

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор
/ С.А.Махновский
«09» февраля 2022г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.04 Участие в организации технологического процесса
МДК.04.01 Организация технологического процесса (по отраслям)
Т.04.01.02 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация гидрав-
лических и пневматических устройств и систем
для обучающихся специальности
44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям). Техническая
эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Механического и гидравлического оборудования
Председатель О.А. Тарасова
Протокол № 5 от 19.01.2022.

Методической комиссией
Протокол №4 от 09.02.2022 г.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им.Г.И.Носова» МпК В.И. Шишняева

Методические указания по выполнению практических занятий разработаны на основе рабочей ПМ.04 Участие в организации технологического процесса программы подготовки специалистов среднего звена

Содержание практических занятий ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям). Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики, МДК.04.01 Организация технологического процесса (по отраслям): организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов Т.04.01.02 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация гидравлических и пневматических устройств и систем.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ..Ошибка! Закладка не определена.Ошибка! Закладка не определена.	
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
Практическое занятие № 1.....	8
Практическое занятие № 2.....	17
Практическое занятие № 3.....	23
Практическое занятие № 4.....	32
Практическое занятие № 5.....	38
Практическое занятие № 6.....	45
Практическое занятие № 7.....	50
Практическое занятие № 8.....	57
Практическое занятие № 9.....	60
Практическое занятие № 10.....	71
Практическое занятие № 11.....	72
Практическое занятие № 12.....	80
Практическое занятие № 13.....	81
Практическое занятие № 14.....	87
Практическое занятие № 15.....	94
Практическое занятие № 16.....	95
Лабораторная работа № 1.....	100

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 ПМ.04 Участие в организации технологического процесса программы подготовки специалистов среднего звена МДК.04.01 Организация технологического процесса (по отраслям): организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов Т.04.01.02 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация гидравлических и пневматических устройств и систем, предусмотрено проведение практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен *уметь*:

- У1. осуществлять текущее планирование деятельности первичного структурного подразделения;
- У2. разрабатывать основную и вспомогательную технологическую и техническую документацию;
- У3. разрабатывать и проводить инструктажи по технике безопасности;
- У4. обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины;
- У5. обеспечивать соблюдение техники безопасности;
- У6. осуществлять приемку и оценку качества выполненных работ

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, определять методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4 Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6 Работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами.

ОК 9 Осуществлять профессиональную деятельность в условиях обновления ее целей, содержания, смены технологий.

ОК 10 Осуществлять профилактику травматизма, обеспечивать охрану жизни и здоровья обучающихся.

ОК 11 Строить профессиональную деятельность с соблюдением правовых норм ее регулирующих.

ОК 11 Строить профессиональную деятельность с соблюдением правовых норм, ее регулирующих

И овладению профессиональными компетенциями:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4 Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Выполнение студентами *практических работ* по ПМ.04 Участие в организации технологического процесса программы подготовки специалистов среднего звена МДК.04.01 Организация технологического процесса (по отраслям): организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов Т.04.01.02 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.

Выполнение студентами *лабораторных работ* по ПМ.04 Участие в организации технологического процесса программы подготовки специалистов среднего звена МДК.04.01 Организация технологического процесса (по отраслям): организация и выполнение монтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания и ремонта гидравлических и пневматических устройств, систем и приводов Т.04.01.02 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, лабораторной работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующего занятия, которое обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2.1 Основы теории рациональной эксплуатации оборудования

Практическое занятие № 1

Определение видов изнашивания типовых узлов трения

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК.4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК.4.4 Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК.4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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 Р 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.

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

δ - 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*10 ⁻¹¹ -6,3*10 ⁻²
Направляющие станины станка	Чугун СЧ-21	2,5*10 ⁻⁹ -4*10 ⁻¹⁰ Средние 1*10 ⁻¹⁰
Тормозные колодки	Специальный чугун	1*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 тепло. 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 выскальзывают 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. Взаимодей-

ствие 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 соприкасаемые 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 яв-

ления 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.

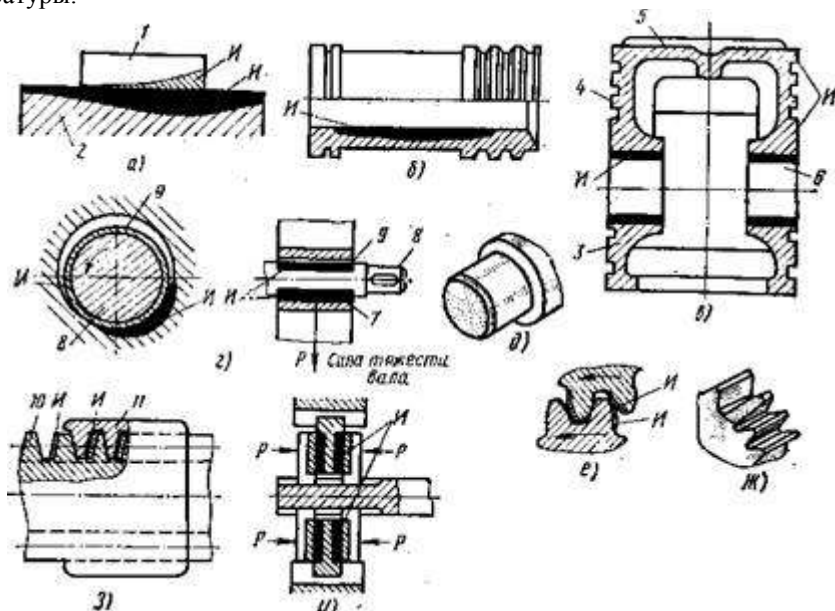


Рис. 1. 1 Характер механического износа деталей:

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 — перемычка, 5 — днище, 6 — отверстие, 7 — подшипник, 8 — шейка вала, 9 — зазор, 10 — винт, 11 — гайка; И — места износа, Р » 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 поршневой 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 большие или знакопеременные нагрузки: болты и винты растягиваются, искажаются шаг резьбы и ее профиль, гайка начинает «заедать». В этих случаях возможны аварийные поломки деталей соединения. Грани головок болтов и гаек чаще всего изнашиваются потому, что их отвертывают несоответствующими ключами.

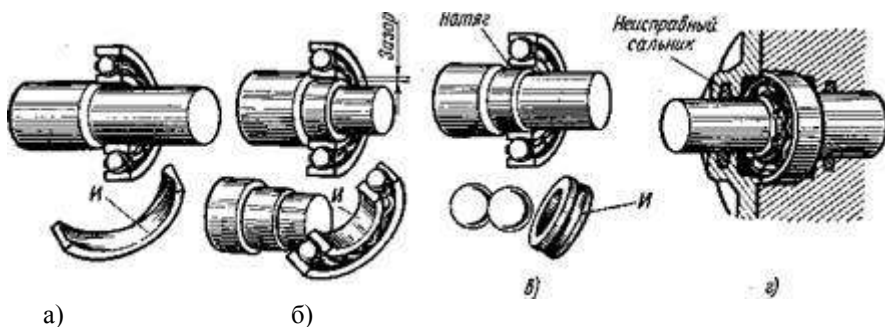


Рис. 1.2. Износ подшипников качения:

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 эрозионного изнашивания, которое происходит при движении поршня в цилиндре относительно жидкости; находящиеся в жидкости пузырьки газа лопаются вблизи поверхности поршня, что создает местное повышение давления или температуры и вызывает износ деталей. На поверхности тормозного барабана (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

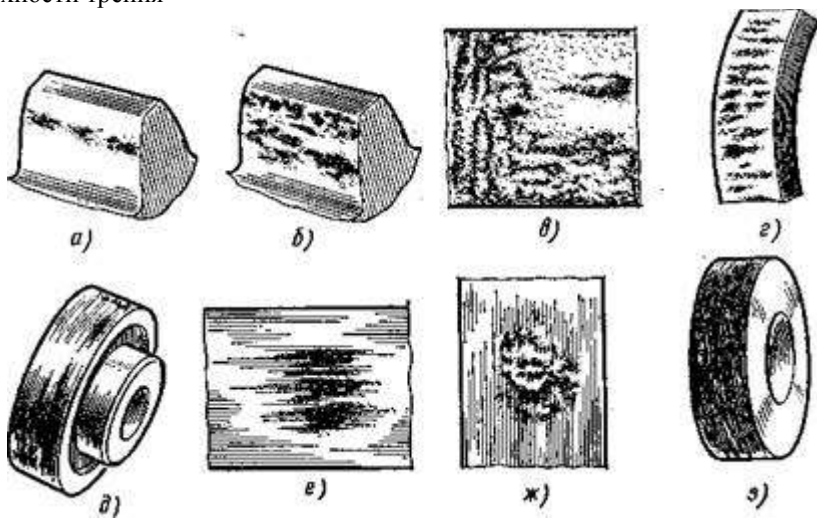


Рис.1.3. Характерные виды износа поверхностей скольжения:

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, 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 обтачиваемом 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 (звонящий) 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 **Метод люминесцентной дефектоскопии**

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы:

- формирование умений обнаруживать дефекты методом люминесцентной дефектоскопии

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- обнаруживать дефекты методом люминесцентной дефектоскопии

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ
2. Комплект материалов: индикаторный пенетрант, очиститель, гаситель, проявитель.
3. Оборудование: кварцевая лампа типа ПРК -2 (ПРК-4) со стеклом УФС-3-4.

Задание:

- изучить метод обнаружения дефектов люминесцентным способом

Краткие теоретические сведения:

Задача капиллярной (пенетрационной) дефектоскопии заключается в обнаружении поверхностных дефектов при использовании средств, позво-

ляющих изменить светоотдачу дефектных участков. Так искусственно изменяют контрастность дефектного и неповрежденного мест. Методы капиллярной дефектоскопии используют главным образом для контроля соединений из жаропрочных неферромагнитных сплавов, а также неметаллических материалов, применяемых в промышленности.

Капиллярная дефектоскопия базируется в основном на следующих явлениях: капиллярном проникновении, сорбции и диффузии, световом и цветовом контрастах.

Заполнение дефектных полостей, открытых с поверхности, специальными свето- и цветоконтрастными индикаторными веществами – первый этап капиллярной дефектоскопии. Микроскопическое сечение и макроскопическая протяженность поверхностных дефектов уподобляют их капиллярным сосудам, обладающим своеобразной особенностью всасывать смачивающие их жидкости под действием капиллярных сил.

В качестве жидкостей – пенетрантов, смачивающих полости дефектов, используют растворы органических люминофоров и красителей в смесях с необходимыми добавками. Избыток окрашенных жидкостей удаляют с помощью специализированных очищающих составов различными способами. После этого при освещении детали ультрафиолетовым светом можно четко выявить поверхностный дефект по яркому свечению следов заполняющего его люминесцирующего раствора (люминесцентный метод).

Для красителей, не обладающих способностью люминесцировать, характерно избирательное отражение части видимого спектра. Освещение детали с дефектом, заполненным красителем, позволяет выявить дефект также косвенно по наличию цветной полосы в зоне дефекта (цветной метод).

Для надежного отыскания дефекта следует возможно большее количество люминофора или красителя извлечь из микрополости дефекта на поверхность. В этом состоит второй этап контроля – проявление. Эффект регистрации дефектов усиливается при помощи средств, способствующих наиболее полному проявлению индикаторного вещества (люминесцирующего или цветного), в связи с чем такие средства называют проявляющими. Извлечение и локализации индикаторных веществ у кромок дефекта достигаются диффузионными и сорбционными силами проявителей.

По свето-колористическим особенностям индикаторных следов дефектов различают три метода капиллярной дефектоскопии:

- люминесцентный (Л);
- цветной (Ц);
- люминесцентно–цветной (Л–Ц).

По принципам образования индикаторных следов дефектов в методах капиллярной дефектоскопии различают три способа проявления:

- сорбционный – мокрый и сухой;
- растворяющий (диффузионный) с использованием пигментирован-

ного или бесцветного лака;

- без проявления;
- беспорошковый;
- самопроявляющийся.

Люминесцентный метод. Этот метод развивается в трех вариантах проявления: сорбционном, диффузионном и без проявления.

Сорбционный вариант люминесцентного метода – старый и наиболее распространенный (но не наиболее эффективный). На деталь, очищенную от излишков индикаторной жидкости и следов очищающего состава, наносят сорбент в виде порошка («сухой» способ) или в виде суспензии порошкообразного сорбента в жидкости («мокрый» способ). Сорбент выдерживают на контролируемой поверхности заданное время для извлечения следов индикаторного раствора, сохранившегося в дефектах. Время проявления для случая сухого сорбента отсчитывают от момента нанесения, а для случая мокрого – от момента испарения дисперсионной (жидкой) среды.

Затем контролируемую поверхность осматривают при облучении ультрафиолетовым светом. Люминесценция индикаторного раствора, поглощенного сорбентом, дает четкую и контрастную картину расположения дефектов. Сорбционный вариант метода повышает чувствительность контроля не только за счет свечения участка дефектной поверхности, но и за счет искусственного «расширения» устья дефекта в результате скопления массы частиц сорбента. Это приводит к образованию люминесцирующей индикаторной полосы значительно большей ширины, чем истинная ширина дефекта у поверхности (рис. 1.1).

Растворяющий или диффузионный способ проявления использует диффузию люминесцирующего раствора в слой специального лакового покрытия, не обладающего собственной люминесценцией. Этот способ люминесцентной дефектоскопии обеспечивает наибольшую чувствительность к мельчайшим дефектам.

Люминесцентный метод без проявления может быть в двух вариантах – беспорошковом и самопроявляющем.

Беспорошковый (кристаллофлуорофорный) вариант состоит в погружении детали в раствор органических кристаллов люминофора в летучем

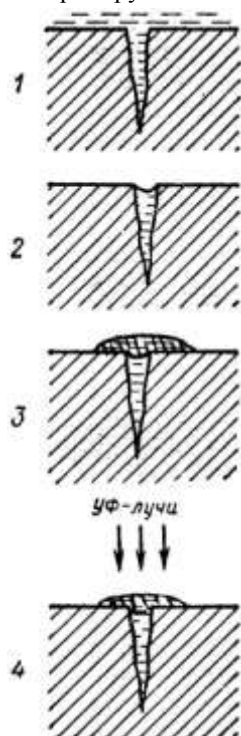


Рис. 1.1. Схема основных операций люминесцентной дефектоскопии:
1 – нанесение жидкости; 2 – снятие жидкости; 3 – нанесение адсорбента (проявление); 4 – освещение (операция очистки на схеме не показана)

творителе. Если в детали имеется дефект, то вместе с растворителем в него заносится растворенный люминофор. После извлечения детали из индикаторной жидкости растворитель легко испаряется, а люминофор в виде скопления кристаллов остается на краях дефекта. При облучении ультрафиолетовым светом скопления кристаллов ярко люминесцируют, обнаруживая дефект. Чтобы устранить мешающее контролю свечение всей поверхности, ее обрабатывают в специальном растворе ингибитора, гасящем люминесценцию на поверхности, но практически не затрагивающем люминофор в капиллярных полостях дефектов.

