

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

«27» февраля 2019 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ
ПМ.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ИЗДЕЛИЙ
программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности СПО**

**15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов
и гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2019

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Механического и гидравлического
оборудования
Председатель: О.А. Тарасова
Протокол №6 от 20 февраля 2019 г.

Методической комиссией

Протокол №5 от 21 февраля 2019 г.

Разработчики

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

Методические указания разработаны на основе рабочей программы
ПМ.02 Проектирование гидравлических и пневматических приводов
изделий.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	7
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	11
Практическое занятие 1	11
Практическое занятие 2	13
Практическое занятие 3	17
Практическое занятие 4	20
Практическое занятие 5	23
Практическое занятие 6	25
Практическое занятие 7	28
Практическое занятие 8	31
Практическое занятие 9	35
Практическое занятие 10	39
Практическое занятие 11	43
Практическое занятие 12	47
Практическое занятие 13	50
Практическое занятие 14	54
Практическое занятие 15	57
Практическое занятие 16	61
Практическое занятие 17	64
Практическое занятие 18	67
Практическое занятие 19	69
Практическое занятие 20	71
Практическое занятие 21	75
Практическое занятие 22	78

Практическое занятие 23	82
Практическое занятие 24	84
Практическое занятие 25	86
Практическое занятие 26	88
Практическое занятие 27	90
Практическое занятие 28	102
Практическое занятие 29	106
Практическое занятие 30	113
Лабораторное занятие 1	124
Лабораторное занятие 2	125
Лабораторное занятие 3	127
Лабораторное занятие 4	129
Лабораторное занятие 5	130
Лабораторное занятие 6	132

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

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

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой ПМ.02 Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК 02.01. Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика, предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У01.1. оценивать социальную значимость своей будущей профессии для развития экономики и среды жизнедеятельности граждан российского государства;
- У02.1. распознавать и анализировать профессиональную задачу и/или проблему;
- У03.1. принимать решения в стандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы;
- У04.2. выделять наиболее значимое в изучаемом материале и структурировать получаемую информацию;
- У05.2. использовать специализированное программное обеспечение;
- У05.1. использовать средства информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач;
- У06.2. взаимодействовать с коллегами, руководством, потребителями в ходе профессиональной деятельности;
- У07.2. выбирать оптимальные способы, приемы и методы решения профессиональных задач коллективом исполнителей;
- У07.4. анализировать достигнутые результаты работы команды;
- У08.1. самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития;
- У09.1. находить и анализировать информацию в области инноваций в профессиональной деятельности;
- У1. проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;
- У6. составлять функциональную циклограмму;
- У4. описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У7. рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- У9. выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- У3. выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У8. производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- У2. проектировать системы управления;
- У5. писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;

- У10. пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;
- У11. использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями**:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании гидравлических и пневматических приводов по заданным условиям и разрабатывать принципиальные схемы.

ПК 2.2. Использовать прикладные программы при оформлении конструкторской и технологической документации.

А также формированию **общих компетенций**:

ОК 01. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 02. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 03. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 04. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 05. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 06. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 07. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 08. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 09. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение обучающимися практических и лабораторных работ по ПМ.02 Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий, МДК 02.01. Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика, направлено на:

- *обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;*

- *формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*

- *формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

- *приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;*

- *развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проективных, конструктивных и др.;*

- *выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.*

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1. Объемные гидравлические и пневматические приводы		57	
Т.02.01.01.01 Общие сведения об объемном приводе	ПР№ 1 Изучение гидроприводов и гидросхем различных типов	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№ 2 Сборка и регулировка гидросхемы открытого типа с насосным или насосно-аккумуляторным приводом	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.01.02 Энергетическая часть	ПР№ 3 Изучение конструкции компрессорной установки	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№ 4 Изучение конструкции насосных станций	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№ 5 Изучение конструкции насосно-аккумуляторных станций	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.01.03 Регулировка скорости	ПР №6 Исследование характеристик дросселя с обратным клапаном	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№7 Исследование характеристик двухлинейного регулятора расхода	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№8 Изучение характеристик гидропривода вращательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой дросселя в линии нагнетания и слива	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР№9 Изучение характеристик гидропривода вращательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой регулятора расхода в линии нагнетания и слива	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10

	ПРН№10 Изучение характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой дросселя в линии нагнетания и слива	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПРН№11 Изучение характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия параллельного дроссельного регулирования с установкой регулятора расхода	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПРН№ 12 Исследование гидропривода дроссельного регулирования с применением гидрозамка	1	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.01.04 Регулировка давления	ПР № 13 Исследование характеристик предохранительного клапана прямого действия	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР № 14 Исследование характеристик системы насос-предохранительный клапан	4	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР № 15 Исследование характеристик трехлинейного редуционного клапана	4	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.01.05 Встраиваемые клапаны	ПРН№16 Изучение схем приводов с применением встраиваемых клапанов	6	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.01.06 Гидропривод металлургического производства	ПР № 17 Изучение гидро и пневмоприводов доменного производства	4	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР № 18 Изучение гидро и пневмоприводов сталеплавильного производства	4	У6,У4, У9, У3, У5, У10
	ПР № 19 Изучение гидро и пневмоприводов прокатного производства	4	У6,У4, У9, У3, У5, У10
Т.02.01.02.01.Системы смазывания	ПРН№20 Выбор смазочного материала для зубчатых передач	2	У6,У4, У9, У3, У5, У10

	ПРН№21 Разработка схемы и карты смазывания	4	У6, У4, У9, У3, У5, У10
Раздел 2 Гидропневмоавтоматика		38	
Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом	ЛРН№ 1 Применение логической операции «Или» при подключении распределителя	1	У2
	ЛРН№ 2 Применение логической операции «И» при подключении распределителя	1	У2
	ЛРН№ 3 Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя	2	У2
	ЛРН№ 4 Реализация схемы «с самоподхватом» при подключении распределителя	2	У2
	ЛРН№ 5 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра	2	У2
	ЛРН№ 6 Изучение схем включения датчика положения штока гидроцилиндра индуктивного типа	2	У2
Т.02.01.03.02.Гидроприводы с электрическим и пропорциональным управлением. Гидроаппараты с пропорциональным управлением	ПР № 22 Изучение технической характеристики распределителей с пропорциональным управлением	7	У2
	ПР № 23 Использование дросселирующего распределителя с («пилотом»)	7	У2
	ПР № 24 Изучение типовых схем гидропривода с применением делителя потока	7	У2
	ПР № 25 Изучение технической характеристики предохранительного клапана с пропорциональным управлением	7	У2
Раздел 3 Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий		22	

Тема 3.1. Проектирование гидравлических схем	ПР № 26 Тепловой расчет гидроприводов	2	<i>У11, У10, У7, У8, У9</i>
Тема 3.2. Расчет насосной станции	Практическое занятие № 27 Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного гидропривода»	5	<i>У11, У10, У7, У8, У9</i>
	Практическое занятие № 28 Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного пневмопривода»	5	<i>У11, У10, У7, У8, У9</i>
Тема 3.3. Расчет геометрических параметров гидроцилиндра и проверка на прочность	ПР№29 Расчётно-графическая работа «Расчёт гидроцилиндра на прочность»	4	<i>У11, У10, У7, У8, У9</i>
	ПР№30 Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного гидромотора»	4	<i>У11, У10, У7, У8, У9</i>
ИТОГО		117	

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема Т.02.01.01.01 Общие сведения об объемном приводе

Практическое занятие № 1

Изучение гидроприводов и гидросхем различных типов

Цель: Изучить работу гидравлической схемы закрытого типа

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу гидравлической схемы

Краткие теоретические сведения:

При вычерчивании принципиальной схемы гидропривода все элементы, как правило, изображаются в исходном положении (распределители при отключенных магнитах и т.д.). Каждый элемент должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение. Применяемые буквы:

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
А	устройство	М	гидромотор
АК	аккумулятор	МН	манометр
Б	бак	Н	насос
Д	гидродвигатель поворотный	НА	насос аксиально-поршневой
ДП	делитель потока	НП	насос пластинчатый
ДР	дроссель	НР	насос радиально-поршневой
ЗМ	гидрозамок	Р	распределитель
К	клапан	РД	реле давления
КД	гидроклапан давления	РП	регулятор расхода (потока)
КО	обратный клапан	Ф	фильтр
КП	предохранительный клапан	Ц	цилиндр
КР	редукционный клапан		

В пределах группы элементы могут иметь порядковые номера, например, Р1, Р2, Р3 ... Позиционные обозначения располагаются справа и сверху относительно условно-графического обозначения элемента. Расположение графических обозначений элементов и устройств (например, гидропанелей) на схеме должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии. При вычерчивании условных обозначений гидродвигателей рекомендует-

ся придерживаться определенного масштаба (диаметры цилиндров, величина хода и т.п.); то же относится и к другим узлам (аппаратура с различным D/, насосы, фильтры и т.п.). Вблизи гидродвигателей ставятся стрелки с указанием, направления действия (например, «зажим», «фиксация» и др.).

Под закрытой гидросистемой следует понимать гидросистему, состоящую из насоса 1 и гидродвигателя 2. Рабочая жидкость поступает из насоса в гидродвигатель, а оттуда снова во всасывающую магистраль насоса. Это является отличительной особенностью замкнутых гидросистем. Обычно в закрытых гидросистемах применяется гидронасос с регулируемой подачей в обоих направлениях. В данной гидросистеме работает значительно меньшее количество жидкости по сравнению с открытой гидросистемой. Для практического использования закрытой гидросистемы необходимо следующее дополнительное оборудование.

