор	-	55-59	-	005	195	-	930

### *Условия работы турбинного масла.*

Условия работы масла в масляной системе турбогенератора считаются тяжелыми вследствие постоянного действия целого ряда неблагоприятных для масла факторов. К ним относятся:

#### 1. Воздействие высокой температуры

Нагрев масла в присутствии воздуха способствует усиленному его окислению. Изменяются и другие эксплуатационные характеристики масла. Вследствие испарения легкокипящих фракций увеличивается вязкость, уменьшается температура вспышки, ухудшается де - эмульсионная способность и т. д. Основной нагрев масла происходит в подшипниках турбины, где масло нагревается от 35—40 до 50—55°C. Масло главным образом нагревается за счет трения в масляном слое подшипника и частично за счет передачи тепла по валу от более нагретых частей ротора.

Температура масла, выходящего из подшипника, замеряется в сливной линии, что дает приблизительное представление о температурном режиме подшипника. Однако сравнительно низкая температура масла на сливе не исключает возможности местного перегрева масла вследствие несовершенства конструкции подшипника, некачественного изготовления или неправильной его сборки. Особенно это относится к упорным подшипникам, где различные сегменты могут быть нагружены по-разному. Такие местные перегревы способствуют усиленному старению масла, поскольку с увеличением температуры\* свыше 75— 80°C окисляемость масла резко возрастает. Масло может нагреваться и в самих картерах подшипников от соприкосновения с горячими стенками, нагреваемыми извне паром или за счет теплопередачи от корпуса турбины. Нагрев масла происходит также в системе регулирования— серводвигателях и маслопроводах, проходящих вблизи горячих поверхностей турбины и паропроводов.

#### 2. Распыливание масла вращающимися деталями турбоагрегата

Все вращающиеся детали — муфты, зубчатые колеса, гребни на валу, уступы и заточки вала, центробежный регулятор скорости и др.— создают разбрызгивание масла в картерах подшипников и колонках центробежных регуляторов скорости. Распыленное масло приобретает весьма большую поверхность соприкосновения с воздухом, всегда находящимся в картере, и перемешивается с ним. В результате масло подвергается интенсивному воздействию кислорода воздуха и окисляется. Способствует этому также большая скорость, приобретаемая частицами масла относительно воздуха.

В картерах подшипников происходит постоянный обмен воздуха за счет подсосывания его в зазор по валу в связи с несколько пониженным давлением в картере. Понижение давления в картере можно объяснить эжектирующим действием сливных маслопроводов. Особенно интенсивно разбрызгивают масло подвижные муфты с принудительной смазкой. Поэтому для уменьшения окисления масла эти, муфты окружаются металлическими ко-

жухами, уменьшающими разбрызгивание масла и вентиляцию воздуха. Защитные кожухи устанавливаются также и при жестких муфтах для того, чтобы уменьшить циркуляцию воздуха в картере и ограничить скорость окисления масла, находящегося в картере подшипника. Для предотвращения вытекания масла из корпуса подшипника в осевом направлении весьма эффективны маслоотбойные кольца и канавки, выточенные в баббите у концов подшипника в местах выхода вала. Особенно большой эффект дает применение винтокана - вочных уплотнений УралВТИ.

### 3. Воздействие содержащегося в масле воздуха

Воздух в масле содержится в виде пузырьков различного диаметра и в растворенном виде. Захват воздуха маслом. происходит в местах наиболее интенсивного перемешивания масла с воздухом, а также в сливных маслопроводах, где масло не заполняет всего сечения трубы и подсасывает воздух.

Прохождение масла, содержащего воздух, через главный масляный насос сопровождается быстрым сжатием воздушных пузырьков. При этом температура воздуха в крупных пузырьках резко возрастает. Вследствие быстроты процесса сжатия воздух не успевает отдать тепло окружающей среде, и поэтому процесс сжатия следует считать адиабатическим. Выделяющееся тепло, несмотря на ничтожно малую абсолютную величину и на кратковременность воздействия, существенно катализирует процесс окисления масла. Пройдя насос, сжатые пузырьки постепенно растворяются, а содержащиеся в воздухе примеси (пыль, зола, водяной пар и т. д.) переходят в масло и, таким образом, загрязняют и обводняют его.

Старение масла за счет содержащегося в нем воздуха особенно заметно в крупных турбинах, где давление, масла после главного маслонасоса велико, а это приводит к значительному повышению температуры воздуха в воздушных пузырьках со всеми вытекающими отсюда последствиями.

### 4. Воздействие воды и конденсирующегося пара

Основным источником обводнения масла в турбинах старых конструкций (без отсоса пара из лабиринтовых уплотнений) является пар.

Выбивающийся из лабиринтовых уплотнений и подсасывающийся в корпус подшипника. Интенсивность обводнения в этом случае в значительной мере зависит от состояния лабиринтового уплотнения вала турбины и от расстояния между корпусами подшипника и турбины. Другим источником обводнения является неисправность парозапорной арматуры вспомогательного турбомаслонасоса. Вода попадает также в масло и из воздуха вследствие конденсации паров и через м а ело ох л а д ите ли.

В питательных турбомаслонасосах с централизованной смазкой масло может обводняться за счет утечек воды из уплотнений насоса.