Самопроявляющий вариант заключается в том, что после пропитки и очистки деталь нагревают, заменяя проявление. Специальная индикаторная жидкость при нагревании выходит из полости дефекта, затвердевает и образует индикаторную полосу, люминесцирующую под действием ультрафиолетового излучения.

Цветной метод известен как метод красок; в качестве проявителей применяют порошкообразные сорбенты (как правило, в виде суспензий) и белые проявляющие лаки.

Люминесцентно-цветной метод представляет собой сочетание люминесцентного и цветного в диффузионном варианте. Для получения наибольшей чувствительности деталь осматривают в ультрафиолетовом свете, а для пониженной чувствительности – в дневном свете.

При этом применяют особые дефектоскопические материалы, именуемые аэро. Используют слабо концентрированный раствор спирто-водорастворимого красного флуорокрасителя в смеси спирта и неионогенного поверхностно-активного вещества. В качестве проявляющего лака применяют флуоресцирующее в ультрафиолетовом свете, быстросохнущее белое пигментированное покрытие. Проявляющее покрытие образует твердый раствор, светящийся в ультрафиолетовом освещении красным светом, а в дневном свете дающий видимый красный след.

Индикаторная жидкость смывается водой. Для упрощения очистки контролируемых поверхностей любой формы применяют мягкую воздушно-водяную струю, получаемую распылением воды сжатым воздухом. Для облегчения очистки детали обрызгивают специальным очищающим составом либо погружают в него на 30–60с. Состав представляет жидкую основу индикаторной жидкости без красителя, но с повышенной вязкостью.

Дефектоскопические материалы

При капиллярном методе используют комплекты материалов, включающие в полный набор или частично индикаторный пенетрант, очиститель, гаситель, проявитель.

Индикаторные пенетранты разделяют:

– по признаку состояния – на растворы и суспензии;

– по признаку колористических свойств – на цветные и ахроматические, люминесцентные и люминесцентно-цветные;

– по технологическому признаку – на удаляемые растворением органическими растворителями (группа 1), на водосмываемые (группа 2), на водосмываемые после воздействия очистителя (группа 3).

Классификационные признаки индикаторных пенетрантов и их характеристика по образованию следа дефекта даны в табл.1. 1.

Таблица 1.1

Индикаторные пенетранты

Классификационный признак	Характеристика следа дефекта
Ахроматический	Черный, серый. Поглощает рентгеновское излучение, электропроводен, ионогенен
Люминесцентный	Испускает видимый свет под воздействием ближнего ультрафиолетового излучения
Цветной	Имеет определенный цветовой тон при наблюдении в видимом свете
Люминесцентно-цветной	Имеет определенный цветовой тон в видимом свете и испускает видимый свет под воздействием ближнего ультрафиолетового излучения
Химический цвето- или люминесцентно-активный	Люминесцирует в ближнем ультрафиолетовом излучении или имеет определенный цветной тон после химического воздействия с реактивным проявителем
Суспензионный фильтрующий	Скопление окрашенных (цветных или люминесцентных) частиц суспензии в устье дефекта

Очиститель – состав для удаления индикаторного пенетранта с поверхности объекта самостоятельно или в паре с растворителем.

Гаситель – состав, предназначенный для гашения видимой люминесценции остатков соответствующих индикаторных пенетрантов на контролируемой поверхности.

Проявитель – состав, предназначенный для извлечения из полости дефекта индикаторного пенетранта с целью образования индикаторного следа и создания фона, облегчающего визуальное, восприятие изображения дефектов.

Рекомендуемое оборудование: стационарный дефектоскоп ЛД-4 (малый) и ЛДА-3 (большой) с переносным комплектом для цветной (красочной) дефектоскопии – набор ДМК-4.

Методика капиллярной дефектоскопии следующая. При люминесцентном методе контроля на изделие наносят жидкость (смесь из 15% трансформаторного масла и 85% керосина), светящаяся под действием ульт-

рафиолетовых лучей. Затем на поверхность изделия наносят тонкий слой проявителя – порошка талька или углекислого магния. Через некоторое время порошок удаляют и изделие освещают ультрафиолетовым светом кварцевых ламп типа ПРК-2 и ПРК-4 со стеклами УФС-3-4. Дефекты будут видны по их яркому желто-зеленому свечению.

При контроле по методу красок на очищенную поверхность изделия наносят слой подкрашенной проникающей жидкости (смесь из 20% скипидара, 80% керосина и 10г краски «Судан-4» на 1дм³ жидкости) и выдерживают 15–20 мин. Затем поверхность промывают 50%-м раствором кальцинированной соды и просушивают. Далее на поверхность шва наносят тонкий слой проявляющей суспензии – раствора каолина в воде или спирте (400-500г каолина на 1дм³ жидкости). При просушке краска диффундирует из дефектов и окрашивает каолин в красный цвет. Для лучшей выявляемости дефектов поверхность шва осматривают дважды: через 3-5мин и через 20-30мин.

Частицы каолина обладают хорошими сорбционными свойствами, но водная каолиновая суспензия плохо смачивает металл, поэтому в нее добавляют эмульгатор – моющее средство типа ОП-7.

Чувствительность капиллярного метода контроля относительным расширением устья дефекта индикаторным следом и относительным контрастом последнего. Она ограничивается верхним и нижним пределами размеров дефектов. Верхний предел чувствительности определяется максимальной величиной раскрытия протяженного дефекта, т.е. конкретными свойствами дефектоскопических материалов. Нижний предел ограничен из-за потери окрашивающей способ индикаторной жидкости.

Согласно ГОСТ 18442-81 оценка чувствительности может производиться по четырем условным уровням (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Шкала оценки чувствительности капиллярного контроля

Условный уровень чувствительности	Предельные размеры надежно выявляемого дефекта (вероятность 0,95)		
	Ширина, мкм	Глубина, мкм	Длина, мм
I	Менее 1	До 10	До 0,1
II	До 10	До 100	До 1
III	До 100	До 1000	До 10
IV	От 100 и более	От 1000 и более	От 10 и более

Наиболее целесообразно использовать капиллярную дефектоскопию для контроля сварных соединений из немагнитных материалов: сталей аустенитного класса, алюминия, латуни, титана и других, когда не применимы магнитные методы контроля, а также для выявления межкристаллитной коррозии. Коррозия выявляется при цветном методе в виде мелкой сетки или

сплошного покраснения покрытия на прокорродировавших участках металла (краситель типа Судан»).

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Подготовка оборудования и образцов, включающая очистку поверхности, шлифование, обезжиривание.
3. Приготовление смеси
4. Нанесение тонкого слоя проявителя
5. Освещение ультрафиолетовым светом и наблюдение за дефектами
6. Оформление результатов
7. Ответьте на вопросы:
 1. Назовите задачу капиллярной дефектоскопии.
 2. Приведите 3 метода капиллярной дефектоскопии по принципу образования индикаторных следов.
 3. Приведите функции и цели применения индикаторного пенетранта.
 4. Охарактеризуйте действия очистителя при контроле.
 5. Приведите действие гасителя и проявителя при люминесценции.
 6. От чего зависит чувствительность капиллярных методов дефектоскопии?

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 № 3

Радиационный метод контроля

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений применять радиационный метод контроля

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- выполнять радиационный метод контроля

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Оборудование: рентгеновский аппарат РУП-120-5-1

Задание:

- изучить метод обнаружения дефектов радиационным способом контроля

Краткие теоретические сведения:

Любой из известных радиационных методов дефектоскопии предполагает обязательное использование, как минимум, трех основных элементов (рис. 2.1): источника 1 ионизирующего излучения; контролируемого объекта 2 (сварного соединения); детектора 3, регистрирующего дефектоскопическую информацию.

При прохождении через вещество изделия ионизирующего излучения происходит его ослабление – поглощение и рассеяние. Степень ослабления зависит от толщины δ и плотности ρ контролируемого объекта, а также от интенсивности M и энергии E самого излучения. Наличие в веществе внутренних дефектов размером $\Delta\delta$ приводит к резкому изменению интенсивности и энергии выходящего пучка излучения, т.е. выходящий пучок несет дефектоскопическую информацию о внутренней структуре контролируемого объекта.

Методы радиационной дефектоскопии различаются в первую очередь применяемыми способами детектирования этой дефектоскопической информации (схема 2.1).

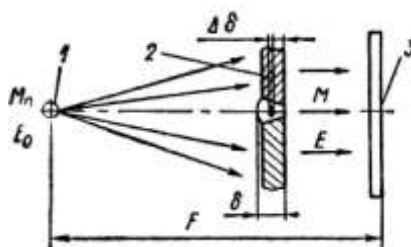


Рис. 2. 1. Структурные дефекты радиационной дефектоскопии:

- 1 – источник; 2 – изделие;
3 – детектор



Схема 2,1. Способы детектирования радиографической информации

Соответственно различают следующие методы: радиографический, радиоскопический и радиометрический. В то же время сварные соединения и изделия просвечивают с использованием различных видов ионизирующих излучений, классификация которых приведена на схеме 2.2.

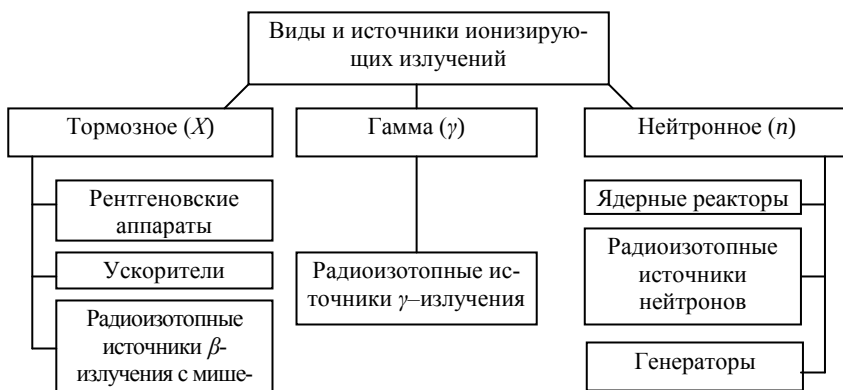


Схема 2.2. Классификация видов ионизирующих излучений

Радиография – метод получения на детекторах статического видимого изображения внутренней структуры изделия, просвечиваемого ионизирующим излучением. На практике этот метод получил наибольшее распространение в связи с его простотой и документальным подтверждением получаемых результатов.

В зависимости от используемых детекторов различают пленочную радиографию и ксерорадиографию (электрорадиографию). В первом случае детектором скрытого изображения и регистратором статического видимого изображения служит фоточувствительная пленка.

При ксерорадиографии детектором служат полупроводниковые пластины, а в качестве регистратора используют обычную бумагу.

В зависимости от используемого излучения различают: рентгенографию, гаммаграфию, бета-тронную и нейтронную. Каждый из перечисленных методов имеет свою сферу использования, дополняя и обогащая друг друга.

В частности, рентгенографию применяют преимущественно в цеховых и реже в полевых условиях в случаях, когда к контролю качества сварных соединений предъявляются наивысшие требования по чувствительности. Гаммаграфия доминирует при контроле качества сварных соединений, расположенных в труднодоступных местах, в полевых и монтажных условиях. Бетатронную радиографию используют при дефектоскопии сварных соединений большой толщины преимущественно в цеховых условиях. Нейтронная радиография – единственный метод, обеспечивающий контроль качества сварных соединений тяжелых металлов, водородосодержащих материалов и радиоактивных изделий.

Применяя перечисленные методы, возможно просвечивать стальные сварные соединения толщиной 1-500мм, обеспечивая при этом чувствительность к выявлению дефектов 1-2%.

Радиоскопия (радиационная интроскопия) – метод получения на экране видимого динамического изображения внутренней структуры изделия, просвечиваемого ионизирующим излучением. Чувствительность этого метода несколько уступает радиографии. К числу его преимуществ относится повышенная достоверность получаемых результатов за счет возможности стереоскопического видения дефектов и рассмотрения сварного соединения под разными углами, «экспрессность» и непрерывность контроля. Примене-

ние метода радиационной интроскопии в промышленности непрерывно растет.

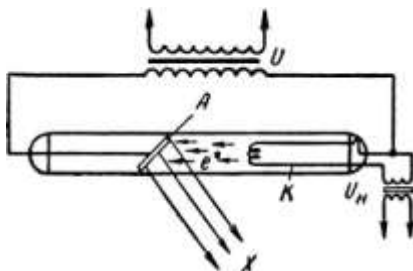
Источниками излучения обычно служат рентгеновские аппараты. Значительно реже используют радиоизотопные источники γ -излучения, источники нейтронов и ускорители. Детекторами излучения служат флуороскопические экраны, сцинтилляционные кристаллы, электронно-оптические преобразователи, рентген-видиконы и др. Они обеспечивают преобразование скрытого радиационного изображения изделия в светотеневое или электронное изображение и передачу этих изображений на расстояние посредством оптики или телевидения.

Радиометрическая дефектоскопия – метод получения информации о внутреннем состоянии контролируемого изделия, просвечиваемого ионизирующим излучением, в виде электрических сигналов (различной величины, длительности или количества). Этот метод обеспечивает наибольшие возможности автоматизации процесса контроля и осуществления автоматической обратной связи от контроля к технологическому процессу сварки или изготовления изделия. К числу несомненных преимуществ метода относится возможность проведения непрерывного высокопроизводительного контроля качества изделия, обусловленная высоким быстродействием применяемой аппаратуры. При этом чувствительность метода не уступает радиографии. В практике наибольшее применение для радиометрической дефектоскопии нашли радиоизотопные источники ионизирующих излучений и ускорители, а в качестве детекторов – сцинтилляционные кристаллы и газоразрядные счетчики.

Природа и свойства ионизирующих излучений

При радиационной дефектоскопии сварных соединений в основном применяют тормозное (рентгеновское), нейтронное и γ -излучения.

Тормозное излучение и γ -кванты представляют собой разновидность электромагнитных колебаний, которые по сравнению с видимым светом и ультрафиолетовым излучением имеют как общие волновые свойства, так и специфические особенности, связанные с их корпускулярными (квантовыми) свойствами, в частности, длину волны (наибольшая – у видимого света, наименьшая – у гамма-квантов).



С уменьшением длины волны λ увеличивается энергия E излучения, в связи с чем над волновыми свойствами начинают преобладать корпускулярные свойства частиц, и проникающая способность излучения увеличивается.

Рентгеновское излучение. Его источником служат рентгеновские трубки (рис. 2.2). Трубка представляет собой стеклянный вакуумный баллон с двумя впаянными электродами. Рентгеновское излучение генерируется при торможении на аноде *A* электронов, испускаемых катодом *K*. В результате этого возникает характеристическое и тормозное излучения, имеющие разные спектры.

Характеристическое излучение используют при рентгеноскопическом и рентгеноструктурном анализе состава вещества. Тормозное излучение применяют в дефектоскопии.