Ограничители давления

Оба регулируемых предохранительных клапана 3 и 4 ограничивают давление на стороне высокого давления и защищают гидросистему от перегрузок.

Рабочая жидкость стекает на сторону низкого давления. Клапаны ограничения давления одновременно служат для торможения гидродвигателя при нулевой подаче насоса.

Промывочный клапан и подпиточный контур

Промывочный клапан 5 является распределителем с гидравлическим управлением. Когда подача насоса 1 равна нулю, подпиточный насос 6 через промывочный клапан 5, находящийся в среднем положении, предохранительный клапан 7 и радиатор охлаждения 8 сливает жидкость в бак.

С помощью предохранительного клапана 7 устанавливается подпиточное давление (низкое давление). Оно составляет, как правило, 8 — 15 бар.

Когда насос осуществляет подачу рабочей жидкости, то есть когда в гидродвигатель поступает жидкость на стороне высокого давления (рабочее давление), включается промывочный клапан, открывающий канал, который соединяет сторону низкого давления с предохранительным клапаном 7.

Например, если слева расположена сторона высокого давления (гидродвигатель 2 вращается вправо), то в этом случае промывочный клапан 5 через левую магистраль управления включается в правом направлении. Благодаря этому сторона низкого давления (справа) соединяется с предохранительным клапаном 7, которым управляет подпиточный насос.

Из стороны низкого давления жидкость через промывочный клапан 5 и предохранительный клапан 7 поступает в бак. Одновременно подпиточный насос 6 через обратный клапан 9 подает рабочую жидкость на сторону низкого давления. Обратный клапан 10 со стороны высокого давления закрыт.

При смене направления подачи регулируемого насоса давление на данный промывочный клапан подается с другой стороны. И весь цикл соответственно повторяется.

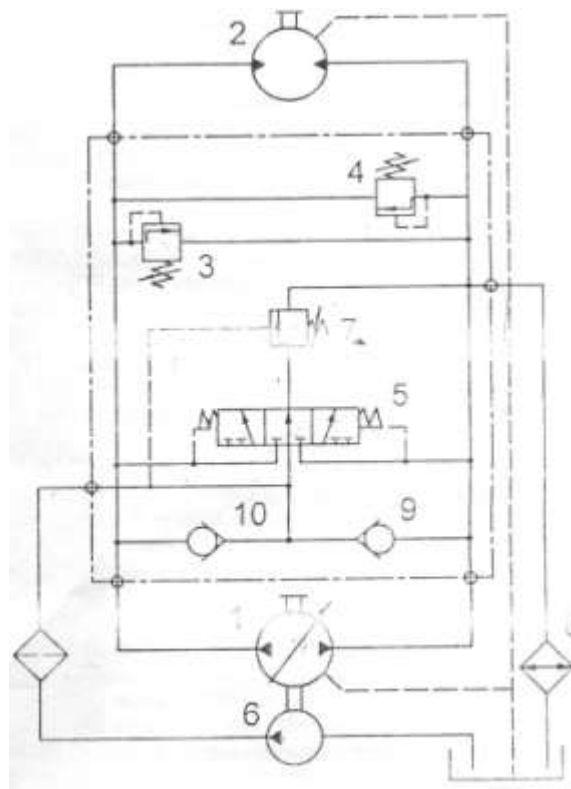


Рисунок 1 – закрытая гидросхема

Порядок выполнения работы:

1. Изучить работу гидравлической схемы
2. Выполнить чертеж гидравлической схемы и проставить буквенно-цифровое обозначение.
3. Составить схему потоков.
4. Составить циклограмму.
5. По заданному давлению и расходу подобрать гидравлический насос.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран насос, есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.01 Общие сведения об объемном приводе

Практическое занятие № 2

Сборка и регулировка гидросхемы открытого типа с насосным или насосно-аккумуляторным приводом

Цель: Изучить насосный и насосно-аккумуляторный типы приводов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, гидравлический стенд

Задание:

Провести сравнительный анализ насосной и насосно-аккумуляторной станции

Краткие теоретические сведения:

Собрать на гидравлическом стенде схему рис. 2 и открыть сечение дросселя полностью.

Включить двигатель насоса, снять показания манометра МН4, закрыть вентиль ВН1 и измерить объем жидкости поступающей в емкость ЕМ1 за промежуток времени, открыть вентиль. Повторить действия при давлении 2, 3, 4, 5 МПа (регулировка осуществляется за счет дросселя).

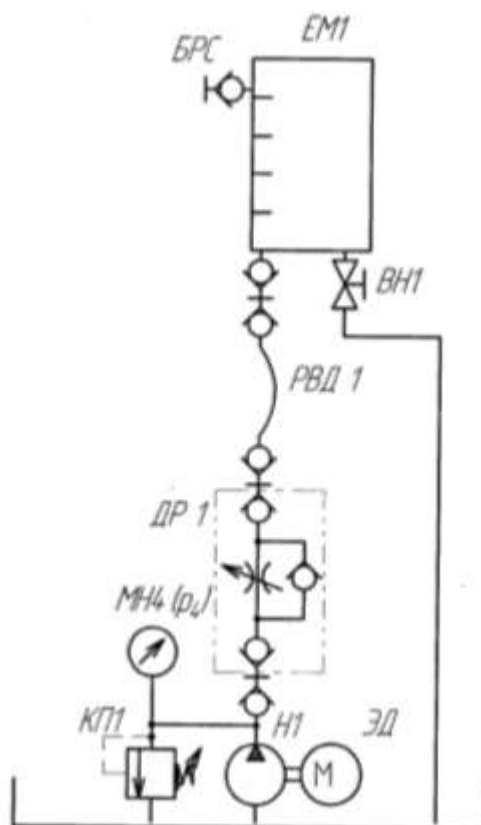


Рисунок 2 – насосная станция

Таблица 1

Частота 50 Гц.

Параметр	Номер опыта				
	1	2	3	4	5
Давление p_1 на выходе насоса Н1, МПа		2	3	4	5
Объем V жидкости, поступающей в EM1, л					
Промежуток времени Δt , с					
Подача насосной станции $Q_{нс}$, л/мин					
Объемный КПД насоса					

Собрать на гидравлическом стенде схему рис. 3 и открыть кран ВН1 и закрыть кран ВН2.

Включить двигатель, переключить распределитель Р1 в положение обеспечивающие наполнение аккумулятора. Наполнение аккумулятора характеризуется выравниванием давления на выходе насоса и в аккумуляторе.

Закреть вентиль ВН1 и переключить распределитель Р1 в положение для разрядки аккумулятора в емкость, регулировка скорости наполнения емкости EM1 осуществляется с помощью дросселя ДР1.

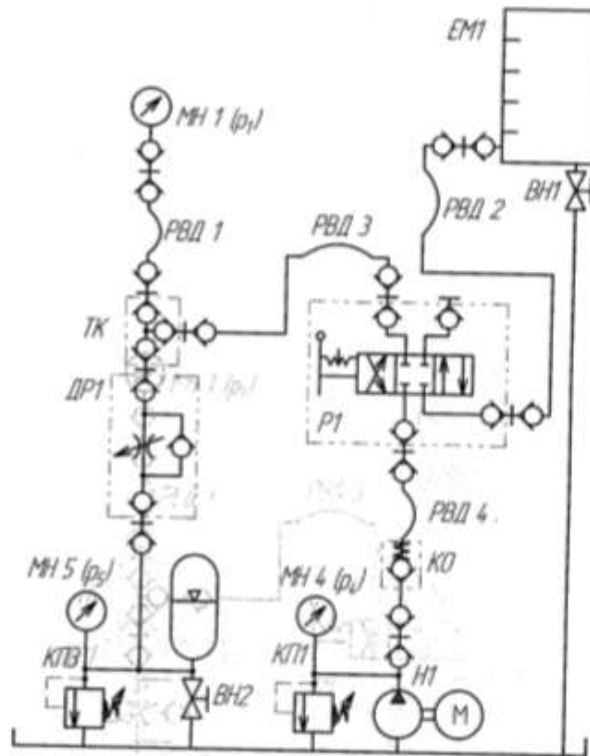


Рисунок 3 – Насосно-аккумуляторная станция

Таблица 2

Параметр	Номер опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
Начальное давление в аккумуляторе на момент начала выпуска очередной порции жидкости $p_{вн}$, МПа							
Начальное значение объема жидкости в емкости перед выпуском очередной порции жидкости $V_{вн}$, л							
Начальное давление в аккумуляторе на момент начала выпуска очередной порции жидкости $p_{кн}$, МПа							
Начальное значение объема жидкости в емкости перед выпуском очередной порции жидкости $V_{кн}$, л							
Время набора объема ΔV_i жидкости Δt_i , с							
Среднее значение расхода жидкости Q_i за интервал времени Δt_i , л/мин							
Промежуток времени набора первого объема Δt_i , с							
Расход через первый выход делителя потока Q_1 , л/мин							

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидравлической схемы рис.2 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

- 2 Собрать на гидравлическом стенде схему рис.2, заполнить таблицу 1.
- 3 Собрать на гидравлическом стенде схему рис.3, заполнить таблицу 2.
4. Составить схему потоков для рисунка 2 и 3.
4. Составить циклограмму для рисунка 2 и 3.
5. По заданному давлению и расходу подобрать гидравлический насос и аккумулятор для рисунка 2 и 3.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран насос или аккумулятор, есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.02 Энергетическая часть

Практическое занятие № 3

Изучение конструкции компрессорной установки

Цель: Изучить конструкцию компрессорной установки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить принцип работы компрессорной установки

Краткие теоретические сведения:

На рис. 4 дана схема компрессорной установки. Основным оборудованием установки является компрессор с двигателем, маслоотделитель, охладители и ресивер (воздушный баллон).