Особенно опасно обводнение масла, происходящее вследствие контакта масла с горячим паром. В этом случае масло не только обводняется, но и нагревается, что ускоряет старение масла. При этом образующиеся низко-



молекулярные кислоты переходят в водный раствор и активно воздействуют на металлические поверхности, контактирующие с маслом. Наличие воды в масле способствует образованию шлама, который оседает на поверхности маслобака и маслопроводов. Попадая в линию смазки подшипников, шлам может закупорить отверстия в дозирующих шайбах, установленных на нагнетательных линиях, и вызвать перегрев или даже выплавление подшипника. Попадание шлама в систему регулирования. может нарушить нормальную работу золотников, букс и других элементов этой системы.

Проникновение горячего пара в масло также приводит к образованию масляной эмульсии. В этом случае поверхность соприкосновения масла с водой резко увеличивается, что облегчает растворение в воде низкомолекулярных кислот. Масляная эмульсия может попасть в систему смазки и регулирования турбины и существенно ухудшить условия ее работы.

#### 5. Воздействие металлических поверхностей

Циркулируя в маслосистеме, масло постоянно находится в контакте с металлами: чугуном, сталью, бронзой, баббитом, что способствует окислению масла. Вследствие воздействия на металлические поверхности кислот образуются продукты коррозии, попадающие в масло. Некоторые металлы оказывают каталитическое действие на процессы окисления турбинного масла.

Все эти постоянно действующие неблагоприятные условия вызывают старение масла.

Признаками старения масла являются:

- 1) увеличение вязкости масла;
- 2) увеличение кислотного числа;
- 3) понижение температуры вспышки;
- 4) появление кислой реакции водной вытяжки;
- 5) появление шлама и механических примесей;
- 6) уменьшение прозрачности.

Интенсивность старения масла зависит от качества залитого масла, уровня эксплуатации маслохозяйства и конструктивных особенностей турбоагрегата и маслосистемы.

Масло, имеющее признаки старения, согласно нормам еще считается годным к эксплуатации, если:

- 1) кислотное число не превышает 0,5 мг КОН на 1 г масла;
- 2) вязкость масла не отличается от первоначальной более чем на 25%;
- 3) температура вспышки понизилась не более чем на 10°C от первоначальной;
- 4) реакция водной вытяжки — нейтральная;
- 5) масло прозрачно и не содержит воды и шлама.

При отклонении одной из перечисленных характеристик масла от норм и невозможности восстановить качество его на работающей турбине масло в кратчайший срок подлежит замене.

Важнейшим условием качественной эксплуатации маслохозяйства турбинного цеха является тщательный и систематический контроль качества масла.

Для масла, находящегося в эксплуатации, и предусматриваются два вида контроля: цеховой контроль и сокращенный анализ. Объем и периодичность этих видов контроля иллюстрируются табл. 5-4.

Процесс старения масла, находящегося в непрерывной эксплуатации, приводит к тому, что масло теряет свои первоначальные свойства и становится непригодным к использованию. Дальнейшая эксплуатация такого масла невозможна, и требуется его замена. Однако, учитывая высокую стоимость турбинного масла, а также количества, в которых оно применяется на электростанциях, рассчитывать на полную замену масла нельзя. Необходимо регенерировать отработанное масло с целью дальнейшего использования.

Регенерацией масла называется восстановление первоначальных физико-химических свойств бывших в эксплуатации масел.

Турбинное масло, загрязненное механическими примесями и незначительным количеством влаги (до 0,3%), очищают по способу осветления. При более значительном обводнении — по способу очистки.

На рис. 5-114 левая сторона барабана изображена собранной на работу по способу осветления, а правая — по способу очистки. Стрелками показаны потоки масла и отсепарированной воды.

Переход от одного способа работы сепаратора к другому требует переборки барабана и отводящих маслопроводов.

Производительность барабана, собранного по способу осветления на 20—30% выше, чем при сборке его по способу очистки. Для увеличения производительности сепаратора масло предварительно подогревают до 60—65°C в электрическом подогревателе. Этот подогреватель комплектуется вместе с сепаратором и имеет терморегулятор, ограничивающий температуру подогрева масла.

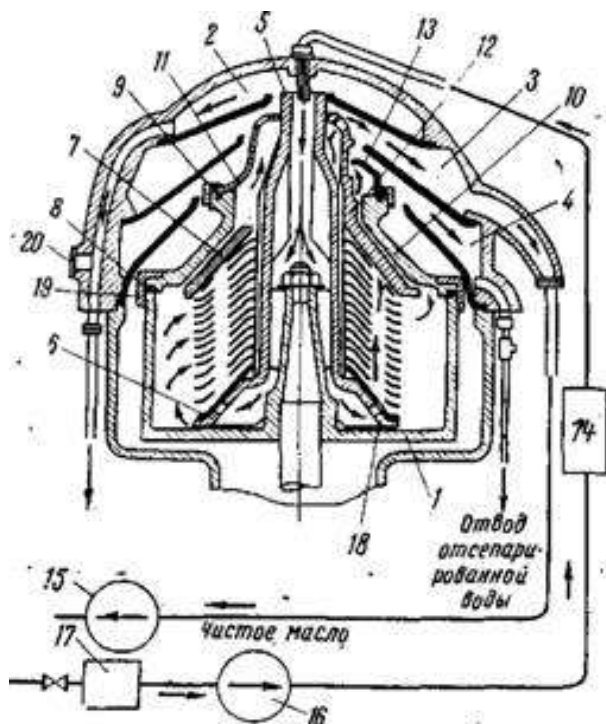


Рис. 12.1. Схема устройства тарельчатого сепаратора:

1 — барабан; 2 — камера отвода масла в случае переполнения барабана; 3 — камера чистого масла; 4 — камера отсепарированной влаги; 5 — дискодержатель; 6 — нулевая тарелка; 7 — верхняя тарелка кларификатора; 8, 9 — резиновые уплотнительные кольца; 10 — крышка барабана; 11 — горловина кларификатора; 12 — горловина пурификатора; 13 — регулирующее кольцо; 14 — подогреватель масла; 15 — насос откачки чистого масла; 16 — насос подачи грязного масла; 17 — фильтр; 18 — нижняя часть дискодержателя; 19 — гайка; 20 — смотровое стекло.

Индустриальные масла, дистиллятные нефтяные масла малой и средней вязкости ( $5-50 \text{ мм}^2/\text{с}$ ) при  $50^\circ\text{C}$ ), используемые в качестве смазочных материалов, преимущественно в узлах трения станков, вентиляторов, насосов, текстильных машин, а также как основа при изготовлении гидравлических жидкостей, пластичных и технологических смазок.

В эту группу входят масла, применяемые для смазывания всех видов зубчатых, червячных и винтовых передач различного промышленного обо-

рудования: металлорежущих и деревообрабатывающих станков, молотов, прессов, литейных и формовочных машин, лебедок, прокатных станов, мостовых кранов, конвейеров, лифтов, подъемников, вращающихся цементных печей, каландров, бумагоделательных машин, угольных комбайнов, текстильных и прядильных машин и др. Условия работы зубчатых передач настолько разнообразны, что для их смазывания требуется весьма широкий ассортимент смазочных материалов. В зависимости от требований к эксплуатационным свойствам применяют масла без присадок или с присадками, улучшающими противозадирные, противозносные, антиокислительные, антикоррозионные, депрессорные и деэмульгирующие свойства. Для узлов трения промышленного оборудования применяют преимущественно масла без присадок вязкостью от 12 (50°C) до 52 мм<sup>2</sup>/с (100°C).

#### Свойства индустриальных масел

Рабочая жидкость	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температ.		Индекс вязкости	Кислотное число, мк КОН на 1г масла	Темпер. вспышки в открыт. тигле	Темпер. застыв.	Плотность кг/м <sup>2</sup>
	Ниже нуля	+50С					
Индустр. 12	-	10-14	-	0,14	165	-30	876-891
Индустр. 20	-	17-23	-	0,2	170	-20	881-910
Индустр. 30	-	27-33	-	0,35	180	-15	886-916
Индустр. 45	-	38-52	-	0,15	190	-10	888-920
Индустр. 50	-	42-58	-	0,02	200	-20	890-930

В зависимости от области применения индустриальные масла, предназначенные для смазывания различного промышленного оборудования, можно подразделить на две группы - общего и специального назначения. За последние годы в связи с разработкой легированных индустриальных масел объем производства и ассортимент индустриальных масел существенно возросли. Сейчас из группы масел общего назначения выделяют такие, как масла для высокоскоростных механизмов, гидравлических систем и зубчатых передач промышленного оборудования, направляющих скольжения станочного оборудования.

В марках всех индустриальных масел цифра показывает значение кинематической вязкости при 50°C. Индустриальные масла общего назначения

служат для смазывания наиболее широко распространенных узлов и механизмов оборудования различных отраслей промышленности. Представляют собой очищенные дистиллятные и остаточные или смесь дистиллятных и остаточных масел без присадок. Масла И-5А, И-8А используют в малонагруженных высокоскоростных механизмах, контрольно-измерительных приборах, а также на различных технологических линиях (изготовления кремов, жирования кож и т.д.). Наибольшее распространение имеет масло И-12А: узлы трения текстильных машин, металлорежущих станков, работающих с частотой вращения до 5000 мин<sup>-1</sup>, подшипники электродвигателей, объемные гидроприводы и т.д. Масла И-20А, И-30А, И-40А, И-50А находят применение в гидросистемах различного станочного оборудования, мало- и средненагруженных зубчатых передач, гидросистемах промышленного оборудования, строительного-дорожных и других машин.

Масла для высокоскоростных механизмов (текстильных машин, металлорежущих станков, сепараторов и др.). Для этих целей используют маловязкие масла И-5А, И-8А общего назначения, а также масла ИГП-2, ИГП-4, ИГП-6, ИГП-8, ИГП-14, эксплуатационные свойства которых улучшены антиокислительной, противоизносной, антикоррозионной присадками.

Масла для гидравлических систем промышленного оборудования. Гидравлический привод используется в промышленности чрезвычайно широко. В малонагруженных системах, не предъявляющих высоких требований к качеству масел, используют масла общего назначения требуемой вязкости. Значительно выше эксплуатационные свойства масел серии ИГП за счет антиокислительной, противоизносной, антигравейной присадок.

Масла ИГП-18, ИГП-30, ИГП-38, ИГП-49 обеспечивают надежную работу гидросистем станков, автоматических линий, прессов, различного типа редукторов, вариаторов. Более вязкие масла ИГП-72, ИГП-91, ИГП-114 используют в гидросистемах тяжелого прессового оборудования, тяжелых зубчатых и червячных редукторах. Для гидросистем станков и автоматических линий могут быть также использованы масла ВНИИ НП-403 и ВНИИ НП-406 (аналоги масел ИГП-30 и ИГП-49).