γ-излучение возникает в искусственных или естественных радиоактивных изотопах при их распаде. Одновременно с γ -квантами образуются α -частицы (ядра гелия ${}^4_2\text{He}$) и β -частицы (электроны ${}^0_{-1}\beta^0$). γ -кванты в зависимости от их энергии обладают существенно большей проникающей способностью по сравнению с α - и β -частицами, поэтому они нашли преимущественное использование при контроле качества

Радиоизотопные источники излучения получают либо при облучении неактивных заготовок в нейтронных потоках ядерного реактора (например, кобальт Co 60 и иридий Ir 192) или за счет разделения остаточных продуктов ядерного реактора (например, цезий Cs 137 и стронций Sr 90).

Нейтронное излучение представляет собой поток незаряженных элементарных частиц – нейтронов, который возникает в процессе ядерных реакций при бомбардировке атомных ядер заряженными частицами или γ -квантами, а также в процессе деления ядер.

Источники ионизирующих излучений для радиационной дефектоскопии

Рентгеновские аппараты, применяемые в радиационной дефектоскопии, делятся на два вида: с постоянной нагрузкой и импульсные.

К первым относятся:

Рис. 2.2. Схема рентгеновской трубки
Ун – напряжение накала

– портативные аппараты для работы в полевых и монтажных условиях – РУП-60-20-1 и РУП-120-5-1 (рис. 2.3), предназначенные для просвечивания стали толщиной до 25мм и легких сплавов толщиной до 100мм;

– стационарные высоковольтные РУП-200, РУП-400-5-1, предназначенные для просвечивания стали толщиной до 60мм;

– передвижные для цеховых и лабораторных условий РУП 150/300-10.

Импульсные аппараты в основном используют для работы в условиях стапеля и монтажа в связи с малой массой и габаритными размерами – ИРА-1Д, РИНА-2Д; предназначены для просвечивания стали до 25мм, имеют массу 7кг, пульта весит 5кг.



Рис. 2.3. Рентгеновский аппарат РУП-120-5-1

Радиоизотопные источники γ -излучения работают в основном на искусственно изготовляемых диоактивных изотопах. Состоят из радиоактивной головки с защитным блоком, в котором находится источник γ -излучения; провода, управляющие выпуском и тием пучка излучения; систем нализации об излучении и ния пучка на объект контроля. мадефектоскопы РНД-21М, «Стапель-5», ГУП Cs-2-1-портативные и полностью автономные для поле-

вых и монтажных условий при отсутствии электроэнергии. Приборы могут работать от головки, находящейся на расстоянии 12 м от места исследования.

Источники нейтронов получают из радиоизотопов по специальной технологии. Основным сырьем в этом являются Sb 124; Po 210; Cf 252, излучение от которых подается из реактора в специальную головку дефектоскопа.

Технология контроля качества

Схема просвечивания рентгеновыми лучами приведена на рис. 2.4 а.

Пучок

лучей
правляется на сварное
соединение и, проходя
через него, воздейст-
вует на рентгеновскую
пленку 3, заключен-
ную в кассете 2. Де-
фектные места шва,
имеющие непровары,
поры, шлаковые
включения и трещи-
ны, поглощают лучи в
меньшей степени, чем
сплошной металл, и
поэтому через дефект-
ные места проходят
лучи большей интен-
сивности, сильнее
воздействующие на
рентгеновскую плен-
ку, чем лучи, про-
шедшие через сплош-
ной металл. После
обработки на пленке
отчетливо видны все
дефекты металла в
виде темных пятен и
полос. Для определе-
ния глубины дефекта в
кассету закладывают

эталон чувствительности – дефектомер, который фиксирует на пленке чувствительность снимка, выраженную в процентах от толщины контролируемого металла (рис. 2.4 б). Обычно средняя чувствительность рентгеновского снимка равна 2% толщины стали, т.е. минимальный размер дефекта (его глубина), который может быть выявлен просвечиванием, равен 2 % толщины стали.

Схема просвечивания сварных швов γ -лучами приведена на рис. 2.4. г. Радиоактивные вещества заключают в металлические капсулы (рис. 2.4 в). Учитывая вредность гамма-лучей для человеческого здоровья, ампулы с радиоактивным веществом помещают в переносные контейнеры или стационарные аппараты с толстыми стенками из свинца или других ма-

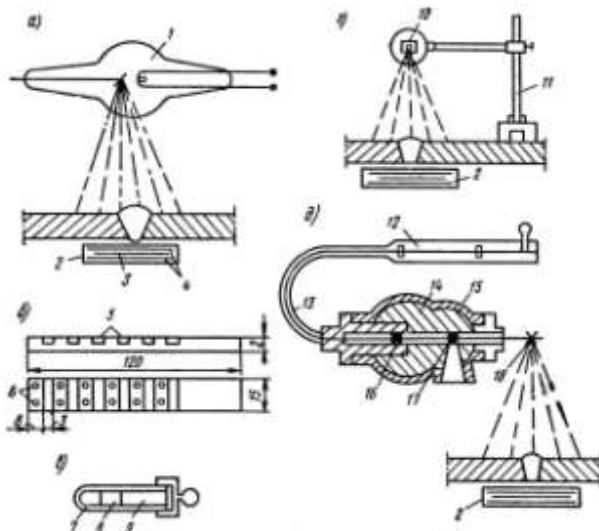


Рис. 2.4. Контроль сварных соединений просвечиванием

а – просвечивание рентгеновыми лучами; б – дефектомер; в – гамма-источник в ампуле; г – просвечивание гамма-лучами; д – просвечивание с дистанционным управлением; 1 – рентгеновская трубка; 2 – кассета; 3 – пленка; 4 – усиливающие экраны; 5 – канавки; 6 – отверстия; 7 – алюминиевая оболочка; 8 – источник излучения; 9 – вата; 10 – малогабаритный контейнер с ампулой; 11 – магнитный держатель; 12 – механизм движения ампулы; 13 – гибкий шланг с тросиком; 14 – свинец; 15 – металлический контейнер; 16 – положение ампулы в состоянии хранения; 17 – ампула выдвинута для просвечивания через «окно»; 18 – то же, открытым способом

териалов, поглощающих гамма-лучи. Контейнер устанавливают против места просвечивания при помощи магнитного держателя на специальной подставке. Предварительно с другой стороны сварного соединения закрепляют кассету с рентгеновской пленкой. Затем при помощи механизма дистанционного управления выдвигают ампулу или открывают окно в контейнере (рис. 2.4 г, д).

Гамма-лучи действуют на пленку аналогично рентгеновским и фиксируют на ней все дефекты сварки. Чувствительность гамма-снимков ниже чувствительности рентгеновских снимков, поэтому в заводских условиях рекомендуется использование рентгеновских аппаратов.

Техника безопасности и промышленная санитария

Использование методов и средств радиационной дефектоскопии связано с применением источников ионизирующего излучения, которое оказывает вредное биологическое действие на человека, приводящее к разрушению живых клеток. Допустимыми для человека считаются однократные дозы до 0,025Дж/кг (0-25рад), не вызывающие видимых нарушений работы организма. Наиболее опасны для человека γ -лучи, воздействие α - и β -частиц менее опасно, т.к. они малоподвижны и не достигают кроветворных органов. Особенно опасно воздействие излучения на человека, не достигшего возраста 25 лет. Причем поглощение лучей происходит без ощущений человека и проявляется только через некоторое время при достижении определенной дозы. Поэтому работа с приборами радиационного контроля качества предусматривает тщательную регламентацию норм радиационной безопасности и проведения следующих мероприятий:

- не допускаются до работ с применением радиационных явлений люди, не достигшие 25 лет;
- применение защитных экранов для защиты обслуживающего персонала;
- специальный, щадящий режим работы;
- тщательная проверка на утечку радиации всех источников и приборов;
- соблюдение правил эксплуатации и хранения изотопов;
- ежегодный медицинский контроль работников;
- специальный перечень мероприятий по дезактивации, восстановлению здоровья и защите здоровья;
- систематический контроль дозы облучения;
- обеспечение оборудования и обслуживающего персонала дозиметрами.

Предельно допустимые дозы облучения распределяются на 4 группы обслуживающего персонала работников и населения и приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Группа органов	ПДД персонала, категория А				Пределы дозы в год			
	квартал		год		для отдельных лиц из населения категории Б		для категории В население в целом	
	бэр	Дж/кг	бэр	Дж/кг	бэр	Дж/кг	бэр	Дж/кг
I	3*	0,03	5**	0,05	0,5**	0,005	0,17	0,0017
II	8	0,08	15	0,15	1,5	0,015	0,5	0,005
III	15	0,15	30	0,30	3,0	0,030	1,0	0,01
IV	40	0,40	75	0,75	7,5	0,075	–	–
* Для женщин до 30 лет ПДД = 0,013Дж/кг (1,3бэр) за квартал.								
** ПДД внешнего облучения рентгеновским излучением с Езф = 15 – 25кэВ не должны превышать: для I группы органов (кроме гонад) лиц категории А 0,15Дж/кг (15бэр) в год; для лиц категории В 0,05Дж/кг (5бэр) в год; для мужских гонад лиц категории А 0,05Дж/кг (5бэр) в год; лиц категории Б 0,05Дж/кг (0,5бэр) в год.								

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Подготовка оборудования и образцов, включающая очистку поверхности, шлифование, обезжиривание.
3. Просвечивание рентгеновскими лучами и наблюдение за дефектами
4. После рассмотрения каждого способа заполните таблицу 2.2

№ п/п	Метод проверки	В каком виде получен результат	Вид просвечивания, источник	Чувствительность	Тип прибора	Преимущества	Недостатки

5. Ответьте на вопросы:

1. Какие три составные части входят в состав любого прибора для радиационной проверки качества швов?
2. Приведите два вида радиографии.
3. Чему равна глубина проникновения при радиографических методах контроля качества?

4. В чем заключается отличие радиоскопии от радиографии?
5. Приведите преимущества радиометрических методов дефектоскопии.
6. Которое из применяемых излучений жестче и опаснее для человека?

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 2.2 Система технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования

Практическое занятие № 4

Выбор материала для деталей типовых узлов трения

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК.4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК.4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК.4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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 закаляют 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 изготавливают 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
Металлы и сплавы		
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, силумин (другие алюминиевые и магнитные сплавы)	Имеют малую плотность, обладают хорошими литейными свойствами и позволяют получать точные от-

		ливки под давлением
Неметаллы		
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 (блуждающие, охлаждение водой)
Самосмазывающиеся материалы	На основе полимеров ПАН-15-69 ПАН-15-67	Дорогие, хорошая термостойкость (-196 ÷ +250 °C), 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: Среднеуглеродистой стали: 40,45,50 и др. Легированные стали: 40х, 40хн и др. Цементируемые стали: 15х, 20х и др. Зубчатый венец: Бронза: БРОФ10-1, БрАЖ9-4 и др. Чугун: С410, С415	Поверхностная или объёмная закалка Любая
Валы и оси	Сталь 5, 6 45, 40х, 20, 20х, 1, 2 ХНЗА	Цементация
Шпонки	Спец. сортамент среднеуглеро- дистых и чистотянутых сталей Лигированные стали для спец. шпонок	
Резьбовые соедине- ния	Низко- и среднеуглеродистые- стали: Сталь 3,10.....35 и др. Для отверстия: 35х, 30ХГСА	Иногда оксидируют, омедняют и оцинковы- вают (для повышения коррозионной стойко- сти)
Подшипники сколь- жения	Вкладыши: Бронза: Бр0Ф10-1, БрАЖ9-4, БрС30 и др. Баббитовая заливка: Б89, Б83 и др. Чугун: АЧС-1 Металлокерамический матери- ал, 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
Шестерённые насосы		
Шестерни, валы, оси	20Х, 12ХН3А	Цементация и нитроцементация
Втулки		
Корпус, крышки	Сталь 4, 5, 40Х БрАЖ 9-4 Чугун, сталь и алюминий	Объёмная закалка - -
Пластинчатые насосы		
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

Радиально-поршневые насосы		
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
Аксиально-поршневые насосы		
Диск наклона	ШХ15	Закалка HRC60-63
Диск	20Х	Цементация и закалка
Поршень	ШХ15	HRC 57-63
Подпятник	БрАЖ 9-4	Закалка HRC 58-62

Цилиндры		
Гильзы	Сталь 35, 45, 30УГСА (бесшовные, горячекатанные 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 соединений 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.

Практическое занятие № 5 **Центровка валов по полумуфтам**

Формируемые компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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.

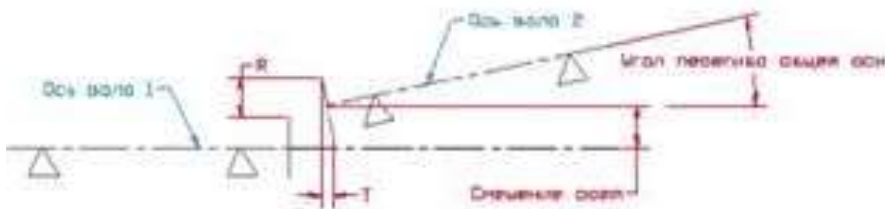


Рисунок 1

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 единственном 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.

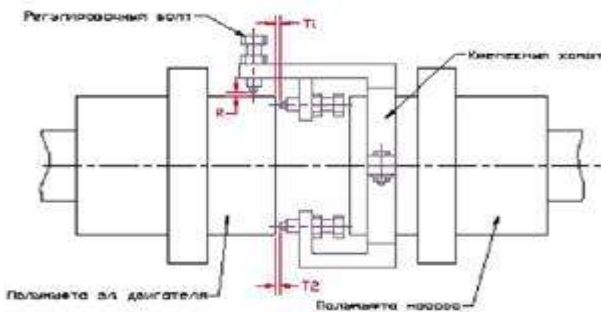


Рисунок 2 -
способле-
для контро-
центрировки

При-
ния
ля

Зачастую, не имея необходимого приспособления, слесарь, чтобы проконтролировать центровку, прикладывает

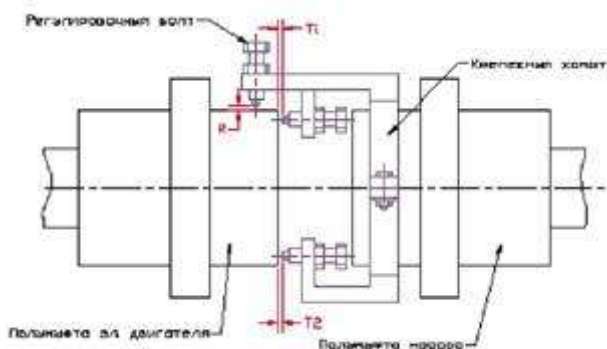


Рисунок 3



Рис. 2.

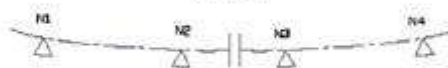


Рис. 3.