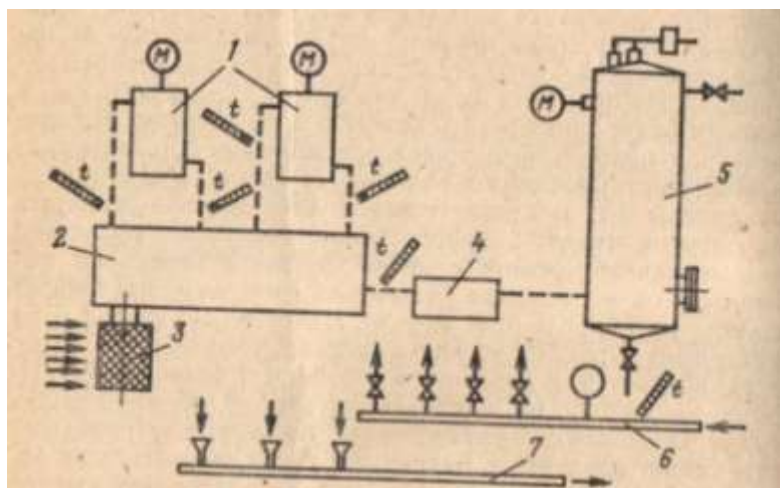


Рисунок 4 - Схема блока компрессорной установки: 1-охладитель; 2-компрессор; 3-фильтр; 4-маслоуловитель; 5-ресивер; 6,7-коллекторы холодной и сбросной воды

Вспомогательное оборудование включает фильтр на всасывающей трубе компрессора, предохранительные клапаны и контрольно-измерительную аппаратуру.

Каждый компрессор снабжается ресивером (воздушным или газовым баллоном), основное назначение которого состоит в выравнивании колебаний давления в воздуховодах. Кроме того, ресивер служит для отделения влаги и паров масла из газа; с этой целью в нем устанавливают сепарирующие устройства. Ресиверы помещают снаружи помещения, потому что они взрывоопасны. Охладители газа, располагаемые между ступенями компрессоров, обычно представляют собой трубчатые вертикальные или горизонтальные теплообменники. В компрессорных установках небольшой подачи они располагаются непосредственно на цилиндрической блоке компрессора. В установках большой подачи охладители располагают вблизи компрессоров как отдельно стоящие аппараты.

С целью очистки газа, подаваемого компрессором, и для поддержания в чистоте проточной полости на всасывающей трубе компрессора ставят газовый фильтр. Ранее применялись главным образом матерчатые фильтры. В настоящее время применяются масляные фильтры. Они представляют собой цилиндрические или прямоугольные замкнутые резервуары, наполненные рыхлым материалом (металлическая стружка, кольца Рашига), смоченным в вязком масле. Поток газа, проходящий через слой такого материала, хорошо очищается от пыли. Промывка и регенерация фильтра просты; он надежен в эксплуатации.

Маслоотделители располагают между ступенями компрессора за охладителями. Их назначение — удалять из газа, подаваемого компрессором, взвешенные капельки масла, использованного в предыдущей ступени. Действие маслоотделителей основано на выбрасывании частичек масла из потока под действием сил инерции, возникающих при изменении направления движения газа. Маслоотделители бывают с рыхлой засыпкой подобно-воздушным фильтрам или в виде цилиндрических центробежных аппаратов — циклонов. Предохранительные клапаны устанавливают между ступенями компрессора на промежуточных охладителях и ресивере. Их назначение состоит в предохранении установки от чрезмерного повышения давления. Предохранительные клапаны бывают грузовыми и пружинными.

Коммуникация компрессорной установки состоит из системы газопроводов и трубопроводов охлаждающей воды. Большое значение для правильной эксплуатации компрессорной установки имеет контрольно-измерительная аппаратура, по показаниям которой судят о правильности работы установки.

Манометры устанавливают на промежуточных охладителях и ресивере для наблюдения за давлением газа, подаваемого компрессором. Для контроля за давлением масла в системе смазки ставится манометр на напорном патрубке масляного насоса.

Давление охлаждающей воды контролируется по манометру на коллекторе, от которого устраивают водопроводы к отдельным компрессорам.

Наличие охлаждающей воды в системе охлаждения обязательно контролируется по сливу воды в воронки на сбросном коллекторе.

Обязательному контролю подлежат температуры воздуха перед каждым охладителем и за ним, а также конечная температура газа на выходе из компрессора; контролируются температуры охлаждающей воды в коллекторе и на входе из рубашек цилиндров и всех охладителей. В мелких установках контроль за температурой осуществляется ртутными термометрами, поставленными в гильзы с маслом. В крупных компрессорных установках показания всех контрольно-измерительных приборов компрессоров передаются дистанционно на щит. Сюда же поступают показания электрических приборов, контролирующих мощность, а также показания расходомеров компрессоров.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж пневматической схемы рис.4 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

2. Составить схему потоков для рисунка 4.
3. Составить циклограмму для рисунка 4.
4. Подобрать фильтры для рисунка 4.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны фильтры, есть ошибки в схеме потоков или циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.02 Энергетическая часть

Практическое занятие № 4 Изучение конструкции насосных станций

Цель: Изучить устройство и принципиальную гидросхему насосной установки

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить конструкция насосной станции

Краткие теоретические сведения:

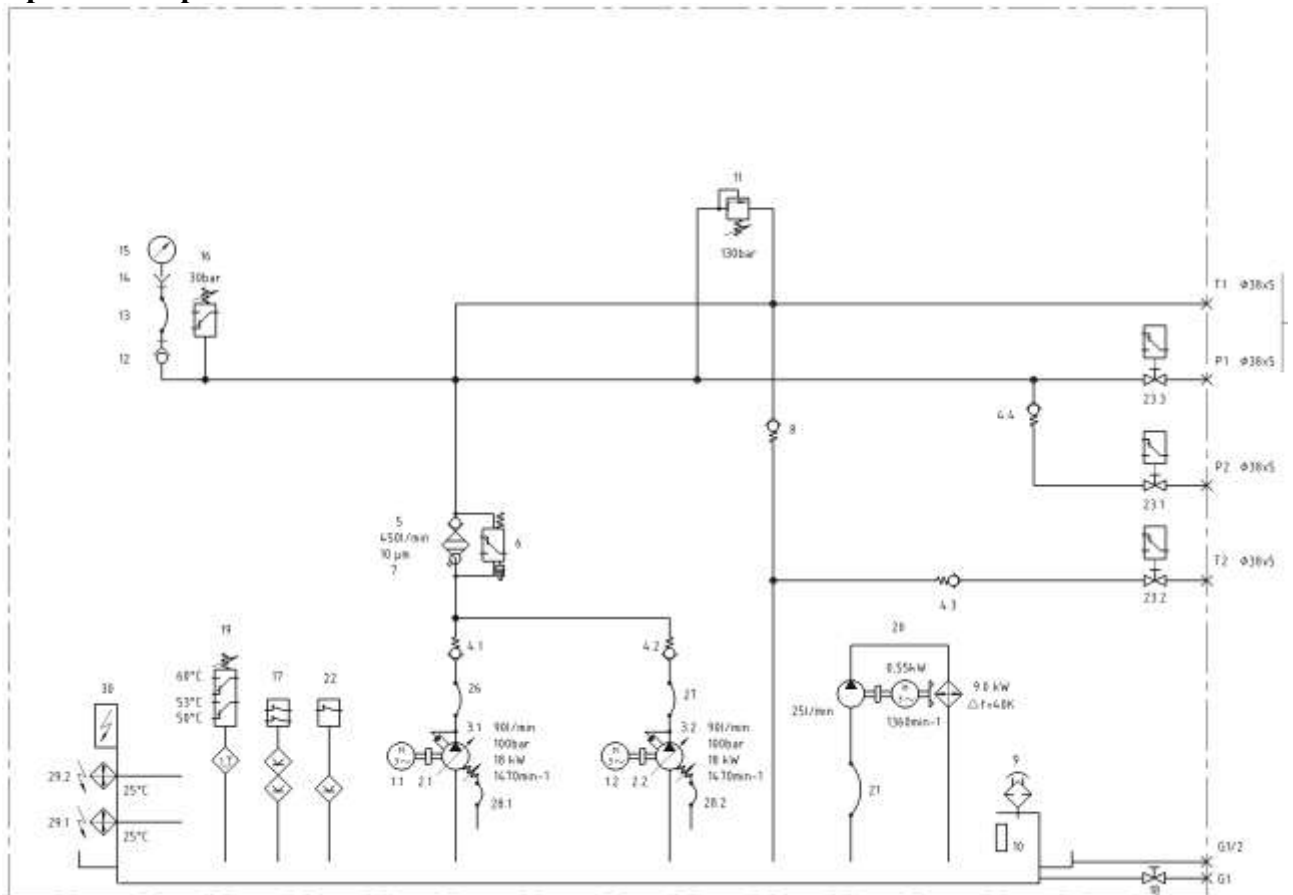


Рисунок 5 – Насосная станция

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж насосной станции рис.5 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 5.
3. Записать в тетрадь название и назначение каждого элемента станции.
4. Подобрать насосы для рис. 5.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны насосы, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.02 Энергетическая часть