Масла для зубчатых передач и червячных механизмов. Условия работы передач очень разнообразны, поэтому необходим широкий ассортимент масел. Здесь могут быть применены различной вязкости индустриальные масла общего назначения, серии ИГП. Кроме того, существуют специализированные масла ИРп-40, ИРп-75, ИРп-150 с присадками, улучшающими противозадирные, противоизносные, антиокислительные и антифрикционные свойства. Их используют в зубчатых передачах, работающих при высоких нагрузках, в том числе ударных, а также в циркуляционных системах. Повышенной смазочной способностью обладают масла серии ИСП (ИСП-25, ИСП-40, ИСП-65, ИСП-110). Их применяют в коробках скоростей и подач, редукторах, моторредукторах и других механизмах станочного оборудо-

дования и автоматических линий. Аналогично назначение тяжелых масел ИГП-152, ИГП-182.

Для смазывания тяжелонагруженных зубчатых и червячных редукторов, коробок скоростей, подшипников узлов, работающих при высоких нагрузках и температуре, используют вязкие масла серии ИТП (ИТП-200, ИТП-300) с противозадирной, антифрикционной и антиокислительной присадками.

Для малонагруженных зубчатых передач, включая открытые, промышленного оборудования, подъемно-транспортных машин используют масло трансмиссионное (нигрол) летнее и зимнее с минимальной рабочей температурой соответственно  $-10^{\circ}\text{C}$  и  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Масла для направляющих скольжения используют там, где нужно получить равномерные (без скачков) медленные и точные установочные перемещения сопрягаемых поверхностей суппортов, столов и других узлов станков. Масла для направляющих скольжения серии ИНСп в своем составе содержат противоскачковую, адгезионную, противозадирную, солибилизирующую присадки. Масло ИНСп-40 используют для горизонтальных направляющих станков, ИНСп-65 - для тяжелонагруженных горизонтальных, вертикальных направляющих при общей системе смазки, ИНСп-110 - для вертикальных и горизонтальных направляющих, в том числе горизонтальных с вертикальными гранями большой площади.

Для гидросистем и направляющих скольжения металлорежущих станков при подаче масла из общего резервуара предназначены масла ИГНСп-20, ИГНСп-40. Для направляющих скольжения и высокоскоростных прядильных машин используют масло ВНИИ НП-401.

Масла индустриальные специального назначения предназначены для использования в узких или специфических областях.

*Ниже приведены основные нормируемые для индустриальных масел показатели качества.*

*Плотность* непосредственно связана с такими важными свойствами, как вязкость и сжимаемость. Она существенно влияет на передаваемую гидropередачей мощность и определяет запас энергии в масле при его циркуляции. Применение масел высокой плотности позволяет существенно уменьшить размеры гидropередачи при той же мощности. При повышении плотности плотность масел возрастает вследствие их сжимаемости:

*Вязкость* - одно из важных свойств, имеющих эксплуатационное значение, общее для большинства масел..

Вязкость масла в значительной степени зависит от давления. Это имеет особое значение при смазывании механизмов, работающих с большими удельными нагрузками и высоким давлением в узлах трения, что должно учитываться при конструировании и расчетах механизмов

*Индекс вязкости* характеризует вязкостно-температурные свойства масел. Для перевода одних единиц вязкости в другие, для расчета вязкости смеси смазочных масел и для расчета изменения вязкости от температуры или определения индекса вязкости масел следует пользоваться соответствующими формулами, номограммами, таблицами и графиками (ГОСТ 25371-82 устанавливает два метода расчета индекса вязкости (ИВ) смазочных масел по кинематической вязкости при 40°C и 100°C, там же приведены формулы и таблицы для определения ИВ.).

Индекс вязкости 85 и выше указывает на хорошие вязкостно-температурные свойства. Для гидравлических систем современного оборудования необходимы масла с индексом вязкости более 100 и загущенные масла с индексом вязкости 110 - 200. Этот показатель особенно важен для масел, применяемых в условиях, когда при изменении рабочих температур недопустимо даже незначительное изменение вязкости (например, для гидравлических систем, высокоскоростных механизмов, для гидродинамических направляющих скольжения и др.). Как правило, промышленные масла эксплуатируются при сравнительно низких температурах (50°C - 60°C), поэтому в соответствии с ГОСТ 4.24-84 нормирование индекса вязкости не обязательно.

*Температура застывания* определяется в статических условиях (в пробирке) и не характеризует надежно подвижность масла при низкой температуре в условиях эксплуатации. Характеристикой подвижности масел при низкой температуре служит вязкость при соответствующей температуре, верхний предел которой зависит от условий эксплуатации и конструкции механизмов. Применение присадок позволяет снизить температуру застывания масел. Данные по температуре застывания масел необходимы при проведении нефтескладских операций (слив, налив, хранение).

*Температура вспышки* - это температура, при которой пары масла образуют с воздухом смесь, воспламеняющуюся при поднесении к ней пламени. Характеризует огнеопасность масла и указывает на наличие в нем низкокипящих фракций. Ее определяют в приборах открытого и закрытого типа. В открытом приборе температура вспышки нефтяных масел на 20°C - 25°C выше, чем в закрытом.