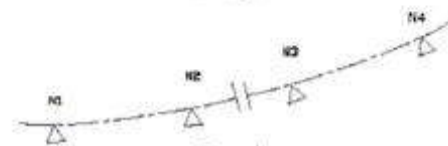


Рисунок 4

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 перевились еще мастера, способные и таким образом отцентровать агрегат. С

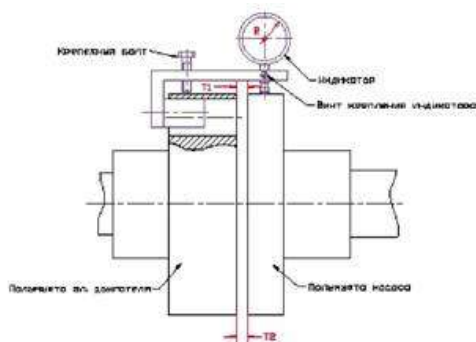
другой стороны, существуют лазерные приборы для центровки со встроенным компьютером, имеющие точность до 0,001 мм, которые рассчитывают необходимое перемещение опор агрегата для обеспечения оптимальной соосности валов. Но если необходимо добиться точной центровки и уверенно уложиться в норму, не покупая прибор за 10 000\$, то можно воспользоваться несложными приспособлениями - индикатором часового типа «ИЧ 0,01» или пластинчатым щупом, которые дают 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.5.

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.



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. 6,7).

Рисунок 5

Совместный поворот валов необходим, чтобы избежать влияния торцевого и радиального биения полумуфт на измерение расцентровки. (Рекомендуется записывать измере-

ния 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 перекос электродвигателя.

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 измеряемый размер уменьшился на величину, соответствующую фактической расцентровке.

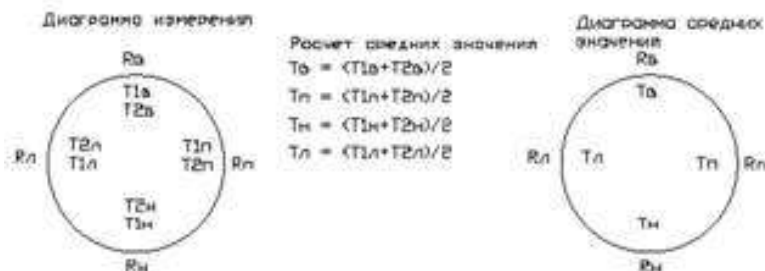


Рисунок 6

Центровку проводят последовательно в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

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

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

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

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

$X2 = Ex + L1.Sx/D$ - 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.

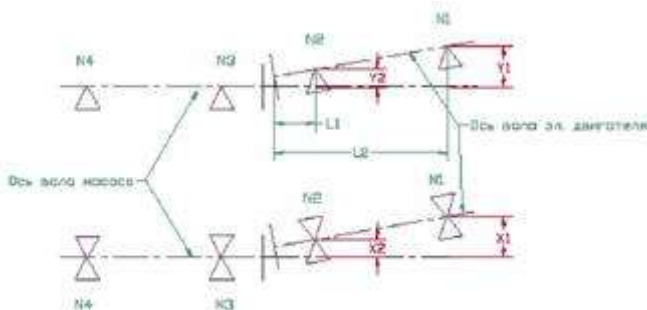


Рисунок 7

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 № 6

Определение радиального и бокового зазоров в зубчатом зацеплении

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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. 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-четырех 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_r 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_r 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.

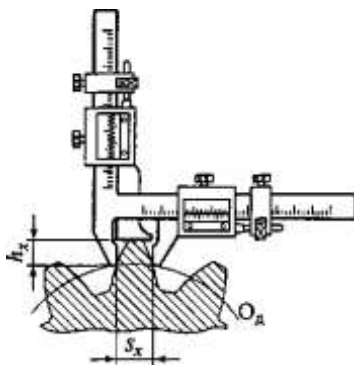


Рис. 3.2. Измерение толщины зуба колеса цилиндрической передачи:

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 разномерность 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 Сб и радиальный Ср 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 Сб и Ср у конической зубчатой передачи достигается осевым сдвигом шестерни по валу или перемещением вала вместе с шестерней. Можно перемещать обе шестерни или

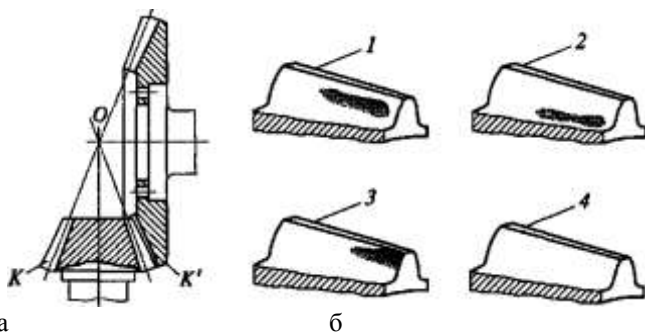


Рис. 3.3. Регулировка зацепления зубьев колес (а) и отпечатки краски при проверке качества зацепления (б) конической зубчатой передачи: 1— при нормальном зацеплении; 2 — при малом боковом зазоре между зубьями; 3 — при большом боковом зазоре между зубьями; 4 — при перекосе зубьев; К, К' — точки несовпадения 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:

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

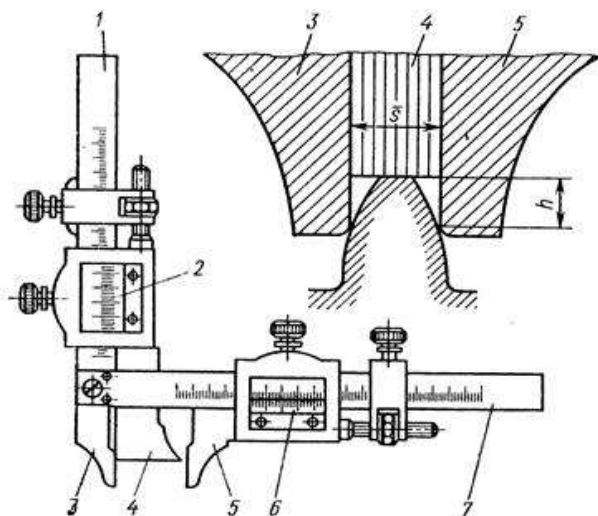


Рис. 3.4 Схема контроля хордовым зубомером:

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 отсчета толщины S_c

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 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.

Тема 2.3 Техническое обслуживание и ремонт гидросистем

Практическое занятие № 7

Основные неполадки в гидросистемах разного типа и способы их устранения. Ремонтная ведомость Составление схемы сборки по заданным условиям

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК.4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК.4.4 Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК.4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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 Велика вязкость жидкости Засорился демпфер переливного клапана	Изменить вращение вала Долить жидкость до отметки маслоуказателя Прочистить трубопровод Подтянуть соединение Устранить повреждения или заменить насос Заменить жидкость Промыть клапан и прочистить демпферное отверстие

2	Насос не создает давления в системе	Насос не подает жидкость в систему Большой износ насоса (внутренние утечки велики) Большие внешние утечки по валу через корпус насоса Большие внутренние утечки в гидросистеме "Завис" золотник предохранительного клапана или не "сел" на седло переливной клапан Уменьшение вязкости масла вследствие его нагрева (обычно выше 50 С)	См. пункт 1 Проверить производительность насоса на холостом ходу и под нагрузкой. При объемном КПД ниже паспортного заменить насос. Заменить уплотнения. Проверить, нет ли раковин, трещин и т.д. При их обнаружении заменить насос Заменить уплотнения. Проверить узлы гидросистемы на герметичность и отремонтировать Разобрать и промыть клапан, проверить состояние демпфера, пружины, шарика и его седла Улучшить условия охлаждения масла
3	Шум и вибрация в системе	Большое сопротивление во всасывающем трубопроводе Мала пропускная способность фильтра или он засорился Подсос воздуха во всасывающей трубе Засорился сапун в баке Вибрация клапана Резкое изменение проходного сечения трубопроводов Нежесткое крепление трубопроводов	Увеличить проходное сечение труб Заменить фильтр или промыть его Подтянуть соединения Прочистить сапун Разобрать и проверить демпфирующие каналы Увеличить и выправить проходные сечения трубопроводов Закрепить трубопроводы
4	Неравномерное движение рабочих органов	Наличие воздуха в гидросистеме Давление настройки предохранительного клапана близко к давлению, необходимому для движения рабочих органов Малое противодействие на сливе	Выпустить воздух из системы Настроить предохранительный клапан на давление на 0,5...1,0 МПа больше, чем давление, необходимое для движения рабочих органов

		из цилиндра Механическое заедание подвижных частей гидроцилиндра Неравномерная подача масла насосом. Шум и стук в насосе вследствие поломки одной из лопаток или плунжера	Повысить сопротивление на сливе (регулировкой дросселя или подпорного клапана) Отремонтировать гидроцилиндр Заменить насос
5	Резкое уменьшение скорости движения при росте нагрузки	Большие внутренние или внешние утечки в элементах гидросистемы Регулятор скорости заедает в открытом положении Предохранительные и перепускные клапаны отрегулированы на низкое давление	См. пункт 2 Разобрать регулятор скорости, проверить исправность пружины и плавность перемещения золотника. Устранить дефекты, промыть и собрать регулятор Настроить предохранительные и перепускные клапаны
6	Постепенное уменьшение скорости движения рабочего органа	Загрязнение рабочей жидкости Засорение фильтров, дросселей и других аппаратов системы Облитерация (зарастивание) щелей дросселя Износились уплотняющие поверхности гидроагрегатов или снизилась вязкость рабочей жидкости	Заменить жидкость и промыть гидросистему Промыть аппаратуру Увеличить минимальное открытие дросселя или установить дроссель с меньшим минимальным расходом Заменить износившиеся гидроагрегаты или заменить рабочую жидкость
7	Повышенное давление в нагнетательной линии при холостом ходе	Повысились потери давления в системе из-за неправильного выбора аппаратуры, уменьшенного проходного сечения трубопроводов, а также в результате некачественного монтажа Засорился канал управления переливным клапаном распре-	Заменить аппаратуру, установить трубопроводы с большим проходным сечением, исключить излишние изгибы, соединения и т.п.

		делителя Повышенные механические сопротивления движению рабочих органов	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 электрогидрав-	Заедание золотника в корпусе (задир золотника). Заклинива-	Снять элетромагниты, проверить вручную перемещение золотни-

	лическим управлением не переключаются при включении электромагнита	ние 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	ка, 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 недостаточно	Регулирующая пружина сжата почти до полного прилегания витков. Золотник клапана заедает. Засорилась линия отвода масла после шарика в бак. Осела регулирующая пружина. Засорилось демпферное отверстие золотника. Между шариком и седлом попала грязь или поврежден шарик	Разобрать клапан промыть и заменить дефектные детали
17	Скорость пода-	Засорилась щель дросселяОс-	Разобрать и промыть с заменой

	чи силового узла мала и падает при нагрузке (регулирование с помощью регулятора расхода)	лабла пружина встроенного редукционного клапана или застрял золотник Повышение утечки в насосе и гидроагрегатах Большая вязкость масла	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. Повыить 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 фильтраНет 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 соответствие 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.

Практическое занятие № 8

Проверка соосности валов горизонтального насосного агрегата

Формируемые компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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 выбираются такой толщины, чтобы общее количество их под одной лапой не превышало трех. При большем количестве крепление теряет жесткость.

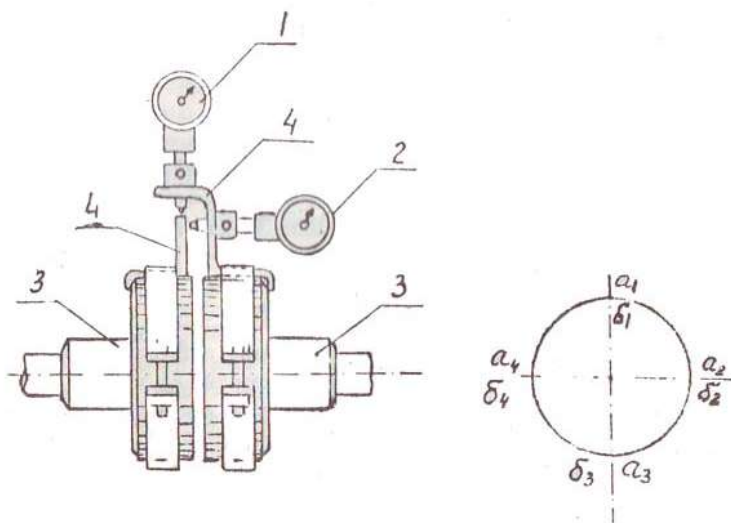
Проверку соосности валов маломощных двигателей осуществляют с помощью щупа и линейки. В этом случае зазоры измеряют щупом при повороте полумуфт через каждые 90 градусов. Если сумма величин диаметрально противоположных замеров не выходит за пределы допусков, приведенных в табл. 5, то соосность можно считать 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 резерв. 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 замеры радиального биения; 2- индикатор для замера торцового биения; 3- полу- муфты; 4- скобы

Излом осей в горизонтальной плоскости вычисляют по формуле (2)

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

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 № 9

Ремонт насосов. Дефектная ведомость. Ремонтный чертёж детали. Технологический процесс изготовления и восстановления деталей

Формируемые компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений производить ремонт шестерённых насосов типа Г11-2

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять ремонт шестерённых насосов типа Г11-2

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Шестеренный насос типа Г11-2

Задание:

- выполнить ремонт шестерённого насоса типа Г11-2

Часть 1 Ремонт шестерённых насосов типа Г11-2

Краткие теоретические сведения:

Шестеренные машины в современной технике нашли широкое применение. Их основным преимуществом является конструкционная простота, компактность, надежность в работе и сравнительно высокий КПД. В этих машинах отсутствуют рабочие органы, подверженные действию центробежной силы, что позволяет эксплуатировать их при частоте вращения до 20 с^{-1} . В машиностроении шестеренные гидромашины применяются в системах с дроссельным регулированием.

Шестеренные насосы. Основная группа шестеренных насосов состоит из двух прямозубых шестерен внешнего зацепления (рис.1.1, а). Применяются также и другие конструктивные схемы, например, насосы с внутренним зацеплением (рис.1.1, б), трех- и более шестерные насосы (рис.1.1, в).