Практическое занятие № 5

Изучение конструкции насосно-аккумуляторных станций

Цель: Изучить принципиальную гидросхему НАС

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить конструкция насосно-аккумуляторной станции

Краткие теоретические сведения:

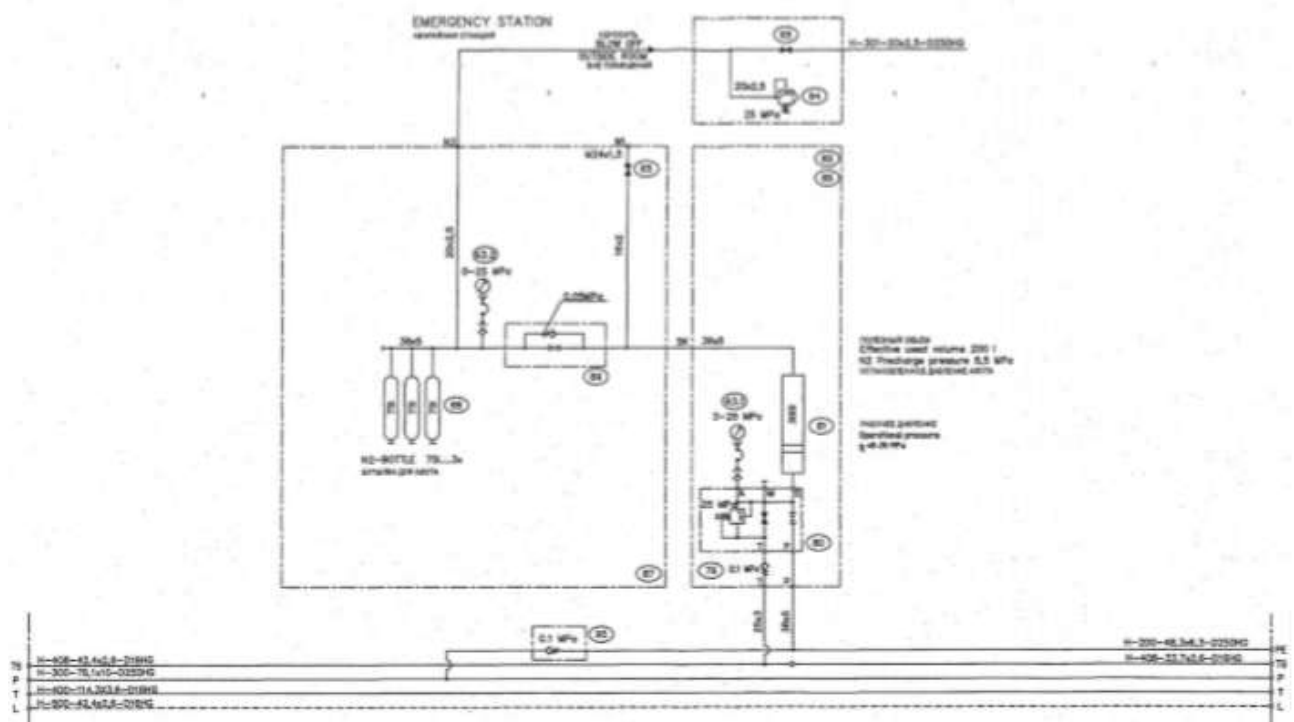


Рисунок 6 – Насосно-аккумуляторная станция

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж насосно-аккумуляторной станции рис.6 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

2. Составить схему потоков для рис. 6.
3. Записать в тетрадь название и назначение каждого элемента станции.
4. Подобрать аккумуляторы для рис. 6.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны аккумуляторы, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 6

Исследование характеристик дросселя с обратным клапаном

Цель: Определение расходно-перепадной характеристики, представляющей собой зависимость перепада давления на дросселе от расхода жидкости через него.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принцип работы дросселя с обратным клапаном

Краткие теоретические сведения:

Собрать гидравлическую схему по рис.7, открыть кран ВН1. Открыть дроссель ДР1, открыть регулятор расхода РР1.

Включить насос, дросселем ДР1 настроить давление 4 МПа. Открыть кран ВН1.

Закрывать кран ВН1 и измерить значение объема в емкости ЕМ1 за промежуток времени.

Снять показания с манометров МН2 и МН1. Внести полученные значения в таблицу 3.

Уменьшая открытие регулятора расхода РР1 до минимального давления перед дросселем 0,5 МПа заполнить таблицу 3.

Построить график расходно-перепадной характеристики

Таблица 3

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 4 МПа								
Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Давление перед дросселем p_1 , МПа	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Давление на выходе дросселя p_2 , МПа								
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на дросселе, МПа								
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л								
Промежуток времени Δt , с								
Расход через дроссель Q , л/мин								
Температура рабочей жидкости, t°								

Повторить измерения при давлении настройки 3 МПа таблица 4.

Таблица 4

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 3 МПа							
Параметр	Номер опыта						
	1	2	3	4	5	6	
Давление перед дросселем p_1 , МПа	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
Давление на выходе дросселя p_2 , МПа							
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на дросселе, МПа							
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л							
Промежуток времени Δt , с							
Расход через дроссель Q , л/мин							
Температура рабочей жидкости, t°							

Повторить измерения при давлении настройки 2 МПа таблица 5.

Таблица 5

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 2 МПа							
Параметр	Номер опыта						
	1	2	3	4			
Давление перед дросселем p_1 , МПа	0,5	1	1,5	2			
Давление на выходе дросселя p_2 , МПа							
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на дросселе, МПа							
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л							
Промежуток времени Δt , с							
Расход через дроссель Q , л/мин							
Температура рабочей жидкости, t°							

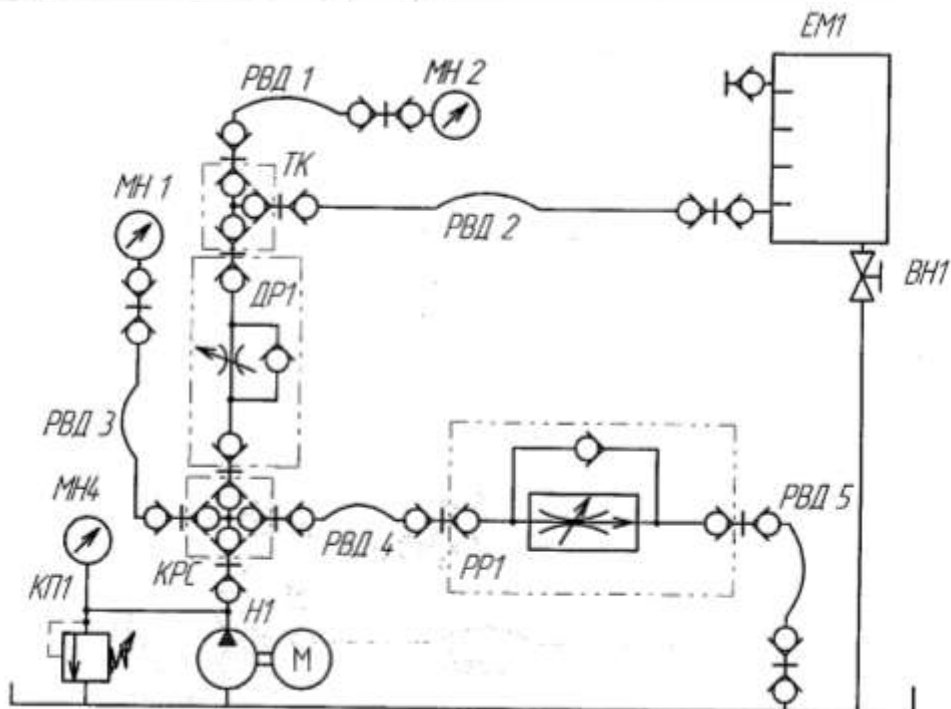


Рисунок 7 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.7 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 7.
3. Заполнить таблицы 3, 4, 5.
4. Подобрать дроссель и регулятор расхода для рис. 7.
5. Построить график расходно-перепадной характеристики.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны дроссель и регулятор, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 7

Исследование характеристик двухлинейного регулятора расхода

Цель: Определить зависимость расхода рабочей жидкости и потерь давления на дросселе входящем в состав регулятора расхода.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принцип работы регулятора расхода

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать на стенде гидравлическую схему, открыть вентиль ВН1. Максимально открыть сечение дросселя ДР1 и регулятора расхода РР1.

Включить насос Н1, закрыть регулятор расхода РР1. По манометру МН1 настроить клапан КП2 на давление 4 МПа.

Открывая регулятор расхода РР1 настроить расход жидкости 1,5-2,5 л/мин. Настройка осуществляется путем измерения объема жидкости в емкости ЕМ1 за время. В процессе работы поддерживать давление клапана КП2 равным 4 МПа.

Заполнить в таблице 6 значение давления с манометра МН2. Измерить объем жидкости в емкости ЕМ1 за промежуток времени.

С помощью дросселя ДР1 настраиваем значения давления МН2 на 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5 МПа и для каждого давления измеряем объем жидкости за время.