*Зольность* - количество неорганических примесей, остающихся от сжигания навески масла, выраженное в процентах к массе масла. Высокая зольность масел без присадок указывает на недостаточную их очистку, т. е. на наличие в них различных солей и несгораемых механических примесей, и содержание зольных присадок в легированных маслах. Обычно зольность масел составляет 0,002- 0.4 % (масс.).

*Содержание механических примесей, воды, селективных растворителей и водорастворимых кислот и щелочей.*

По этим показателям контролируют качество масел при их производстве, а также при определении их срока службы для оценки пригодности его для дальнейшего применения (отсутствие или определенная норма в маслах загрязнений и веществ, агрессивных по отношению к металлическим поверхностям).

*Цвет* - показатель степени очистки и происхождения нефтяных масел. Некоторые присадки, вводимые в масла, ухудшают их цвет. Изменение цвета масел в процессе эксплуатации косвенно характеризует степень их окисления или загрязнения.

*Кислотное число* также характеризует степень очистки нефтяных масел (без присадок) и отчасти их стабильность в процессе эксплуатации и хранения. В присутствии присадок увеличивается кислотное число и в то же время повышается стабильность масел при длительной эксплуатации и хранении.

*Содержание серы* зависит от природы нефти, из которой выработано масло, а также глубины его очистки. При применении процессов гидрооблагораживания содержание серы в масле указывает на глубину процесса гидрирования. В очищенных маслах из сернистых нефтей сера содержится в виде органических соединений, не вызывающих в обычных условиях коррозии черных и цветных металлов. Агрессивное действие серы возможно при высоких температурах, например, при использовании масел в качестве закалочной среды, контактирующей с раскаленной поверхностью металла. Масла с присадками, в состав которых входит сера, содержат больше серы, чем базовые масла. Серусодержащие присадки вводят в масло для улучшения его смазывающих свойств.

*Антиокислительная стабильность* индустриальных масел в процессе эксплуатации и хранения - одна из важных характеристик их эксплуатационных свойств. По антиокислительной или химической стабильности определяют стойкость масла к окислению кислородом воздуха. Все нефтяные масла, соприкасаясь с воздухом при высокой температуре, взаимодействуют с кислородом и окисляются. Недостаточная антиокислительная стабильность масел приводит к быстрому их окислению, сопровождающемуся образованием растворимых и нерастворимых продуктов окисления (органических кислот, смол, асфальтенов и др.). При этом в масле появляются осадки в виде шлама, нарушающие циркуляцию масла в системе и образующие агрессивные продукты, которые вызывают коррозию деталей машин. Срок службы масла при окислении значительно сокращается, повышается его коррозионность, ухудшается способность отделять воду и растворенный воздух. На окисление масла влияют многие факторы: температура, ценообразование, содержание воды, органических кислот, металлических продуктов изнашивания и других загрязнений.



Химически стабильные масла, работоспособные при высокой температуре, должны создаваться на базе глубокоочищенных базовых масел с антиокислительными присадками. Современные легированные индустриальные масла для улучшения антиокислительной стабильности содержат специальные присадки. Особенно важны антиокислительные свойства для масел, работающих в узлах трения и механизмах при повышенной температуре и при интенсивной циркуляции и перемешивании.

*Защитные (консервационные) свойства* определяют способность индустриальных масел предотвращать агрессивное действие на детали машин органических кислот, содержащихся в маслах и образующихся в результате окисления при наличии влаги, попадающей в масла в процессе эксплуатации (конденсация из воздуха, охлаждающая вода и др.), а также веществ, агрессивных по отношению к некоторым металлам. Коррозия черных металлов возникает при попадании в масло воды, а коррозия цветных металлов и сплавов вызывается действием органических кислот, образующихся при окислении масла и некоторых присадок. Вода, а также частицы продуктов коррозии стимулируют коррозионную агрессивность органических кислот. Кроме того, попадая в зону трения, частички продуктов коррозии действуют как абразив и повышают интенсивность изнашивания. Коррозия цветных металлов усиливается с повышением температуры. Защитные свойства улучшаются при введении в масло маслорастворимых ингибиторов коррозии, антикоррозионных присадок, которые препятствуют контакту металла с влагой и органическими кислотами.

*Смазывающие свойства* характеризуют способность масел улучшать работоспособность поверхностей трения путем максимального уменьшения износа и трения. Они оцениваются показателем износа, антифрикционными и противозадирными свойствами. Смазывающие свойства масел позволяют судить об их способности предотвращать любой вид удаления материала с контактирующих поверхностей (умеренный износ, задир, выкрашивание, коррозионно-механический, абразивный и др.). При работе узлов и механизмов в условиях гидродинамического режима трения требования по смазывающим свойствам обеспечиваются нефтяными маслами соответствующей вязкости без присадок. При работе узлов и механизмов в условиях граничной смазки смазывающие свойства масел не обеспечиваются естественным составом нефтяных масел. Учитывая, что при работе машин и механизмов имеет место как граничная (при пуске, остановке), так и гидродинамическая (в рабочих условиях, например, гидравлической системы) смазка, к большинству индустриальных масел предъявляют более жесткие требования по показателю износа, чем к маслам без присадок. Для предотвращения износа и заедания в масло вводят соответствующие присадки, которые на поверхности трения при определенных температурах создают защитные пленки.