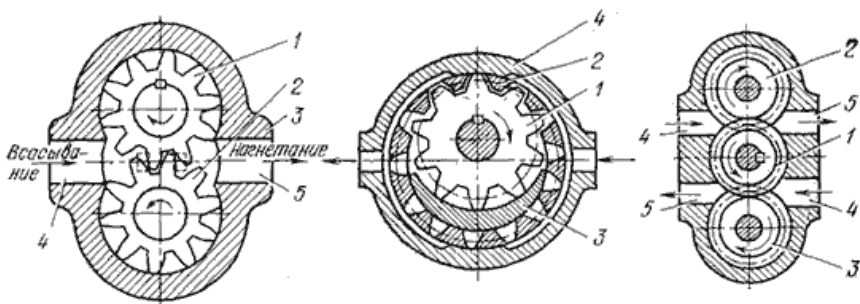


Рис.1.1. Схемы шестеренных насосов:

а - с внешним зацеплением; б - с внутренним зацеплением; в - трехшестеренный

Шестеренный насос с внешним зацеплением (рис.3.1, а) состоит из ведущей 1 и ведомой 2 шестерен, размещенных с небольшим зазором в корпусе 3. При вращении шестерен жидкость, заполнившая рабочие камеры (межзубовые пространства), переносится из полости всасывания 4 в полость нагнетания 5. Из полости нагнетания жидкость вытесняется в напорный трубопровод.

В общем случае подача шестерного насоса определяется по формуле

$$Q = k \frac{D^2}{z} b n \eta_{об},$$

где k - коэффициент, для некорригированных зубьев $k = 7$, для корригированных зубьев $k = 9,4$; D - диаметр начальной окружности шестерни; z - число зубьев; b - ширина шестерен; n - частота оборотов ведущего вала насоса; $\eta_{об}$ - объемный КПД.

Инструкция по ремонту шестеренных гидронасосов

Рекомендации при проведении ремонтных работ насоса:

- Очень важно обеспечить чистоту сборочных работ;
- Перед снятием насоса обязательно очистите присоединительные фланцы от грязи;
- Загерметизируйте открытые гидролинии сразу после снятия насоса;
- Слейте масло и очистите корпус насоса от грязи перед проведением ремонта;
- Перед сборкой гидронасоса все металлические детали тщательно промыть в чистом обезжиривателе;
- Используйте сжатый воздух для сушки деталей. Не протирайте их насухо бумажными полотенцами или тканью. Сжатый воздух должен быть отфильтрован и обезвожен;

- Всегда используйте новые уплотнения при сборке гидравлических насосов;
- Перед установкой все резиновые уплотнения необходимо смазывать литолом;
- После ремонта обязательно проведите испытание гидронасоса на стенде.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Произвести разборку шестерённого насоса типа Г11-2
3. Выполнить расчет подачи шестерного насоса
4. Заполнить таблицу 3.1 возможных неисправностей насосов

Таблица 3.1

Неисправности насоса	Мероприятия по устранению	Проведение ремонтных работ
4. Шестерня		
5. Валик		
6. Втулка		
7. Корпус		

5. Записать в таблицу мероприятия по устранению данных неисправностей
6. Записать в тетрадь алгоритм проведения ремонтных работ
7. Оформить отчет

Часть 2 Ремонт шестерённых насосов типа НШ

Цель работы: формирование умений производить ремонт шестерённых насосов типа НШ

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять ремонт шестерённых насосов типа НШ

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
2. Шестеренный насос НШ

Задание:

- изучить и выполнить ремонт шестерённых насосов типа НШ

Краткие теоретические сведения:

Шестеренный насос в разобранном состоянии представлен на рис.1.2. Шестеренный насос состоит из корпуса 8, выполненного из алюминиевого сплава, внутри которого установлены подшипниковый блок 2 с ведущей 1 и ведомой 3 шестернями и уплотняющий блок 5, представляющий собой другую половину подшипника. Для радиального уплотнения шестерен в центральной части уплотняющего блока имеются две сегментные поверхности, охватывающие с установленным зазором зубья шестерен. Для торцевого уплотнения шестерен служат две поджимные пластины 7, устанавливаемые в специальные пазы уплотняющего блока с обеих сторон шестерен. В поджимных пластинах и в левой части уплотняющего блока есть фигурные углубления под резиновые прокладки 6. Давлением жидкости из полости нагнетания пластины 7 прижимаются к торцам шестерен, благодаря чему автоматически компенсируется зазор, а утечки остаются практически одинаковыми при любом рабочем давлении насоса. Ведущая и ведомая шестерни выполнены заодно с цапфами, опирающимися на подшипники скольжения подшипникового и уплотняющего блоков. Одна из цапф ведущей шестерни имеет шлицы для соединения с валом приводящего двигателя. Насос закрывается крышкой 4 с уплотнительным резиновым кольцом 9. Приводной вал насоса уплотнен резиновой манжетой, закрепленной специальными кольцами в корпусе насоса.

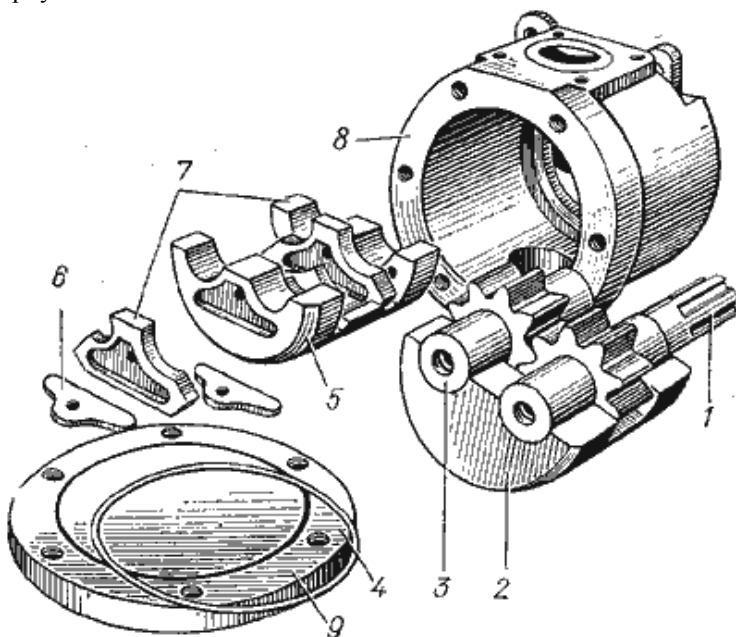


Рис.1.2. Шестеренный насос НШ-К и его составные элементы

Шестеренные насосы с внутренним зацеплением сложны в изготовлении, но дают более равномерную подачу и имеют меньшие размеры. Внутренняя шестерня 1 (см. рис.3.1, б) имеет на два-три зуба меньше, чем внешняя шестерня 2. Между внутренней и внешней шестернями имеется серпообразная перемычка 3, отделяющая полость всасывания от напорной полости. При вращении внутренней шестерни жидкость, заполняющая рабочие камеры, переносится в напорную полость и вытесняется через окна в крышках корпуса 4 в напорный трубопровод.

На рис.3.1, в приведена схема трехшестеренного насоса. В этом насосе шестерня 1 ведущая, а шестерни 2 и 3 - ведомые, полости 4 - всасывающие, а полости 5 - напорные. Такие насосы выгодно применять в гидроприводах, в которых необходимо иметь две независимые напорные гидролинии.

Равномерность подачи жидкости шестерным насосом зависит от числа зубьев шестерни и угла зацепления. Чем больше зубьев, тем меньше неравномерность подачи, однако при этом уменьшается производительность насоса. Для устранения защемления жидкости в зоне контакта зубьев шестерен в боковых стенках корпуса насоса выполнены разгрузочные канавки, через которые жидкость отводится в одну из полостей насоса.

Разборка гидронасоса

При ремонте насоса необходимо обеспечить чистоту рабочего места. После снятия гидронасоса тщательно очистите корпус от грязи и вымойте в растворителе. После помывки откройте сливное отверстие и слейте масло из корпуса насоса.

1. Снимите муфту приводного вала.
2. Заметьте взаимное расположение деталей гидронасоса для обеспечения правильной сборки.



3. Зажмите насос в тисках валом вверх. Не затягивайте сильно тиски чтоб не повредить корпус насоса.
4. Снимите болты (восемь в каждом) и шайбы (по четыре).
5. Выньте насос из тисков и закрепите валом вниз. Разборка дальше проводится с задней части гидронасоса.
6. Легким ударом молотка отделите заднюю крышку насоса. Осторожно, не повредите уплотнительную прокладку.
7. Разберите крышку предохранительного клапана.



8. Легким ударом молотка отделите корпус третьего насоса. Удалите уплотнительное кольцо.
9. Снимите промежуточную шестерню и пластину.
10. Снимите шестерню привода от входного вала.
11. Снимите защитную пластину и уплотнительное кольцо, отметив положение открытый или закрытый стороны пластины.
12. С помощью шила выньте шпонку ведущей шестерни приводного вала.
13. Снимите уплотнительное кольцо с задней переходной плиты.
14. Мягким ударом молотка строньте и снимите переходную пластину. После удаления адаптера, переверните его и снимите второе уплотнительное кольцо.



15. Снимите второй или средний корпуса насоса.
16. Снимите промежуточную шестерню в сборе с пластиной и приводом передачи от входного вала.
17. Снимите вторую промежуточную плату в сборе с адаптером.
18. Снимите вторую шпонку с вала насоса.
19. Снимите уплотнительное кольцо с передней переходной плиты.
20. Легким ударом молотка ослабьте и затем снимите переходную пластину. После удаления адаптера, переверните его и снимите второе уплотнительное кольцо.
21. Снимите первый корпус насоса из передней панели.
22. Снимите первый насос, промежуточную шестерню и входную шестерню в сборе с пластиной и уплотнительным кольцом.



23. Выньте все резервные сальники и уплотнения.
24. С помощью съемника снимите уплотнение вала. Осторожно, не повредите посадочное место под манжету.

Далее проведите осмотр деталей насоса на предмет износа рабочих поверхностей.

1. Промойте и продуйте сжатым воздухом все детали.
2. Удалите все заусенцы мелкой наждачной бумагой.
3. Проверьте приводной вал на предмет выработок в опорах и посадочных местах шестерен.
4. Проверьте шестерни привода и промежуточные шестерни на предмет износа по торцам шестерен и рабочих поверхностях зубьев.
5. Осмотрите внутренние поверхности корпуса насоса. При появлении следов надиров необходимо заменить корпус.
6. Заметьте валы, если появился износ в области опор. Замените шестерни. Валы и шестерни желательно менять в сборе.
7. Осмотрите переднюю, заднюю крышки гидронасоса и промежуточные плиты. Втулки вала должны иметь цилиндрическую форму и разгрузочные канавки не должны быть забиты.
8. Заменить детали, если диаметр отверстия превышает 19,2 мм.
9. Втулки в переходной плите должны выступать на 3,20 мм [0,126] над поверхностью адаптера.
10. Проверить на износ переходные пластины. Заменить пластины, если износ превышает 0,38 мм.

Сборка гидронасоса после ремонта

При сборке важно обеспечить правильное взаимоположение корпусов, промежуточных пластин, адаптеров, специальных уплотнений.

Сборка насоса.



1. Во время сборки смазать все пластины, уплотнения, резервные прокладки, уплотнения вала и уплотнительные кольца. Смажьте все готовые детали и /или рабочие поверхности чистой гидравлической жидкости во время сборки.
2. Установите уплотнительное кольцо в паз передней панели.
3. Нанесите тонкий слой смазки или гидравлического масла с обеих сторон формового уплотнения и вставьте его в паз.
4. Вставьте новую защитную пластину и уплотнение.
5. Вставьте шестерни первого вала в корпус насоса.



6. Установите новое уплотнительное кольцо в паз переходной пластины (боковой втулки ниже поверхности).
7. Установить переходную пластину на вал привода.
8. Установите шпонку вала. Проверьте правильность расположения элементов.
9. Вставьте переходную пластину, не повредив посадочные места валов.
10. Смажьте и установите вторую защитная плита в сборе в корпус насоса. Осторожность необходима, чтобы не выбить уплотнения во время установки.
11. Смажьте и установите вторую ведущую шестерню на вал насоса, вторую промежуточную шестерню и адаптер.
12. Смажьте и установите новое уплотнительное кольцо на задней поверхности переходной пластины.
13. Проведите аналогично сборку второго и третьего насоса.
14. Замените уплотнение и установите заднюю крышку насоса.
15. Закрепите крышку насоса болтами с новыми шайбами. Затянуть болты равномерно крест-накрест с усилием 34 по 38 Нм.

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 раз-

борке 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	Инвентар- ный номер	Место уста- новки обору- дования

Оборотная сторона дефектной ведомости

№ п/п	Наиме- нование узла и детали	№ де- та- ли	Количество деталей		Снять эскиз	Дефек- ты узла и дета- ли	Перечень ре- монтных работ		Марка мате- риала
			замене- нить	ремон- тиро- вать			краткий перечень операций	термо ботка	

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		
	Наиме- нование	Мате- риал	№ п/п	Вид	Величи- на	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.

Практическое занятие № 10

Составление инструкции по техническому обслуживанию для гидросистемы по заданным условиям. Контроль качества технического обслуживания

Формируемые компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений производить техническое обслуживание гидросистемы по заданным условиям.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

выполнять техническое обслуживание гидросистемы

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

Задание:

Составить инструкцию по техническому обслуживанию для гидросистемы

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.

2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
3. Рассмотреть наиболее важные объекты проверок и характерные внешние проявления отклонений от нормального состояния.
4. Принять решение о необходимости их устранения и остановке машины.
5. Занести все данные в таблицу №1

Компонент гидросис- темы	Проявление отклонения	Возможная причина отклонения
1. Гидробак с рабочей жидкостью и т.д.		

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 **Ремонт гидроцилиндров**

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений производить ремонт гидроцилиндров

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять ремонт гидроцилиндров

Материальное обеспечение:

2. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

3. Гидроцилиндр

Задание:

- изучить ремонт гидроцилиндров.

Краткие теоретические сведения:

В процессе эксплуатации гидроцилиндра обычно контролируются следующие параметры: давление, наружная герметичность, температура рабочей жидкости, а также состояние рабочей жидкости, в которой не допускается появление воздушных пузырьков.

При работе гидроцилиндров в гидросистемах могут возникать различные неисправности, вызывающие отклонения от нормальной работы. Поэтому необходимо определить причины неисправностей и способы их устранения.

Основная задача – повышать эффективность производства.

Широкое внедрение машин с гидроприводом поставило перед задачей обеспечения их качественного технического обслуживания и ремонта, т.е. эффективного его использования. Основными преимуществами гидропривода являются: независимое расположение привода и возможность любого разветвления мощности, простота кинематических схем и создание больших передаточных чисел, легкость реверсирования исполнительного механизма, достаточная скорость выполнения технологических операций, возможность предохранения от перегрузок, стандартизация и унификация деталей и сборочных единиц.

В гидроприводе машин широко применяются гидроцилиндры. Они отличаются сравнительно малыми габаритными размерами и массой на единицу передаваемой мощности, бесступенчатым регулированием скорости, удобством эксплуатации, высоким коэффициентом полезного действия и другими положительными факторами, которые способствуют их распространению. Поэтому выпуск гидроцилиндров приобретает особо важное значение. Однако их изготовление и ремонт при существующей технологии – очень трудоемкий и сложный процесс, требующий больших затрат труда и средств.