Часть 2

Отрегулировать дросселем ДР1 значение давления 1 МПа по манометру, на клапане КП2 давление оставить 4 МПа. Измерить объем жидкости в емкости ЕМ1 за время.

Регулируя на дросселе ДР1 давление постоянным 1 МПа с помощью клапана КП2 настроить давление по манометру МН1 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1 МПа. Для каждого значения измерить объем жидкости в емкости ЕМ1 за время. Заполнить таблицу 7.

Построить графики зависимости расхода от перепада давления.

Таблица 6

Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Давление перед регулятором расхода p_1 , МПа	4	4	4	4	4	4	4	4
Давление на выходе регулятора расхода p_2 , МПа		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
Перепад давления на регуляторе расхода Δp_{pp} , МПа								
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л								
Промежуток времени Δt , с								
Расход через регулятор расхода Q , л/мин								
Температура рабочей жидкости, t°								

Таблица 7

Параметр	Номер опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
Давление перед регулятором расхода p_1 , МПа	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Давление на выходе регулятора расхода p_2 , МПа	1	1	1	1	1	1	1
Перепад давления на регуляторе расхода Δp_{pp} , МПа							
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л							
Промежуток времени Δt , с							
Расход через регулятор расхода Q , л/мин							
Температура рабочей жидкости, t°							

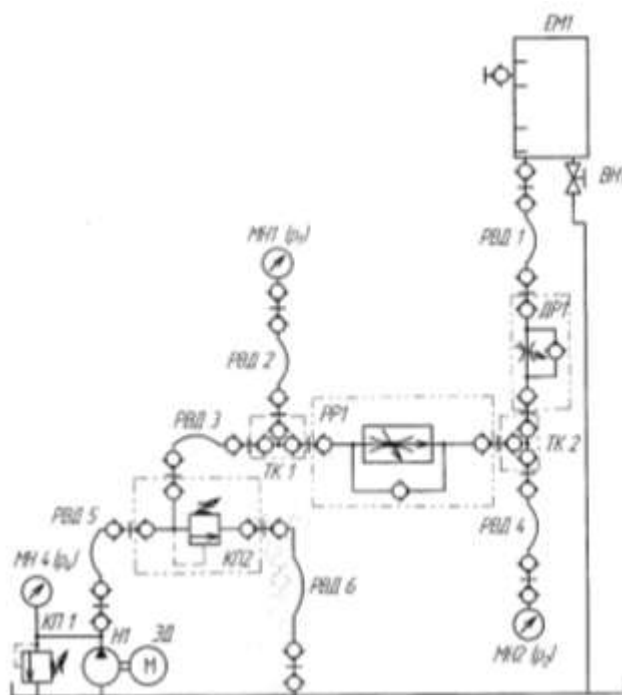


Рисунок 8 – гидравлическая схема

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.8 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 8.
3. Заполнить таблицы 6, 7.
4. Подобрать дроссель и регулятор расхода для рис. 8.
5. Построить графики зависимости расхода от перепада давления.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны дроссель и регулятор, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 8

Изучение характеристик гидропривода вращательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой дросселя в линии нагнетания и слива

Цель: Сравнить характеристики при установке дросселя в линии нагнетания и в линии слива.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать на стенде схему рис.9

Запустить насос, открыть дроссель ДР1. Переключить распределитель Р1 в крайнее левое положение. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 8.

Постепенно закрывая дроссель ДР1 установить частоту вращения вала гидромотора 300, 150 об/мин. Показания вносить в таблицу 8.

Переместить распределитель Р1 в крайнее правое положение, полностью открыть дроссель ДР1. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 8.

Рассчитать недостающие значения в таблице 8.

Часть 2

Собрать на стенде схему рис.10.

Запустить насос, открыть дроссель ДР1. Переключить распределитель Р1 в крайнее левое положение. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 9.

Постепенно закрывая дроссель ДР1 установить частоту вращения вала гидромотора 300, 150 об/мин. Показания вносить в таблицу 9.

Переместить распределитель Р1 в крайнее правое положение, полностью открыть дроссель ДР1. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 9.

Рассчитать недостающие значения в таблице 9.

Таблица 8

Параметр	Направление вращения			
	max	300	150	левое max
Частота вращения вала гидромотора, n , об/мин				
Давление p_1 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_2 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_4 на выходе насоса Н1, МПа				
Значение крутящего момента на валу гидромотора, $M_{ГМ}$, Н·м				
Температура рабочей жидкости, t°				
Теоретическое значение потерь мощности в гидромоторе, $N_{ГМ}$, Вт				
Подача насоса (по данным лабораторной работы №2) Q_H , л/мин				
Теоретическое значение гидравлической мощности $N_{НС}$ насоса Н1, Вт				

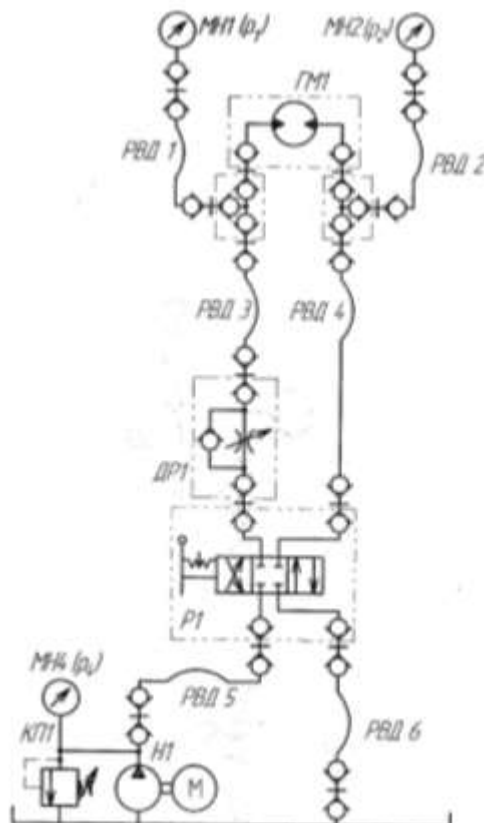


Рисунок 9 –схема гидравлическая

Параметр	Направление вращения			
	правос		левое	
Частота вращения вала гидромотора, n , об/мин	max	300	150	max
Давление p_1 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_2 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_4 на выходе насоса Н1, МПа				
Значение крутящего момента на валу гидромотора, $M_{гм}$, Н·м				
Температура рабочей жидкости, t°				
Теоретическое значение потерь мощности в гидромоторе, $N_{гм}$, Вт				
Подача насоса (по данным лабораторной работы №2) $Q_{н1}$, л/мин				
Теоретическое значение гидравлической мощности $N_{нс}$ насоса Н1, Вт				

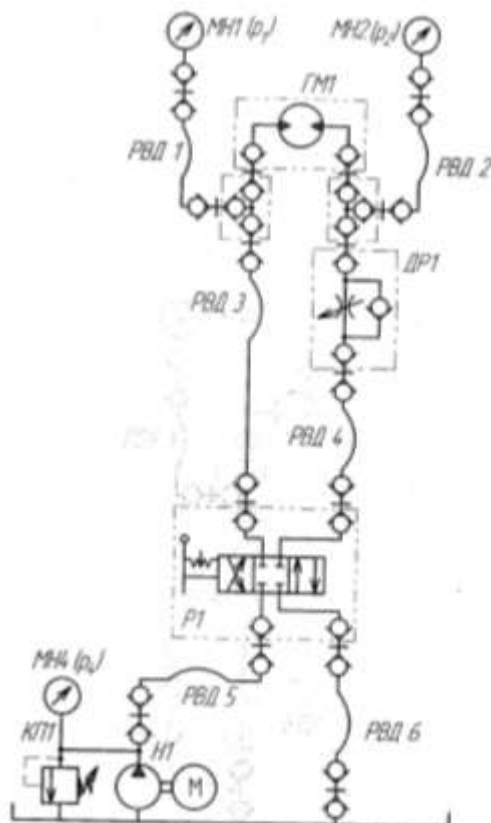


Рисунок 10 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.9, 10 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 9, 10.

3. Заполнить таблицы 8, 9.
4. Составить циклограммы для рис.9, 10.
- 5.Подобрать распределитель, гидромотор.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределитель и гидромотор, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 9

Изучение характеристик гидропривода вращательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой регулятора расхода в линии нагнетания и слива

Цель: Сравнить характеристики при установке регулятора расхода в линии нагнетания и в линии слива.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.11.

Запустить насос, открыть регулятор расхода РР1. Переключить распределитель Р1 в крайнее левое положение. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 10.

Постепенно закрывая регулятор расхода РР1 установить частоту вращения вала гидромотора 300, 150 об/мин. Показания вносить в таблицу 10.

Переместить распределитель Р1 в крайнее правое положение, полностью открыть регулятор расхода РР1. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 10.

Рассчитать недостающие значения в таблице 10.

Часть 2

Собрать схему рис.12.

Запустить насос, открыть регулятор расхода РР1. Переключить распределитель Р1 в крайнее левое положение. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 11.

Постепенно закрывая регулятор расхода РР1 установить частоту вращения вала гидромотора 300, 150 об/мин. Показания вносить в таблицу 11.

Переместить распределитель Р1 в крайнее правое положение, полностью открыть регулятор расхода РР1. Снять показания манометров МН1, МН2, МН4, и частоту вращения вала гидромотора ГМ1. Записать значения в таблицу 11.

Рассчитать недостающие значения в таблице 11.