В некоторых конструкциях лопастных насосов при высоких частотах вращения, нагрузках и локальных температурах создаются условия, при которых масляная пленка разрушается с образованием контакта металл - металл; наступает катастрофический износ.

При использовании гидравлических масел с противоизносными присадками следует иметь в виду, что некоторые из них, например, диалкилдитиофосфаты цинка, способствуют повышенному коррозионному износу деталей из медных сплавов. Это необходимо учитывать при подборе масел для насосов и других механизмов, детали которых выполнены из определенных марок бронзы для обеспечения минимального трения при запуске. В этом случае следует применять масла с антиокислительными и антикоррозионными или противоизносными присадками, нейтральными по отношению к сплавам из меди.

*Антифрикционные свойства* промышленных масел не нормируют, но они косвенно характеризуют смазывающую способность.

*Антипенные свойства* оценивают способность масел выделять воздух или другие газы без появления пены. Образование пены приводит к потерям масла, увеличению его сжимаемости, ухудшению смазывающей и охлаждающей способностей, вызывает более интенсивное окисление масла. Способность противостоять вспениванию особенно важна для масел, используемых в гидравлических системах и для смазывания высокоскоростных механизмов, так как при их контакте с атмосферой при обычной температуре содержание растворенного воздуха достигает 8 - 9% (об.). Большинство современных легированных масел содержат антипенные присадки, которые способствуют разрушению пузырьков пены на поверхности и предотвращают пенообразование.

*Деэмульгирующие свойства* свидетельствуют о способности масла обеспечивать быстрой отстой воды. Масла с плохими деэмульгирующими свойствами при обводнении образуют стойкие водомасляные эмульсии. При этом уменьшается вязкость масла, ухудшаются условия трения, металлические поверхности подвергаются коррозии, повышается температура застывания и т. д. Эти свойства нефтяных масел улучшаются введением в них деэмульгаторов.

*Содержание активных элементов.* Определяя содержание цинка, фосфора, серы, хлора и других активных элементов, контролируют количество вводимых в легированные масла присадок при производстве.

Для промышленных масел специального назначения дополнительно нормируют такие показатели качества, как липкость, смываемость, эмульгируемость, стабильность вязкости загущенных масел, степень чистоты и др. В связи с ужесточением требований к эксплуатационным свойствам промышленных масел нормируемые показатели их качества будут, очевидно, дополняться новыми.

Основным видом загрязнений промышленных масел являются механические примеси, поступающие от трущихся смазываемых рабочих поверхностей, а также сконденсированная влага. Кроме того, по мере эксплуатации в маслах накапливаются продукты окисления углеводородной основы, находящиеся в маслах в растворенном и коллоидном состоянии, которые также изменяют физико-химические свойства масла. Удаление продуктов загрязнений из промышленного масла способствует продлению срока службы как самих масел, так и смазываемых ими деталей механизмов.

### **Методы регенерации (очистки) промышленного масла:**

**Физические методы очистки масла** позволяют удалять из масел твердые частицы загрязнений, микрокапли воды и частично – смолистые и коксообразные вещества, а с помощью выпаривания – легкокипящие примеси. Масла обрабатываются в силовом поле с использованием гравитационных, центробежных и реже электрических, магнитных и вибрационных сил, а также фильтрование, водная промывка, выпаривание и вакуумная дистилляция. К физическим методам очистки отработанных масел относятся также различные массо- и теплообменные процессы, которые применяются для удаления из масла продуктов окисления углеводородов, воды и легкокипящих фракций.

**Отстаивание** является наиболее простым методом очистки масла, он основан на процессе естественного осаждения механических частиц и воды под действием гравитационных сил. В зависимости от степени загрязнения топлива или масла и времени, отведенного на очистку, отстаивание применяется либо как самостоятельно, либо как предварительный метод, предшествующий фильтрации или центробежной очистке. Основным недостатком этого метода является большая продолжительность процесса оседания частиц до полной очистки, удаление только наиболее крупных частиц размером 50-100мкм.

**Фильтрация** – процесс удаления частиц механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров. В качестве фильтрационных материалов используют металлические и пластмассовые сетки, войлок, ткани, бумагу, композиционные материалы и керамику. Во многих организациях эксплуатирующих СДМ реализован следующий метод повышения качества очистки моторных масел – увеличивается количество фильтров грубой очистки и вводится в технологический процесс вторая ступень – тонкая очистка масла.

**Центробежная очистка масла** осуществляется с помощью центрифуг и является наиболее эффективным и высокопроизводительным методом удаления механических примесей и воды. Этот метод очистки основан на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы. Применение центрифуг обеспечивает очистку масел от

механических примесей до 0,005% по массе, что соответствует 13 классу чистоты по ГОСТ 17216-71 и обезвоживание до 0,6% по массе.

Физико-химические методы очистки масла нашли широкое применение, к ним относятся коагуляция, адсорбция и селективное растворение содержащихся в масле загрязнений, разновидностью адсорбционной очистки является ионно-обменная очистка.

### Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
3. Изучить свойства эксплуатационных масел
4. Заполнить таблицы 1,2

Свойства турбинного масла

Наименование, марка масла	
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	
Температура вспышки в открытом тигле, °С	
Температура застывания, °С	
Кислотное число, мг КОН/г	
Зольность, %	
Плотность, при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	
Область применения	

Свойства индустриального масла

Наименование, марка масла	
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	
Температура вспышки в открытом тигле, °С	
Температура застывания, °С	
Кислотное число, мг КОН/г	
Зольность, %	
Плотность, при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	
Область применения	

5. Запишите неблагоприятные факторы для условия работы турбинного масла.

6. Ответьте на вопросы:

Как работают системы смазывания с циклической подачей масла?

Как осуществляют управление смазочными системами?

7. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.

Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Тема 1.5 Монтаж и наладка гидравлических и пневматических систем и систем смазки**

### **Практическое занятие № 12**

#### **Монтаж и наладка горизонтального насосного агрегата**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и наладку горизонтального насосного агрегата

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и наладку горизонтального насосного агрегата

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:** изучить монтаж и наладку горизонтального насосного агрегата

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить монтаж и наладку горизонтального насосного агрегата
3. Составить алгоритм составления схем монтажа по заданным условиям
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 13**

**Подготовка гидроцилиндра к выполнению монтажных работ**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений подготавливать гидроцилиндр к выполнению монтажных работ

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

готовить гидроцилиндр к выполнению монтажных работ

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

изучить правила подготовки гидроцилиндра к выполнению монтажных работ

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить правила подготовки гидроцилиндра к выполнению монтажных работ
3. Составить алгоритм составления схем монтажа и испытания по заданным условиям
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 14****Травление трубопроводов циркуляционным методом****Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить травление трубопроводов

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять травление трубопроводов циркуляционным методом

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- изучить правила травления трубопроводов циркуляционным методом

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить травление трубопроводов циркуляционным методом
3. Составить алгоритм травления трубопроводов циркуляционным методом
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 15**  
**Монтаж и испытания трубопроводов**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и испытания трубопроводов

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и испытания трубопроводов



### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

### **Задание:**

произвести монтаж и испытания трубопроводов

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить монтаж и испытания трубопроводов
3. Составить алгоритм составления схем монтажа и испытания трубопроводов по заданным условиям
4. Выполнить отчет

### **Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

## **Практическое занятие № 16**

### **Монтаж и техническое обслуживание гидравлических установок**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и техническое обслуживание гидравлических установок

## **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и техническое обслуживание гидравлических установок

## **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

## **Задание:**

Составить алгоритм монтажа и технического обслуживания гидравлических установок

## **Краткие теоретические сведения:**

### ***Сборка гидропривода и гидросистемы***

1. Сборка гидроприводов и гидросистем должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 17411. Требования безопасности к гидравлическому оборудованию грузоподъемных кранов должны соответствовать ГОСТ Р 50046.

2. Перед сборкой детали должны быть промыты жидкостью, обеспечивающей удаление посторонних частиц и загрязнений.

Детали внутреннего набора перед сборкой должны быть покрыты тонким слоем чистой рабочей жидкости.

3. Штоки, поршни, клапаны, золотники и т.п. до установки уплотнительных колец и манжет должны свободно перемещаться в цилиндре или корпусе на всю длину своего хода.

4. Установка уплотнительных колец и защитных шайб в наружные канавки должна осуществляться инструментом, исключая их повреждение и скручивание.

5. После сборки внутренние полости гидропривода для длительного хранения должны быть заполнены рабочей жидкостью и закрыты технологическими заглушками.

6. Комплектующие сборочные единицы и детали гидросистемы, поступающие на сборку, должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и чертежам на конкретную машину.

7. Элементы гидропривода (насосы, гидромоторы, гидроцилиндры и др.) должны быть разгружены от изгибающих усилий, возникающих при эксплуатации и монтаже из-за деформации несущих металлоконструкций, вибрации и других факторов.

8. При установке насосов и гидромоторов необходимо следить за тем, чтобы изгибающая нагрузка на их валы не превышала допустимую величину, указанную в документации на них.

9. Сборка гидросистем должна исключать попадание в нее абразивной пыли и других загрязнений.

10. Заглушки от присоединительных отверстий элементов гидросистемы должны сниматься непосредственно перед их монтажом.

11. Элементы гидросистемы с заусенцами на присоединительных кромках должны быть возвращены на доработку.

12. Соединения трубопроводов должны отвечать требованиям государственных стандартов, техническим условиям и требованиям рабочих чертежей.

13. Сборочные единицы и детали трубопроводов должны отвечать требованиям ГОСТ 22790, ГОСТ 22826, если в конструкторской документации отсутствуют другие требования.

14. Монтаж трубопроводов гидросистемы должен производиться без упругих деформаций с использованием компенсаторов, предусмотренных в технической документации.

15. В групповых проводках трубопроводов, проходящих через общие колодки, между параллельными трубопроводами должны быть зазоры, предотвращающие соприкосновение трубопроводов.

16. Между трубопроводами и конструкцией должен быть зазор, предотвращающий соприкосновение трубопроводов с конструкцией.

17. Для длинных трубопроводов в зонах, где группа трубопроводов перегибается или поворачивает при проходе около острых кромок конструкции или около подвижных элементов, а также при проходе через отверстия, необходимо предусмотреть зазоры, исключая соприкосновение трубопроводов.

18. Трубопроводы должны быть надежно закреплены в предусмотренных конструкторской документацией местах. Для крепления следует применять детали, указанные в конструкторской документации, или детали по ГОСТ 17019.