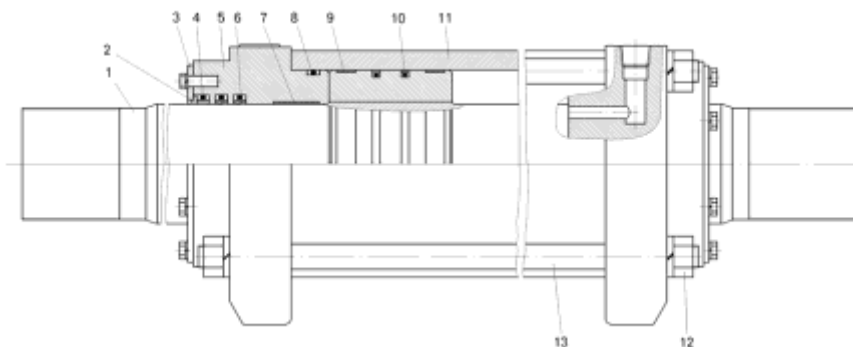


Рис.1.1 Гидравлический цилиндр:

1 - шток с поршнем; 2 - скребок; 3 - поджимная крышка; 4 - грязесъемник; 5 - крышка; 6 - штоковое уплотнение; 7 - штоковое опорное кольцо; 8 - уплотнительное кольцо; 9 - поршневое опорное кольцо; 10 - поршневое уплотнение; 11 - труба цилиндра; 12 - гайка; 13 – шпилька.

Гидроцилиндры являются простейшими гидродвигателями, выходное звено которых совершает возвратно-поступательное движение, причем выходным (подвижным) звеном может быть как шток или плунжер, так и корпус гидроцилиндра (рис. 1.1).

Основными параметрами гидроцилиндров являются их внутренний диаметр, диаметр штока, ход поршня и номинальное давление, определяющие его эксплуатационную характеристику и конструкцию, в частности тип применяемых уплотнений, а также требования к качеству обработки и шероховатости внутренней поверхности гидроцилиндра и наружной поверхности штока.

К основным неисправностям гидроцилиндров можно отнести: нарушение уплотнения поршня, износ поверхности гильзы, срыв резьбы, различные течи через уплотнения, износ гильзы, поршня, штока и др.

Собранные гидроцилиндры испытывают на стенде на герметичность и скорость перемещения штока.

Гидроцилиндры предназначены для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -40 до $+50$ градусов на гидравлических маслах (ВМГЗ, МГ-30, И-20 А), предназначенных для гидроприводов при работе на номинальном давлении 16 МПа (160 кгс/см кв.). Наибольшее кратковременно допустимое давление не должно превышать 20 МПа (200 кгс/см кв.).

Наиболее ответственная операция при ремонте гидроцилиндров заключается в окончательной отделке внутренней поверхности гильзы гидроцилиндра. Ни один из способов не является универсальным. Все они трудоемки, требуют точных станков и высокой квалификации рабочего, что в

свою очередь ведет к значительному увеличению стоимости ремонта. Кроме того, современные условия эксплуатации при недостатке финансирования служб технического обслуживания приводят к тому, что машины не обслуживаются в установленные сроки и фактически работают на износ. Эти причины ведут к тому, что в деталях возникают запредельные износы, вследствие чего, они не могут быть восстановлены обычными способами и их вынуждены утилизировать.

Гидроцилиндры бывают одно- и двустороннего действия. Характерная особенность гидроцилиндра одностороннего действия заключается в том, что усилие на выходном звене (например, штоке), возникающее при нагнетании в рабочую полость гидроцилиндра жидкости под давлением, может быть направлено только в одну сторону (рабочий ход). В противоположном направлении выходное звено перемещается, вытесняя при этом жидкость из гидроцилиндра, только под влиянием возвратной пружины или другой внешней силы, например, силы тяжести. Поршневые гидроцилиндры одностороннего действия применяют обычно в системах управления и для привода некоторых вспомогательных механизмов.

Гидроцилиндры двустороннего действия в отличие от гидроцилиндров одностороннего действия включают в себя две рабочие полости, поэтому усилие на выходном звене и его перемещение могут быть направлены в обе стороны в зависимости от того, в какую из полостей нагнетается рабочая жидкость (противоположная полость при этом соединяется со сливом). Жесткое крепление применяют в основном для небольших гидроцилиндров системы управления. В рабочих машинах чаще используют шарнирное крепление корпуса гидроцилиндра.

Гидроцилиндры рабочего оборудования крепят шарнирно, причем в обоих местах шарнирного крепления - у корпуса и штока - применяют сферические подшипники скольжения типа ШС. Эти подшипники допускают поворот (на небольшой угол) пальца в любой плоскости, обеспечивают свободный монтаж и демонтаж шарнирного соединения и исключают заклинивание его при небольших перекосах из-за неточности изготовления элементов рабочего оборудования.

Например, гидроцилиндр на давление 160 кгс/см кв., используемый для рабочего оборудования экскаватора ЭО-3322А, состоит из следующих основных частей: собственно гидроцилиндра (гильзы с приваренной к ней задней крышкой), навинченной на гильзу передней крышки с отверстием под шток, штока с проушиной и поршня. В проушине, ввинченной в наружный торец штока, и в проушине задней крышки гидроцилиндра установлены с помощью пружинных колец сферические подшипники типа ШС.

Рабочая жидкость подается в поршневую и штоковую полости гидроцилиндра через отверстия. Герметичное разделение поршневой и штоковой полостей и передача усилия от давления в рабочей полости на шток создает-

ся поршнем с манжетами и уплотнительным кольцом. Поршень крепят на внутреннем конце штока гайкой, фиксируемой шплинтом.

Перетечки из полости в полость гидроцилиндра предотвращаются по наружной поверхности поршня манжетами, по внутренней – резиновым кольцом. Манжеты удерживаются от осевого перемещения по поршню манжетодержателями.

Верхняя крышка фиксируется на резьбе гильзы цилиндра контргайкой. Запрессованная в крышке втулка служит направляющей для штока. Утечкам из штоковой полости гидроцилиндра препятствуют установленное в проточке крышки уплотнительное кольцо, а также манжета и уплотнительные кольца и во втулке. От осевого перемещения при движении штока манжета удерживается манжетодержателем. Со стороны наружного торца крышки установлен грязесъемник, который удерживается гайкой, ввернутой во внутреннюю резьбу крышки.

На штоке рядом с поршнем установлен демпфер, смягчающий удар поршня в переднюю крышку в конце его полного хода. В конце хода штока налево щель между кромкой крышки и конической поверхностью демпфера, через которую рабочая жидкость выжимается поршнем из штоковой полости в отверстие, уменьшается. При этом поршень затормаживается за счет дроселирования масла через уменьшающуюся щель.

Ремонт силового цилиндра

Самый простой ремонт силового цилиндра заключается в смене уплотнительных элементов, что выполняется после частичной или полной разборки.

Для смены уплотнительных резиновых колец соединительной трубки у цилиндра следует лишь осадить нижнюю крышку, предварительно отвернув гайки. Смену остальных уплотнительных колец, манжет проводят после разборки цилиндра. Для разборки цилиндр устанавливают в приспособлении таким образом, чтобы стержень его вошел в отверстие нижней крышки. Отвернув гайки шпилек или стяжные болты, снимают гильзу цилиндра вместе с передней крышкой. Из передней крышки вынимают маслопровод, с него снимают шайбы и резиновые уплотнительные кольца. Вывернув из задней крышки шпильки, снимают крышку с приспособления, вынимают: из расточки под маслопровод пружинную шайбу, из кольцевой расточки резиновое уплотнительное кольцо. Зажав заднюю крышку в тисках, отвертывают болт и снимают бугель. Надев головку штока на штырь приспособления, снимают с буртика передней крышки гильзу. Отвернув гайку штока, снимают с него поршень. Фибровые кольца вынимают из гайки только при их замене. Из наружной кольцевой канавки поршня извлекают две предохранительные кожаные прокладки и резиновое уплотнительное кольцо, а из внутренней кольцевой расточки – кольцо. Со штока поршня снимают переднюю крышку и подвижной упор в сборе, который разбирают при ремонте деталей.

Переднюю крышку зажимают в тисках или в приспособлении и, отвернув болты, снимают крышку чистиков. Из расточки крышки вынимают пластины чистиков, уплотнительные кольца и клапан гидромеханического регулирования хода поршня в сборе. При передней крышке или при течи масла по резьбе пробок-заглушек их вывертывают. Если необходим ремонт штока, срубают штифт и отвертывают вилку.

При ремонте гильз цилиндров приходится встречаться с различными дефектами, которые зависят от конструктивного выполнения и условий эксплуатации. У гильзы изнашивается внутренняя поверхность, на которой к тому же могут быть задиры, глубокие царапины, а также забоины и заусенцы по торцам. В случае крепления крышек к гильзе болтами имеет место срыв или износ резьбы в отверстиях или наружной резьбы крепления вкладышей. Небольшие забоины и заусенцы на торцах гильзы зачищают напильниками. Сорванную или забитую резьбу восстанавливают метчиками или рассверливают под больший диаметр и нарезают новую резьбу.

Отдельные забоины или риски на зеркале цилиндра можно зачистить шкуркой зернистостью 80-120. При значительном износе рабочей поверхности гильзы ее растачивают под ремонтный размер. После расточки зеркало цилиндра полируется, при этом чистота поверхности зеркала должна быть не менее девятого класса, как исключение допускается снижение чистоты, но не менее восьмого класса. При полировке необходимо учитывать, что ось отверстия должна быть перпендикулярной торцам с точностью 0,03-0,06 мм. Ремонт штоков можно проводить двумя путями. Первый сводится к обработке штока по диаметру до ремонтного размера с последующим хромированием, с толщиной слоя не менее 0,021 мм, второй способ сводится к проточке наружной поверхности на глубину 0,6-1 мм, наплавке виброконтактной сваркой, обработке и хромированию.

Резьба на концах штока, в случае ее забоя, прогоняется или заваривается, протачивается и нарезается вновь. Как исключение допускается протачивание конца под другую резьбу. Погнутые штоки можно править на прессе без подогрева, допускаемый прогиб при длине штока до 300 мм - не более 0,15 мм на всей его длине.

Проверка правильности крепления гидроцилиндра.

Критерием для оценки является разность установочных размеров Т и С (рис.2). Она должна быть не более 2 мм. Замерить размеры Т и С. Если разность между ними не удовлетворяет указанному условию, то нужно биты болты со стороны меньшего размера и подтянуть со стороны большего, пока не будет достигнута допустимая разность установочных размеров. После этого затянуть болты требуемым крутящим моментом (рис. 1.2).

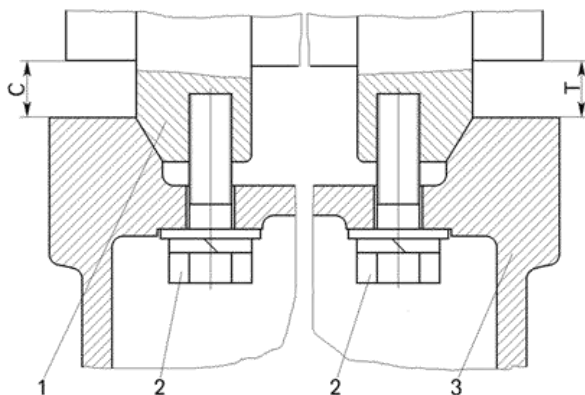


Рис.1.2. Крепление гидроцилиндра:

1 - гидроцилиндр; 2 - болт; 3 – кронштейн; С и Т - контрольные параметры.

Пуск и эксплуатация гидроцилиндров

Перед пуском гидроцилиндра необходимо:

- убедиться в правильности монтажа всей системы, в том числе гидроцилиндров;
- проверить уровень рабочей жидкости в гидробаке;
- проверить наличие в гидросистеме контрольно-измерительных приборов;
- выпустить из системы воздух.

Затем следует провести пробный пуск гидроцилиндра перемещение штока (плунжера) в обе стороны холостую и под нагрузкой. Шток (плунжер) должен передвигаться плавно, без вибраций и заеданий.

В процессе эксплуатации гидроцилиндры подвергаются осмотрам, при которых проверяется состояние крепежных элементов, мест разъемов корпусных деталей, вынос рабочей жидкости через уплотнение штока.

Техническое обслуживание цилиндра состоит в своевременной замене уплотнений при появлении утечек.

При сборке гидроцилиндров или замене уплотнений требуется соблюдение следующих правил:

- перед установкой уплотнительных элементов очистить всю систему от загрязнений;

- уплотнения не должны проходить над острыми кромками, выступами штока, резьбой, посадочными канавками и т. п., эти места перед монтажом уплотнений должны быть закрыты в соответствии с рекомендациями по монтажу уплотнений;

- уплотнения и детали уплотнительного узла должны быть смазаны.

Отсутствие смазки или недостаточная смазка уплотнений и прилегающих деталей перед сборкой могут, несмотря на соблюдение условий монтажа, вызвать повреждение уплотнений.

В гидросистеме должна периодически заменяться рабочая жидкость и производиться очистка фильтров. Рабочая жидкость заменяется в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя конкретного гидропривода.

Во время работы гидроцилиндров запрещается:

- проводить на цилиндрах, находящихся под давлением, профилактические или другие работы по их обслуживанию (подтягивание штуцеров, крепежных деталей и т. п.);

- проводить работы с неустановленным и незакрепленным цилиндром;

- устанавливать детали с дефектами, влияющими на прочность конструкции;

- работать на режимах, отличающихся от режимов, предусмотренных технической характеристикой;

- работать при температуре выше максимально допустимой.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
3. Рассмотреть пуск и эксплуатацию гидроцилиндров
4. Зарисовать способы крепления цилиндров к машине, с. 382, табл. 10.1
Сешников В.К. Станочные гидроприводы.
5. Составить таблицу возможных неисправностей в работе цилиндров
6. Записать в таблицу мероприятия по устранению данных неисправностей
7. Записать в тетрадь алгоритм проведения ремонтных работ цилиндров
8. Изучив инструкцию по правилам пуска и эксплуатации гидроцилиндра, ответить на вопросы

Составьте последовательность работ при пуске.

Как определить, что цилиндр работает исправно?

Какие правила необходимо соблюдать при монтаже уплотнений?

Какие правила необходимо соблюдать при ТО цилиндров с точки зрения техники безопасности?

Возможные неисправности цилиндров и способы их устранения.
Перечислите, какие неисправности при работе цилиндров могут возникнуть?

Как износ уплотнений влияет на работу цилиндра?

Как влияют на работу цилиндра боковые нагрузки на шток?

Какие параметры работы цилиндров влияют на давление, расход?

В каких случаях применяются цилиндры с демпфированием?

Как повлияет неправильная установка цилиндра относительно направляющих рабочего органа приводимой машины на его работу?