Параметр	Направление вращения			
	правое		левое	
Частота вращения вала гидромотора, n , об/мин	max	300	150	max
Давление p_1 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_2 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_4 на выходе насоса Н1, МПа				
Значение крутящего момента на валу гидромотора, $M_{ГМ}$, Н·м				
Температура рабочей жидкости, t°				
Теоретическое значение потерь мощности в гидромоторе, $N_{ГМ}$, Вт				
Подача насоса (по данным лабораторной работы №2) Q_H , л/мин				
Теоретическое значение гидравлической мощности $N_{НС}$ насоса Н1, Вт				

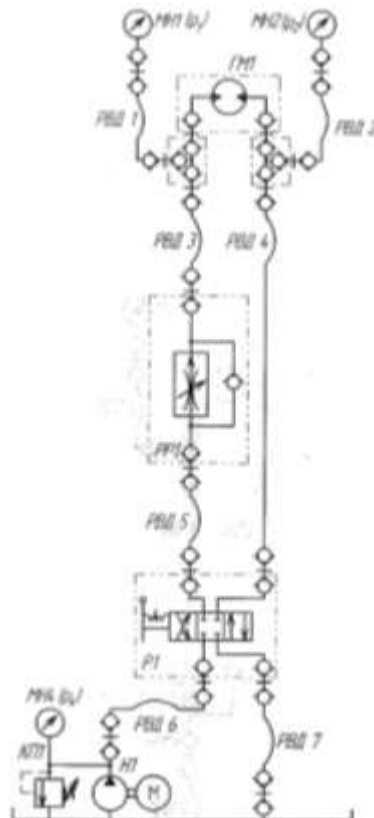


Рисунок 11 – схема гидравлическая

Параметр	Направление вращения			
	правое		левое	
Частота вращения вала гидромотора, n , об/мин	max	300	150	max
Давление p_1 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_2 на входе /выходе гидромотора, МПа				
Давление p_4 на выходе насоса Н1, МПа				
Значение крутящего момента на валу гидромотора, $M_{ГМ}$, Н·м				
Температура рабочей жидкости, t°				
Теоретическое значение потерь мощности в гидромоторе, $N_{ГМ}$, Вт				
Подача насоса (по данным лабораторной работы №2) $Q_{Н}$, л/мин				
Теоретическое значение гидравлической мощности $N_{гк}$ насоса Н1, Вт				

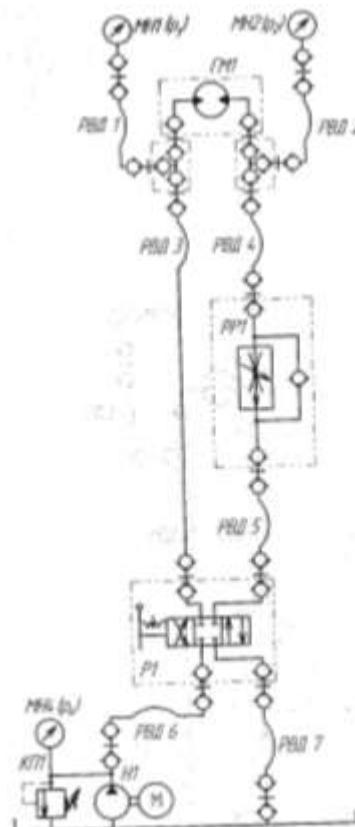


Рисунок 12 - схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.11, 12 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

2. Составить схему потоков для рис. 11, 12.
3. Заполнить таблицы 10, 11.
4. Составить циклограммы для рис.11, 12.
- 5.Подобрать распределитель, гидромотор.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределитель и гидромотор, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 10

Изучение характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия последовательного дроссельного регулирования с установкой дросселя в линии нагнетания и слива

Цель: Сравнить характеристики при установке дросселя в линии нагнетания и в линии слива.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис13.

Запустить насос, полностью открыть дроссель ДР1. С помощью распределителя выдвинуть шток гидроцилиндра. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 12.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. С помощью дросселя ДР1 настроить время выдвигания штока в два раза больше. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 12.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. Незначительно увеличить открытие дросселя ДР1. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 12.

Недостающие значения в таблице 12 рассчитать.

Часть 2

Собрать схему рис14.

Запустить насос, полностью открыть дроссель ДР1. С помощью распределителя выдвинуть шток гидроцилиндра. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 13.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. С помощью дросселя ДР1 настроить время выдвигания штока в два раза больше. Во время движения штока записать

показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 13.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. Незначительно увеличить открытие дросселя ДР1. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 13.

Недостающие значения в таблице 13 рассчитать.

Таблица 12

Параметр	Прямой ход (выдвижение штока)		
	max	средняя	min
Открытие дросселя, скорость перемещения штока			
Давление p_1 в поршневой полости гидроцилиндра ГЦУ, МПа			
Давление p_2 в штоковой полости гидроцилиндра ГЦУ, МПа			
Давление p_3 на выходе насоса НН, МПа			
Время перемещения штока гидроцилиндра t , с			
Скорость перемещения штока v , м/с			
Расход жидкости по линии поршневой полости Q_p			
Расход жидкости по линии штоковой полости Q_{sh}			
Теоретическое значение движущего усилия F , Н			
Температура рабочей жидкости, $^{\circ}\text{C}$			
Теоретическое значение механической гидравлической мощности N_m насоса НН, Вт			
Потери мощности в линии всасывания $\Delta N_{вс}$			
Потери мощности в линии слива $\Delta N_{сл}$			

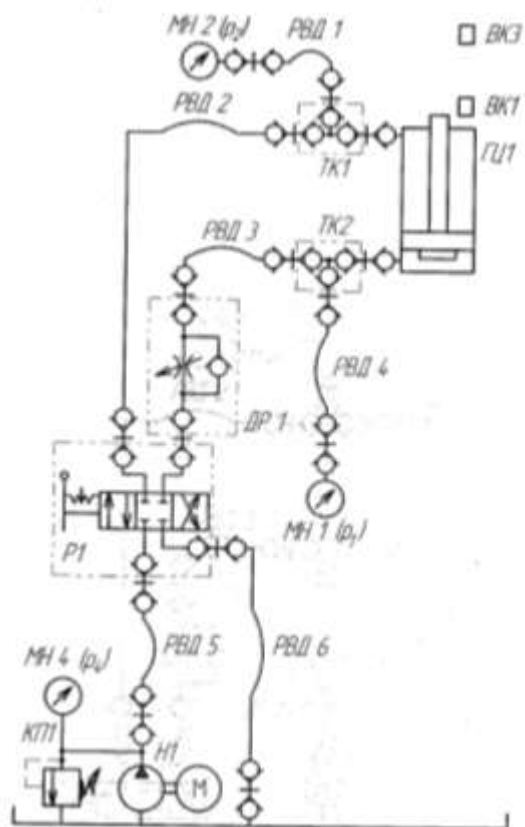


Рисунок 13 – схема гидравлическая

Таблица 13

Параметр	Продвижение штока		
	max	средняя	min
Открытие дросселя, скорость поршня/штыка штока			
Давление p_1 в поршневой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление p_2 в штоковой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление p_3 на выходе насоса П1, МПа			
Время переключения штока гидроцилиндра 1, с			
Скорость поршня/штыка, м/с			
Расход жидкости по линии поршневой полости Q_{p1}			
Расход жидкости по линии штоковой полости Q_{p2}			
Теоретическое значение диаметра условно F, H			
Температура рабочей жидкости, °C			
Теоретическое значение гидравлической мощности $N_{гг}$ насоса П1, Вт			
Потери мощности в линии всасывания $\Delta N_{вс}$			
Потери мощности в линии слива $\Delta N_{сл}$			

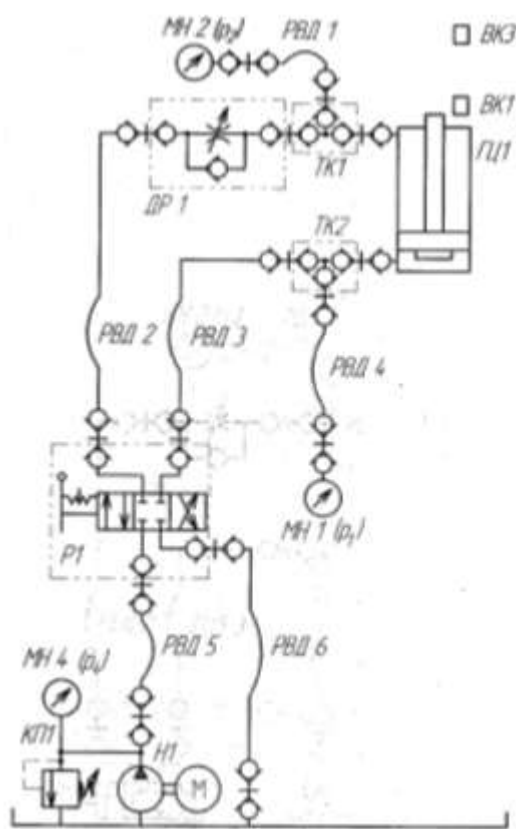


Рисунок 14 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.13, 14 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 13, 14.
3. Заполнить таблицы 12, 13.
4. Составить циклограммы для рис.13, 14.
5. Подобрать распределитель, дроссель.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределитель и дроссель, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 11

Изучение характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия параллельного дроссельного регулирования с установкой регулятора расхода

Цель: Изучить способ параллельного регулирования

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.15.