19. При установке рукавов не допускаются их резкие перегибы. Минимально допустимые радиусы перегибов должны применяться по нормативно-технической и конструкторской документации.

20. При взаимном перемещении частей машины должно быть исключено касание, трение и задевание рукавов о подвижные и неподвижные элементы конструкции.

21. При прокладке рукавов на направляющих роликах должно быть исключено их выпадание из ручьев.

22. Рабочая жидкость, предназначенная для заливки в гидросистему, должна находиться в инвентарной опломбированной таре, должна быть

снабжена паспорте и сертификатом и соответствовать классу чистоты по ГОСТ 17216. Если такая рабочая жидкость отсутствует, в гидросистему разрешается заливать паспортизированную рабочую жидкость из общей тары с предварительной фильтрацией и проверкой ее на соответствие стандарту. Заливку следует производить через технологический фильтр с тонкостью фильтрации 10 - 25 мкм.

23. После сборки должна быть произведена общая промывка гидросистемы рабочей жидкостью (с помощью кольцевания определенных магистралей) в течение 3 - 5 мин. Величина расхода должна приниматься по конструкторской документации.

24. По мере заполнения отдельных частей гидросистемы должно быть обеспечено отсутствие воздуха в узлах системы. Стравливание воздуха должно производиться до тех пор, пока жидкость пойдет ровной струей без пенообразования. В необходимых случаях должны быть установлены технологические заглушки в местах подсоединений к другим частям гидросистемы.

#### *Требования к сборке и монтажу*

1. Внутренние полости гидроустройств и гидролиний должны быть очищены от загрязнителей рабочей жидкости.

2. Сборка гидроприводов и гидроустройств должна проводиться в условиях, исключающих их повреждение и обеспечивающих защиту внутренних полостей от загрязнителей.

3. При монтаже трубопроводы должны быть уложены с наименьшей протяженностью, числом изгибов и пересечений, при этом необходимо предусматривать технологическую и термическую компенсацию.

4. Трубопроводы должны быть закреплены надежно, без напряжений. Элементы крепления трубопроводов устанавливаются вне зоны сварных стыков трубопроводов.

Не допускается приваривать крепежные элементы к трубопроводам и использовать трубопроводы для крепления других элементов конструкции. Контакт трубопроводов с элементами конструкции, а также друг с другом вне мест креплений не допускается.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить монтаж и техническое обслуживание гидравлических установок
3. Составить алгоритм монтажа и технического обслуживания гидравлических установок
4. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 17**

#### **Монтаж и техническое обслуживание электрогидравлических серво- и регулирующих клапанов**

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и техническое обслуживание электрогидравлических серво- и регулирующих клапанов

##### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и техническое обслуживание электрогидравлических серво- и регулирующих клапанов

##### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

##### **Задание:**

составить схему монтажа и техническое обслуживание электрогидравлических серво- и регулирующих клапанов

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.

2. Монтаж и техническое обслуживание электрогидравлических серво- и регулирующих клапанов
3. Составить алгоритм составления схем монтажа по заданным условиям
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 18**

**Монтаж и техническое обслуживание распределителя золотникового с электрогидравлическим управлением**

**Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и техническое обслуживание распределителя золотникового с электрогидравлическим управлением

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и техническое обслуживание распределителя золотникового с электрогидравлическим управлением

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

- составить схему монтажа и техническое обслуживание распределителя золотниковом с электрогидравлическим управлением

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить монтаж и техническое обслуживание распределителя золотниковом с электрогидравлическим управлением
3. Составить алгоритм составления схем монтажа по заданным условиям
4. Выполнить отчет

#### **Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

### **Практическое занятие № 19 Оформление журнала приема и сдачи смен**

#### **Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить оформление журнала приема и сдачи смен

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

заполнять журнал приема и сдачи смен

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

изучить правила заполнения журнала приема и сдачи смен

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить заполнение журнала приема и сдачи смен
3. Заполнить журнал приема и сдачи смен по заданным условиям
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 20****Монтаж и техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов****Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить монтаж и техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять монтаж и техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии



**Задание:**

- составить схему монтажа и технического обслуживания контрольно-измерительных приборов

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить монтаж и техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов
3. Составить алгоритм составления схем монтажа по заданным условиям
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.

**Практическое занятие № 21****Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур****Формируемые компетенции:**

ПК 1.1. Организовывать и выполнять монтаж гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.2. Осуществлять пуск и наладку гидравлических и пневматических приводов.

ПК 1.3. Организовывать и проводить испытания гидравлических и пневматических устройств и систем.

ПК 1.6. Организовывать и выполнять ремонт гидравлических и пневматических систем.

**Цель работы:** формирование умений производить эксплуатацию объемных гидроприводов в условиях низких температур

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

выполнять эксплуатацию объемных гидроприводов в условиях низких температур

**Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

**Задание:**

изучить эксплуатацию объемных гидроприводов в условиях низких температур

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить эксплуатацию объемных гидроприводов в условиях низких температур
3. Составить алгоритм эксплуатации объемных гидроприводов в условиях низких температур
4. Выполнить отчет

**Форма представления результата:**

1. Выполнить работу в письменном виде в тетради для практических работ.
2. Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием.
3. Зачет выставляется после устного собеседования с преподавателем.