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 № 12

Определение типа фильтрации и выбор фильтров

Формируемые компетенции:

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений определять тип фильтрации

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

выбирать фильтр в соответствии с типом фильтрации

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий

Задание:

- изучить назначение, устройство, принцип работы фильтра, схемы установки фильтров.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
- 2. Изучить назначение, устройство, принцип работы фильтра.
- 3. Подобрать тип фильтра учитывая расход жидкости, требуемую тонкость фильтрации, давление и место установки фильтра.
4. Записать в тетрадь характеристику фильтра
5. Вычертить схему установки фильтра

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 2.4 Техническое обслуживание и ремонт систем смазки

Практическое занятие № 13

Система жидкой смазки SKF Циркуляционные системы смазывания Ремонтная документация на капитальный ремонт. Схема сборки системы смазки

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК.4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК.4.4 Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК.4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений применения циркуляционных систем смазывания

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться системами жидкой смазки SKF

Материальное обеспечение:

2. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ
3. 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).

Поддача 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 однамагистральных, 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 програм-

мы 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 больsherазмерные 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 механизмах 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 № 14

Одномагистральные и двухмагистральные системы смазки Ремонтная документация на капитальный ремонт АЦСПС Ведомость на дефектацию питателя

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

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

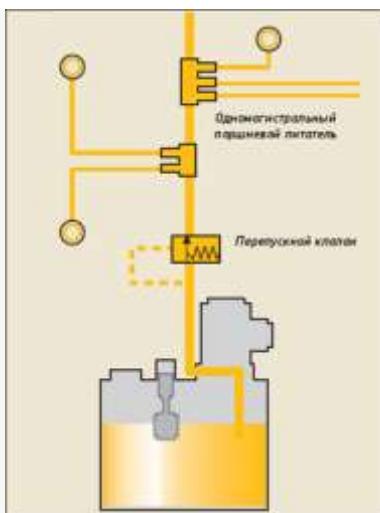
Обрабатывающие станки, печатные машины, ткацкие станки, упаковочные машины и многое другое.

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 см³ на один импульс подачи смазки и одну точку смазывания.

Компоненты

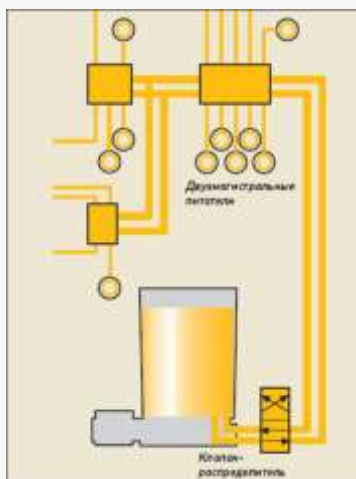
- Насосный агрегат (поршневой или шестеренчатый насос).
- Поршневые питатели.
- Дозаторы.
- Блок управления и контроля (в зависимости от конфигурации системы).



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.



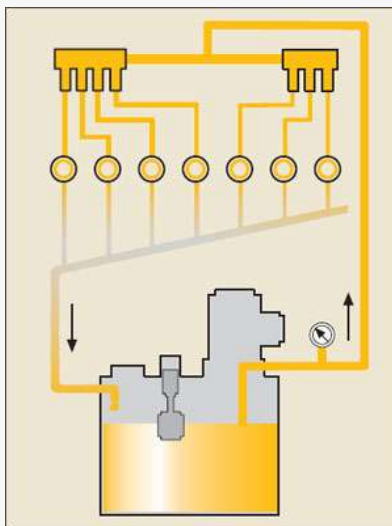
Компоненты

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.

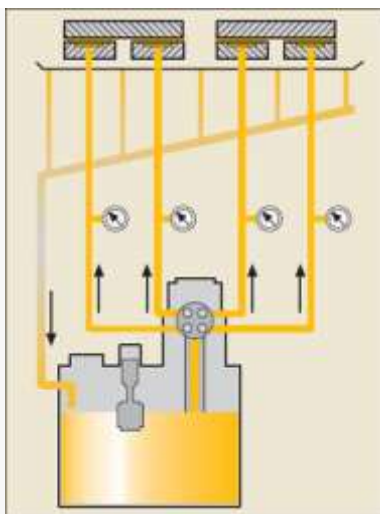
Компоненты

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 микрон 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. 1.1.

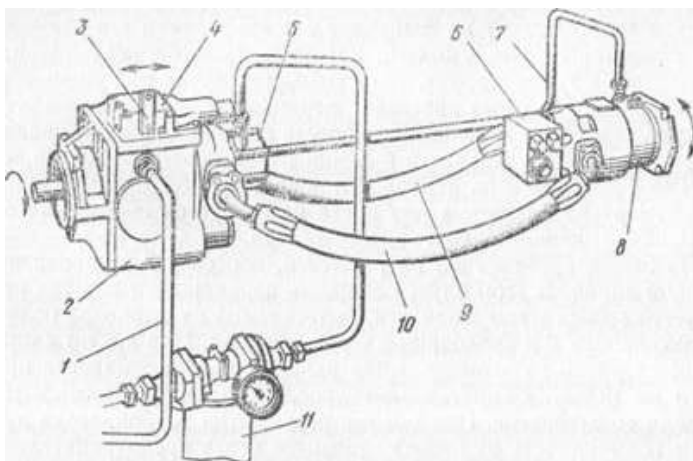


Рис. 1.1 Основные элементы объемного гидропривода с замкнутой циркуляцией: 1, 7, 9, 10 — трубопроводы, 2, 5 — насосы, 3 — рычаг управления, 4 — предохранительный клапан, 6 — коробка, 8 — гидромотор, 11 — фильтр тонкой очистки

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 системы жидкой смазки SKF
3. Изучить назначение, устройство, принцип работы циркуляционной системы смазывания
4. Записать в тетрадь принцип работы
5. Вычертить схему циркуляционной системы смазывания
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.

Практическое занятие № 15

Схемы и карты смазывания

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений *пользоваться* картой смазки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять карту смазки

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий
2. Схема смазки привода

Задание:

1. Составить карту смазки привода механизма подъема мостового крана

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы
3. Подобрать смазочные материалы
4. Заполнить таблицу «Карта смазки оборудования»

Карта смазки оборудования

№ точки	Наименование точек смазывания	Кол-во точек	Способ смазывания	Материал	Кол-во материала	Периодичность
---------	-------------------------------	--------------	-------------------	----------	------------------	---------------

1						

5. Ответьте на вопросы:

- а. Как работают системы смазывания с циклической подачей масла?
 - б. Как осуществляют управление смазочными системами?
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

Тема 2.5 Монтаж и наладка гидравлических и пневматических систем и систем смазки

Практическое занятие № 16 Монтаж системы густой смазки

ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения

ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов

ПК 4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины

ПК 4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений производить монтаж системы густой смазки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять монтаж системы густой смазки

Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ

2. Правила технической эксплуатации гидроприводов на предприятиях черной металлургии

Задание:

- изучить монтаж системы густой смазки

Краткие теоретические сведения:

Монтаж систем густой смазки можно разделить на несколько операций: монтаж ручной или автоматической станции густой смазки, монтаж магистральных трубопроводов, монтаж питателей и их подключение к магистральным трубопроводам и узлам трения. В зависимости от конкретных условий все эти операции могут выполняться одновременно или в последовательности, определяемой фронтом работ.

Станции густой смазки монтируют на фундаментах на пакетах подкладок либо бесподкладочным методом. Станции устанавливаются по уровню.

К смонтированной станции подключают трубопроводы. Для изготовления трубопроводов густой смазки применяют трубы цельнотянутые или горячекатаные.

Диаметр трубопроводов выбирается в зависимости от длины:

Условные проходы, мм	6	10	15	20	25	40	50
Максимальная длина трубы, мм	5	10	15	25	50	75	120

Как правило, магистральные трубопроводы прокладывают в масло-тоннелях или лотках. Иногда выгодно проложить магистральные трубопроводы непосредственно по корпусам машин (рольганги и др.). Во всех случаях магистральные трубопроводы необходимо прокладывать так, чтобы они проходили в непосредственной близости от смазываемого оборудования и вместе с тем не имели излишних поворотов.

Перед монтажом питателей их испытывают на работоспособность и герметичность. Контрольные испытания питателей производят минеральным маслом П-28, МС-20.

При испытании на работоспособность поршни должны совершить не менее 6 ходов при давлении масла не более 1,5 МПа. Передвижение поршней и золотников должно происходить без заедания по всей длине хода.

Испытания на герметичность должны проводиться при пробном давлении 15 МПа в течение 2 мин в двух крайних положениях поршня. Утечка масла через любой из отводов к трущимся поверхностям не должна превышать трех капель в минуту. Для создания испытательного давления чаще

всего применяют станции для систем ручной централизованной смазки типа НРГ.

В некоторых случаях питатели предварительно не опробуют: исправность их выявляют в период испытания всей системы смазки.

Питатели монтируют на оборудовании в строгом соответствии с проектом. При выборе места установки питателя нужно учитывать, что он должен быть расположен как можно ближе к обслуживаемым точкам и в местах, удобных для наблюдения и обслуживания во время работы. Желательно питатели устанавливать так, чтобы длина отвода от питателя к смазываемой точке не превышала 4 м.

Для удобства наблюдения за работой питателей их необходимо устанавливать так, чтобы индикаторные головки располагались в одном и том же положении.

Если на коротком участке приходится устанавливать несколько питателей, то их целесообразно объединять в одну группу и монтировать на общей панели. Не следует в такую группу объединять более трех питателей, так как при последовательном соединении большого числа питателей происходят большие потери гидравлического напора. При сборке питателей на общую панель соединительные гайки на трубопроводах удобно ставить в шахматном порядке.

В отдельных случаях в целях предохранения индикаторов от механических повреждений питатели закрывают съемными кожухами, которые должны легко сниматься во время обслуживания.

Для подвода смазки к питателю от магистрали служит трубопровод диаметром 18 мм и толщиной стенки 3 мм небольшой длины. Для удобства замены питатели подключаются к магистральным трубопроводам при помощи бонок и соединительных гаек. Отверстие в магистральном трубопроводе должно быть меньше наружного диаметра бонки; в противном случае шлак во время приварки бонки обязательно попадает внутрь трубопровода.

Отводы от питателя к смазываемой точке чаще всего выполняют трубами диаметром 14 x 3. Отводы необходимо располагать таким образом, чтобы они не были подвержены тепловому и механическим воздействиям.

Отвод соединяют с питателем и точкой смазки при помощи ниппелей и соединительных гаек. Ниппеля должны быть разной длины; располагаются они в шахматном порядке, что обеспечивает отсоединение любого отвода без отсоединения соседних отводов.

Для подачи густой смазки от питателя к подвижным точкам смазки применяют дюритовые шланги с внутренним диаметром 8 мм и рабочим давлением до 13 МПа. При подведении смазки к питателю, который передвигается вместе с машиной, используют шланги высокого давления с металлической оплеткой. Для подсоединения шлангов применяют цапфовые соединения с накидной гайкой и без нее.

Перед установкой на обвязываемую машину отвода от питателя к смазываемой точке его заполняют мазью.

Законченную монтажом систему густой смазки подвергают промывке или травлению (в зависимости от того, из каких труб смонтированы магистральные трубопроводы), для чего от магистральных трубопроводов отсоединяют все питатели. Магистральные трубопроводы закольцовывают и испытывают сжатым воздухом на герметичность, после чего приступают к промывке или протравке трубопроводов.

Промытые протравленные трубопроводы заполняют мазью. Во время заполнения магистральных трубопроводов мазью из открытых концов должно вытечь 15 – 20 л смазки. Затем должны быть набиты отводы к питателям и сами питатели. Из них также должно вытечь не менее 200 см³ смазки.

При заполнении смазкой трубопроводов необходимо следить, чтобы в систему не попал воздух, так как наличие воздушных мешков и пробок в потоке смазки отрицательно сказывается на работе системы, а устранение их – очень трудоемкая и кропотливая операция. Для исключения возможности попадания в трубопровод воздуха перед первым заполнением в густую смазку подмешивают небольшое количество жидкого масла типа П-28 или цилиндрическое-24. Небольшое количество жидкого масла в густой смазке также благоприятно отражается на приработке золотников, поршней питателей и самих узлов трения.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Составить алгоритм выполнения монтажных работ системы густой смазки по заданным условиям
4. Оформить практическую работу

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.

Лабораторная работа № 1

Монтаж гидросистемы

Формируемые компетенции:

- ПК 4.1. Участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения
- ПК 4.2. Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов
- ПК.4.3. Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию
- ПК.4.4 Обеспечивать соблюдение технологической и производственной дисциплины
- ПК.4.5. Обеспечивать соблюдение техники безопасности

Цель работы: формирование умений производить монтаж гидросистемы

Выполнив работу, Вы будете:
уметь:

- выполнять монтаж гидросистемы

Материальное обеспечение:

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

Задание:

- изучить монтаж гидросистемы

Краткие теоретические сведения:

Характерные признаки неисправностей нормальных условий работы гидросистем:

1. падение давления рабочей жидкости
2. потеря насосом необходимой подачи
3. утечка масла через зазоры и неплотности в насосах, золотниках, клапанах, цилиндрах и маслопроводах
4. нарушение плавности в работе машин
5. толчки, вибрация и колебание давления в гидросистеме.

Явные признаки неисправностей гидронасосов и гидромоторов :

1. износ поверхностей сфер шипа
2. износ блока цилиндров

3. износ шатуна
4. износ распределителя и ведущего вала
5. износ торцов шестерен
6. износ втулок

В результате износа торцов шестерен и втулок уменьшается их суммарная высота, что нарушает уплотнение манжет. При работе насоса постепенно изнашиваются лыски втулок, они разворачиваются. Утечки в насосе ускоряют старение резиновых уплотнений: они теряют упругость.

В блоке качающего узла растачивают отверстия до выведения следов износа и притирают с распределителем. В распределителе качающего узла шлифуют сферическую поверхность, а затем азотируют ее и притирают с блоком качающего узла.

Для узла шатун—поршень изготавливают поршень ремонтного размера, который закатывают с шатуном, шлифуют, азотируют и окончательно шлифуют; притирают сферу шатуна. В ведущем валу притирают сферические гнезда. В крышке люльки качающего узла шлифуют плоскости до выведения износа и притирают. В центральном шипе шлифуют посадочное место в распределителе на ремонтный размер и азотируют ремонтную втулку гнезда распределителя.

У гидрораспределителей износу подвержены рабочие клапаны и их гнезда. Золотники не удерживаются в рабочих положениях из-за износа обоймы фиксатора. В сопряжении золотник — отверстие в корпусе распределителя вследствие износа возрастают утечки масла. В узле управления золотниками происходит износ отверстия под ось и сферы рычагов, появляются большие утечки масла в месте сопряжения сферического рычага с крышкой. Форму фаски перепускного клапана восстанавливают шлифованием или обточкой в центрах токарного станка с помощью специальной оправки. Гнезда клапанов исправляют на месте подрезанием торцевой зенковкой или удаляют их из корпуса и шлифуют или подрезают резцом на станке торец гнезда до образования острой кромки. Поверхность полусфер ведущего вала обрабатывают на глубину 0,1 мм, торец вала — до восстановления полусфер по чертежу, которые затем притирают. Поверхности под подшипники железнят и шлифуют. Втулку блока цилиндров заменяют и обрабатывают совместно с блоком цилиндров.