Включить насос, полностью закрыть регулятор расхода РР1. С помощью распределителя выдвинуть шток гидроцилиндра. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 14.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. Полностью открыть регулятор расхода РР1. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3), если движение отсутствует постепенно открывать регулятор расхода РР1 до минимального выдвигание штока. Данные внести в таблицу 14.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. Увеличить закрытие регулятора расхода РР1 на 1-2 деления. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 14.

Недостающие значения в таблице 14 рассчитать.

Часть 2

Собрать схему рис.16.

Включить насос, полностью закрыть регулятор расхода РР1 и открыть клапан предохранительный КП2. С помощью открытия регулятора расхода РР1 добиться времени выдвигания штока равным 6-7с. Во время движения штока записать показания манометров МН1, МН2, МН4 и записать время перемещения штока (от датчика ВК1 до датчика ВК3). Данные внести в таблицу 15.

Вернуть шток гидроцилиндра во втянутое положение. Постепенно закрывая клапан КП2 установить значение давления МН2 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6,5 МПа. Данные внести в таблицу 15.

Недостающие значения в таблице 15 рассчитать.

Таблица 14

Параметр	Прямой ход (выдвижение штока)		
	max	средняя	min
Открытие регулятора расхода, скорость перемещения штока			
Давление p_1 в поршневой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление p_2 в штоковой полости гидроцилиндра ГЦ1, МПа			
Давление p_4 на выходе насоса Н1, МПа			
Время перемещения штока гидроцилиндра t , с			
Скорость перемещения штока, v , м/с			
Расход жидкости по линиям поршневой полости $Q_{П1}$			
Расход жидкости по линиям штоковой полости $Q_{Ш1}$			
Теоретическое значение движущего усилия F , Н			
Температура рабочей жидкости, t°			
Теоретическое значение затрачиваемой гидравлической мощности $N_{НС}$ насоса Н1, Вт			

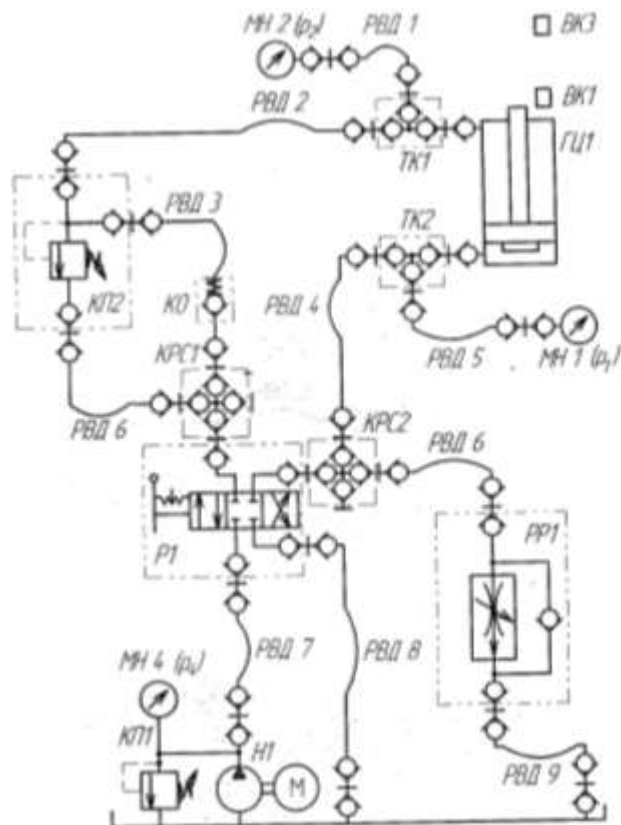


Рисунок 16 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.15, 16 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 15, 16.
3. Заполнить таблицы 14, 15.
4. Составить циклограммы для рис.15, 16.
5. Подобрать распределитель, регулятор расхода.
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределитель и регулятор расхода, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.03 Регулировка скорости

Практическое занятие № 12

Исследование гидропривода дроссельного регулирования с применением гидрозамка

Цель: Изучить способ регулирования при помощи гидрозамка

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.17.

Настроить дросселем время выдвижения штока равным 7-10с. Записать показания манометров МН1, МН2, МН3 при выдвижении и втягивании штока.

Часть 2

Собрать схему рис.18.

Настроить дросселем время выдвижения штока равным 7-10с. Записать показания манометров МН1, МН2, МН3 при выдвижении и втягивании штока.

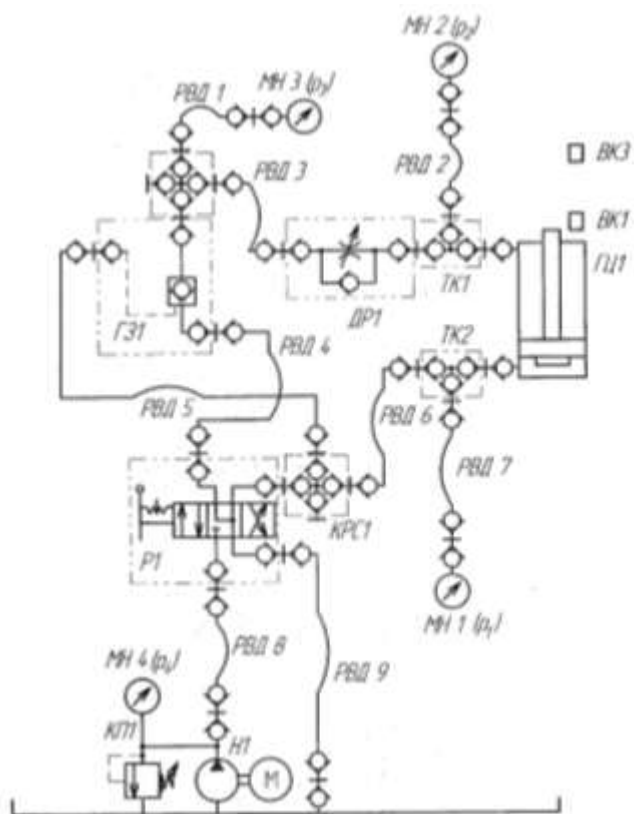


Рисунок 17 – схема гидравлическая

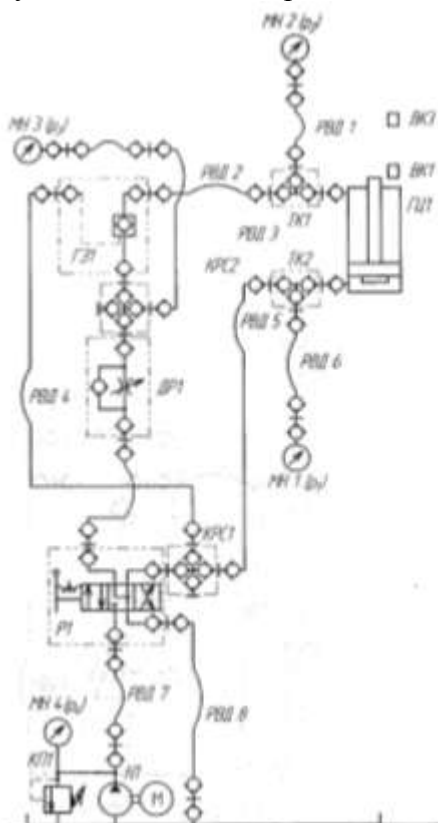


Рисунок 18 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.17, 18 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

2. Составить схему потоков для рис. 17, 18.
3. Составить циклограммы для рис.17, 18.
4. Подобрать распределитель, гидрозамок.
5. Сделать общий вывод по результатам работы
6. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределитель и гидрозамок, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.04 Регулировка давления

Практическое занятие № 13

Исследование характеристик предохранительного клапана прямого действия

Цель: Определение расходно-перепадной характеристики предохранительного клапана

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы работы предохранительного клапана

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.19.

Рукав РВД3 пристыковать к БРС1, полностью открыть клапан КП2 и дроссель ДР1.

Включить насос. Закрывать дроссель ДР1, по манометру МН1 настроить клапан на давление 3 МПа.

Постепенно открывая дроссель ДР1, определить по манометру МН1 давление открытия клапана, при котором происходит закрытие сечения клапана КП2. При этом должно прекратиться течение жидкости в емкость. Записать значения в таблицу 16.

Записать значения давлений промежуточных точек в таблицу 16.

Выключить насос. Перестыковать РВД3 к БРС2. Включить насос.

Закрывая дроссель ДР1 установить по манометру МН1 значение давления соответствующие первой промежуточной точке. Записать значение давления МН2. Закрывать кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Закрывая дроссель ДР1 установить по манометру МН1 значение давления соответствующие второй промежуточной точке. Записать значение давления МН2. Закрывать кран ВН1 и измерить объем жидкости за время

Полностью закрыть дроссель ДР1 и записать значение давления по манометрам МН1 и МН2. Закрывать кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Повторить действия для давления настройки 4, 5 МПа. И заполнить таблицы 17, 18 соответственно.

Построить графики зависимости давления p_1 и расхода Q и графики зависимости Δp и расхода Q .

Часть 2

Собрать схему рис.20

Рукав РВД2 пристыковать к БРС1, открыть клапаны КП2 и КП3, дроссель ДР1.

Включить насос, закрыть дроссель ДР1, по манометру МН2 настроить клапан КП3 на давление 3 МПа. По манометру МН1 настроить КП2 на давление 5 МПа.