Усилие прижима регулируют пружиной. Опорную плиту и привод механизма качания вращают электродвигателем через клиноременную передачу. Для притирки плоской поверхности на опорную плиту устанавливают чугунный притир диаметром 220—250 мм. Блок цилиндров с распределителем притирают на специальном стенде, который имеет три шпинделя с опорными плитами и три механизма прижима и качания. Стенд можно использовать для притирки плоских поверхностей распределителя и крышек люльки.

Для испытания на герметичность насосов применяют специальный стенд Рама стенда представляет собой сварную конструкцию и служит для установки на ней электродвигателя, насоса и бака.

Вращение вала насоса осуществляется электродвигателем через упругую муфту. В бак заливают масло, предназначенное для испытания насоса. На баке установлены фильтр, манометр и предохранительный клапан, предназначенный для поддержания необходимого давления в гидросистеме при испытании насоса. Испытуемый насос соединяют с напорной линией стенда штуцером и рукавом. Валы насоса стопорят специальными стопорами, включают электродвигатель и испытывают насос. Давление контролируют манометром.

Все операции по ремонту агрегатов гидравлической системы, таких как ремонт гидронасосов и ремонт гидромоторов, должны производиться в условиях абсолютной чистоты, так как наличие в них мельчайших посторонних частиц может привести к порче насоса и других механизмов.

Работа любой гидравлической системы начинается лишь после ее монтажа, наладки и испытаний. Установка узлов, агрегатов и аппаратов требует от монтажников знания монтируемой техники и основных приемов сборки элементов гидросистемы. Известно, что гидравлическая техника имеет чрезвычайно малые зазоры, которые при возникающих деформациях корпуса могут быть нарушены. Поэтому важным является процесс крепления таких гидравлических устройств, который должен быть проведен при соблюдении равенства моментов сил затяжки крепежных винтов, болтов, шпилек и т.п. Проводя крепление, следует периодически проверять перемещение подвижных деталей гидромашин и аппаратов (валов, плунжеров и т.д.) и отсутствия их защемления. Особенно тщательно надо проводить крепление аппаратуры стыкового монтажа, которые на присоединяемых плоскостях имеют расточки под уплотнительные кольца. Перекос при установке такой техники недопустим, также недопустима и перетяжка крепежных винтов, приводящая к деформации уплотнительных колец и нарушению герметичности стыка.

Трубопроводы устанавливают обычно после закрепления аппаратуры. Гибку трубопроводов необходимо проводить в специальных приспособлениях, чтобы избежать деформации внутреннего диаметра трубы и не создавать дополнительные местные сопротивления. Особенно тщательно необходимо контролировать качество деталей арматуры (штуцеры, ниппели, накладные гайки, тройники и т.п.). Монтаж гибких трубопроводов (шлангов, рукавов) необходимо проводить без скручиваний, чрезмерных изгибов, соблюдая правила их установки (см. рис. 1.1).



Рис.1.1. Монтаж шлангов

При монтаже гидравлической техники надо располагать ее таким образом, чтобы доступ к ней был легким (на случай обслуживания, замены и т.п.) и был возможен визуальный контроль их состояния. После монтажа гидравлических систем приступают к их наладке и пробному пуску. Для гидросистем необходимо заполнить бак рабочей жидкостью требуемого по руководству эксплуатации качества и объема. При этом вначале надо проверить чистоту гидробака, а затем заливать масло следует через фильтр. Предохранительный клапан насоса рекомендуется установить на минимальное давление. После этого проверить легкость вращения вала насоса. Затем гидравлические распределители ставят в нейтральное положение, дроссели закрывают.

Продлав эти операции, осуществляют пробный кратковременный пуск насоса и контролируют направление вращения вала насоса (оно должно соответствовать указанному в руководстве по эксплуатации насоса). Убедившись в правильности вращения вала насоса, запускают насос на более длительное время и осматривают гидросистему на возможность выявления неплотностей в соединениях и других возможных дефектов. Кроме этого, необходимо выпустить из гидросистемы воздух через специальные пробки или ослабив гайки крепления соединений. Затем по манометру поднимают давление, регулируя клапан давления, и контролируют гидросистему на наличие внешних утечек жидкости. При этом необходимо соблюдать осторожность и проконтролировать состояние гидроцилиндров, не допускать их несанкционированного перемещения.

Если гидросистема не имеет дефектов, то можно установить рабочее давление, опробовать работу распределителей, переключая их в разные позиции, отрегулировать дроссели на требуемую скорость движения гидродвигателей, проверить работу фильтров и других аппаратов. Следует обратить внимание и на уровень масла в баке. При необходимости его следует долить до требуемого уровня. Затем осуществляют наладку величин перемещения гидродвигателей, настройку реле давления и другой аппаратуры.

При отсутствии замечаний по работе гидросистема сдается в эксплуатацию.

Монтаж объемных гидроприводов

Требования к установке гидроагрегатов. Установка гидроагрегатов должна осуществляться обеспечением удобного доступа к узлам и элементам. Замена агрегатов не должна вызывать необходимости демонтажа соседних узлов и элементов гидропривода.

Гидромашины не должны воспринимать нагрузок от веса присоединительных трубопроводов или усилий, возникающих вследствие упругой деформации трубопроводов.

Во всасывающей гидрولينии насосов должен обеспечиваться необходимый подпор рабочей жидкости. Диаметр всасывающего трубопровода должен быть не меньше условного прохода всасывающего отверстия насоса. Скорость течения рабочей жидкости во всасывающем трубопроводе не должна превышать 1,2 м/с. Всасывающий трубопровод должен обладать минимально возможным сопротивлением. Допустимое разрежение во всасывающем трубопроводе 0,02...0,025 МПа. Сливной трубопровод в гидроприводах с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости, а также в насосах подпитки должен иметь размеры, обеспечивающие перемещения рабочей жидкости в нем со скоростью, не превышающей скорость ее движения во всасывающем трубопроводе. В противном случае при сливе в гидробаке образуется масляная эмульсия (смесь масла и воздуха). Сливная труба должна погружаться в масло, иметь скос по углом 45°; минимальное расстояние от дна бака до трубы должно составлять 2,5 наружного диаметра сливной трубы.

Дренажные отверстия на корпусах гидромашин должны располагаться в верхнем положении для исключения образования камер, заполненных воздухом. При значительной длине дренажного трубопровода его сечение необходимо увеличивать во избежание повышения давления внутри корпуса гидромашин.

Соединение гидроагрегатов выполняется с помощью стальных трубопроводов или резинометаллических рукавов. Основные требования к монтажу гибких рукавов следующие: рукав должен висеть не перегибаясь в месте заделки; резкие изгибы и скручивание не допускаются; при работе не должно быть трения рукавов одного об другой и о детали конструкции; длина прямого участка рукава около присоединительной арматуры - не менее шести наружных его диаметров.

В самой высокой точке трубопровода должно находиться устройство для удаления воздуха.

Сборка и установка гидроагрегатов. Монтаж объемного гидропривода необходимо начинать с проверки наличия всех комплектующих узлов и деталей. Убедившись в исправности, приступают к монтажу гидроагрегатов, гидромашин, гидроаппаратуры, соединительных трубопроводов и контроль-

но-измерительных приборов. Затем монтируют системы управления, охлаждения и т.п. Все отверстия для подвода и отвода рабочей жидкости должны быть закрыты соответствующими заглушками. Трубопроводы тщательно очищаются, а их внутренние поверхности протравливаются. Затем трубы промываются в специальных промывочных ваннах, просушиваются сжатым воздухом и закупориваются до установки на машину. Перед монтажом трубопроводы должны быть испытаны на давление, превышающее максимальное рабочее в 2 раза.

Особое внимание необходимо уделять правильному монтажу уплотнительных устройств. На поверхности деталей, сопрягаемых с уплотнением не допускаются риски, забоины, сколы, заусенцы и другие дефекты. Размеры и чистота сопряженных поверхностей должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

Перед установкой уплотнение, а также поверхности деталей, сопрягаемых с уплотнением, протирают безворсовым тампоном, смоченным в бензине. Затем их сушат при комнатной температуре до полного испарения бензина и смазывают рабочей жидкостью или смазочным материалом, инертным к материалу уплотнений.

Не допускается перекося уплотнительного узла, чрезмерное растяжение, скручивание и механическое повреждение уплотнений. В случае отсутствия заходных фасок на уплотняемых деталях или при монтаже уплотнений на детали, имеющие неровности и ступенчатую форму, применяют специальные монтажные оправки.

Монтаж и демонтаж узлов и элементов объемного гидропривода проводят в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

Заправка гидросистемы рабочей жидкостью. По окончании монтажных работ в гидросистему заливают рабочую жидкость требуемой марки и в нужном объеме. Содержание воды в ней не допускается. Очистка от механических примесей проводится на специальных установках. Рабочая жидкость фильтруется. Тонкость фильтрации не должна быть больше той, которая обеспечивается самым "тонким" фильтром, установленным в гидросистеме.

Надежность гидропривода напрямую зависит от чистоты рабочей жидкости, поэтому при заправке необходимо предохранять масло от загрязнений на различных технологических этапах. Заправка должна проводиться заправочными станциями с ручным или механизированным приводом. Преимуществом заправочных станций является наличие резервуара, предохраняющего масло от загрязнения в процессе транспортирования, хранения и заливки, приемных и напорных фильтров тонкой очистки, обеспечивающих необходимую тонкость фильтрации при заправке.

Заправка объемного гидропривода делится на три этапа. На первом масло заливается в корпус гидромашины, а воздух удаляется дренажной системой. Для этого производится подача рабочей жидкости через монтажный

трубопровод в нижнюю дренажную точку гидропривода. По мере поступления рабочей жидкости воздух через верхнюю дренажную точку вытесняется в гидробак. На втором этапе осуществляется заливка рабочей жидкости в гидробак до верхнего уровня. На третьем этапе заправляется гидросистема. При этом проводят пробные пуски объемного гидропривода на холостых режимах при минимальной частоте вращения приводного вала. Пробные пуски мобильных машин производят с перерывами в течении 15 с при помощи стартера. Контроль за наполнением гидросистемы осуществляется по понижению уровня масла в гидробаке. После заполнения приводной двигатель запускается на холостых режимах в течении 3...5 мин, после чего производится дозаправка до нужного уровня рабочей жидкости по метке на указателе гидробака.

Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур

Нижнее допустимое значение температуры воздуха, регламентируемое ГОСТом для гидрооборудования, предназначенного для эксплуатации в районах с холодным климатом составляет -60 С.

Эксплуатационная надежность гидропривода обеспечивается за счет: комплекса дополнительных мер, которые осуществляются при изготовлении, установке и эксплуатации узлов и элементов; применения соответствующих конструкционных материалов (сталей) и их дополнительной термообработки для повышения прочности и износостойкости деталей; повышения чистоты обработки основных деталей, рационального выбора допуска и посадок, уменьшения концентрации напряжений; предотвращения хрупкого разрушения сварных узлов и соединений путем совершенствования методов их конструирования и технологии изготовления; использования для уплотнительных элементов соответствующих резин; применения рабочих жидкостей, сохраняющих необходимые рабочие свойства при низких температурах; снижения потерь давления рабочей жидкости в гидролиниях всасывания, нагнетания и дренажа; использования устройств для подготовки и подогрева рабочей жидкости перед началом запуска; выбора оптимальных режимов запуска гидропривода.

Необходимо обеспечивать принудительную подпитку насоса или устанавливать его непосредственно в гидробаке. Рекомендуется также устанавливать насосы так, чтобы всасывающее отверстие насоса было расположено ниже наименьшего уровня масла в гидробаке не менее чем на 500 мм. При работе в режиме самовсасывания рабочей жидкости всасывающую гидролинию следует делать как можно короче; запрещается помещать в ней фильтры и другие элементы, способствующие увеличению сопротивления потоку рабочей жидкости. Необходимо тщательно следить за герметичностью всасывающего трубопровода.

Особое внимание должно уделяться очистке рабочей жидкости от загрязнений. Фильтры рекомендуется устанавливать на сливной магистрали. Пропускная способность их должна быть вдвое большей, чем фильтров в нормальных условиях эксплуатации. В гидросистеме необходимо предусматривать перепускные клапаны.

Гидробаки должны иметь отстойники для сбора воды и устройства для слива конденсата. Во избежание попадания конденсата в гидросистему гидропривод полностью заполняется маслом, а для компенсации объемных изменений жидкости в процессе работы привода устанавливаются эластичные компенсаторы. В противном случае сообщение гидробака с атмосферой должно осуществляться через устройства, полностью исключающие попадания воды в рабочую жидкость.

В гидроприводах, работающих в условиях холодного климата, при пуске и в начальный период работы значительно возрастают потери давления в трубопроводах. При $-50 \dots -60$ °C потери давления рабочей жидкости в гидролиниях привода могут возрастать в $15 \dots 20$ раз по сравнению с потерями давления при $+50$ °C. Для уменьшения потерь давления в трубопроводах необходимо обеспечить минимальную протяженность трубопроводов, сократить число изгибов, соединений, переходов и т.п. Допустимая скорость рабочей жидкости во всасывающем трубопроводе - $0,85$ м/с, в сливном - $1,4$ м/с, в нагнетательном при номинальном давлении 32 МПа - 5 м/с.

Для сокращения времени выхода на установившийся тепловой режим целесообразно предусматривать теплоизоляцию гидробаков и трубопроводов. С этой же целью в гидроприводах можно применять устройства для подогрева рабочей жидкости в период пуска. Рекомендуется это делать в течение $20 \dots 30$ мин. В гидравлической системе привода подогрев рабочей жидкости в период пуска обеспечивается путем пропускания всей подаваемой насосом рабочей жидкости через предохранительный клапан при номинальном рабочем давлении.

Пуск насосов в условиях низких температур должен производиться при постепенном повышении давления рабочей жидкости до номинального с выдержкой при давлении 10 МПа в течение $1 \dots 2$ мин.

Для облегчения запуска приводного двигателя и во избежание выхода из строя насоса его привод рекомендуется осуществлять через разъединительные муфты (желательно фрикционные). При отсутствии конструктивной возможности применения разъединительных муфт необходимо ограничить частоту вращения вала при запуске для аксиально-поршневых гидронасосов до 1000 об/мин, шестеренных - до 1500 об/мин. В гидроприводах с замкнутой циркуляцией предусматривается автоматическое ограничение мощности насоса.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Перечислить характерные признаки неисправностей гидросистем:
3. Составить алгоритм составления схем монтажа гидросистем по заданным условиям
4. Выполнить монтаж гидросхемы на стенде
5. Оформить практическую работу

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.

.