Постепенно открывая дроссель ДР1, определить по манометру МН1 давление открытия клапана, при котором происходит закрытие сечения клапана КП2. При этом должно прекратиться течение жидкости в емкость. Записать значения в таблицу 16.

Записать значения давлений промежуточных точек в таблицу 16.

Выключить насос. Перестыковать РВД2 к БРС2. Включить насос.

Закрывая дроссель ДР1 установить по манометру МН1 значение давления соответствующие первой промежуточной точке. Записать значение давления МН2. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Закрывая дроссель ДР1 установить по манометру МН1 значение давления соответствующие второй промежуточной точке. Записать значение давления МН2. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Полностью закрыть дроссель ДР1 и записать значение давления по манометрам МН1 и МН2. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Построить графики зависимости давления p_1 и расхода Q и графики зависимости Δp и расхода Q .

Таблица 16

Давление настройки клапана $p_{настр}=3$ МПа				
Параметр	Номер опыта			
	1	2	3	4
Давление настройки клапана $p_{настр}=3$ МПа				
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	$p_{откр}$	$p_{с1}$	$p_{с2}$	$p_{настр}=3$
Давление p_2 на выходе клапана КП2, МПа				
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на клапане, МПа				
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л	0			
Промежуток времени Δt , с	∞			
Расход через клапан Q , л/мин	0			

Таблица 17

Давление настройки клапана $p_{настр}=4$ МПа				
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	$p_{откр}$	$p_{с1}$	$p_{с2}$	$p_{настр}=4$
	Давление p_2 на выходе клапана КП2, МПа			
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на клапане, МПа				
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л	0			
Промежуток времени Δt , с	∞			
Расход через клапан Q , л/мин	0			

Таблица 18

Давление настройки клапана $P_{настр}=5$ МПа				
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	$P_{откр}$	$P_{к1}$	$P_{к2}$	$P_{настр}=5$
Давление p_2 на выходе клапана КП2, МПа				
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на клапане, МПа				
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л	0			
Промежуток времени Δt , с	∞			
Расход через клапан Q , л/мин	0			

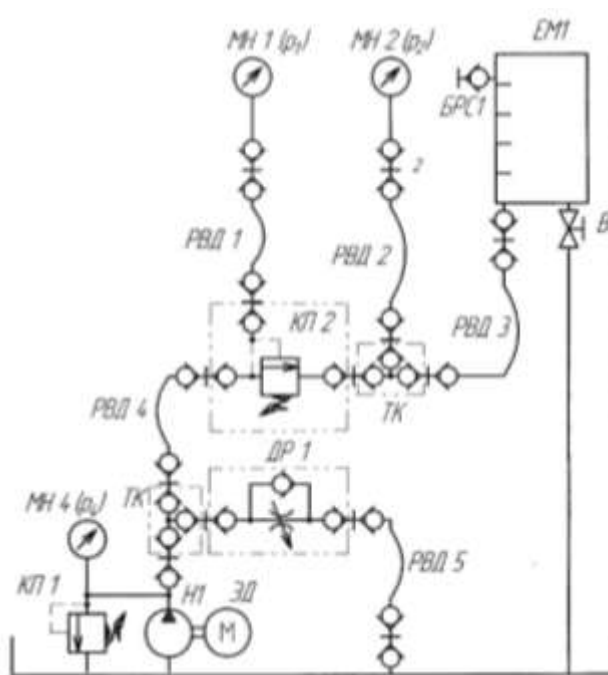


Рисунок 19 – схема гидравлическая

Таблица 19

Параметр	Номер опыта			
	1	2	3	4
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	$P_{откр}$	$P_{к1}$	$P_{к2}$	$P_{настр}=5$
Давление p_2 на выходе клапана КП2, МПа				
Перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2$ на клапане, МПа				
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л	0			
Промежуток времени Δt , с	∞			
Расход через клапан Q , л/мин	0			

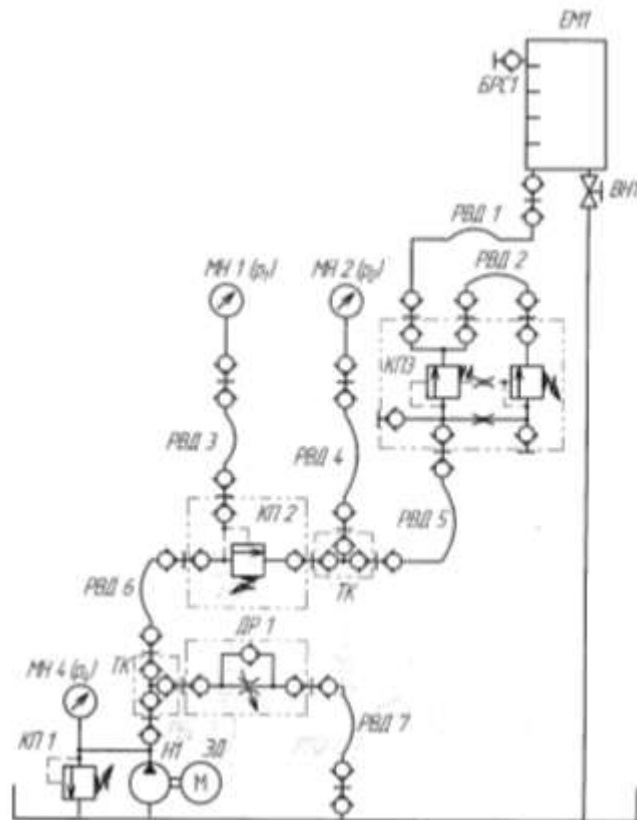


Рисунок 20 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.19, 20 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 19, 20.
3. Составить циклограммы для рис.19, 20.
4. Подобрать клапан предохранительный.
5. Построить графики
6. Сделать общий вывод по результатам работы.
7. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран клапан предохранительный, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.04 Регулировка давления

Практическое занятие № 14

Исследование характеристик системы насос-предохранительный клапан

Цель: определение зависимости расхода от давления на выходе насосной станции

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы работы предохранительного клапана

Краткие теоретические сведения:

Собрать схему рис.21.

Полностью открыть дроссель ДР1, включить насос.

Полностью закрыть дроссель ДР1, настроить клапан КП2 на давление 5 МПа и открыть полностью дроссель.

Записать показания манометра МН4 в таблицу 20. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время.

Поворачивая винт дросселя установить значение давления на манометре МН4 2МПа. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время. Записать значения в таблицу 20.

Повторить измерения для давления 3, 4, 4,5, 5 МПа. Записать значения в таблицу 20.

Построить график зависимости расхода от давления МН4.

Таблица 20

Параметр	Номер опыта					
	1	2	3	4	5	6
Давление p_1 на выходе насоса Н1, МПа		2	3	4	4,5	5
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л						
Промежуток времени Δt , с						
Подача насосной станции $Q_{нс}$, л/мин						
Температура рабочей жидкости, t°						

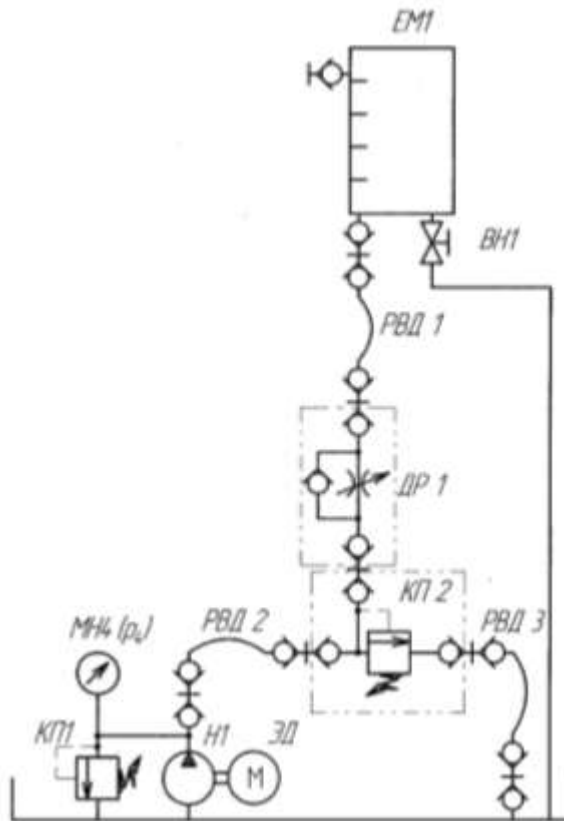


Рисунок 21 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.21 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 21.
3. Составить циклограммы для рис.21.
4. Подобрать клапан предохранительный.
5. Заполнить таблицу 20.
6. Построить графики.
7. Сделать общий вывод по результатам работы.
8. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран клапан предохранительный, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.04 Регулировка давления

Практическое занятие № 15

Исследование характеристик трехлинейного редуционного клапана

Цель: Определение характеристик трехлинейного редуционного клапана

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Изучить принципы работы трехлинейного редуционного клапана

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.22.

Открыть клапан КП2, закрыть дроссель ДР1. Включить насос.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редуционный клапан настроить на давление 2 МПа по манометру МН2. Записать значения в таблицу 21.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1 МПа. Записать значения в таблицу 21.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редуционный клапан настроить на давление 3 МПа по манометру МН2. Записать значения в таблицу 21.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1 МПа. Записать значения в таблицу 21.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редуционный клапан настроить на давление 4 МПа по манометру МН2. Записать значения в таблицу 21.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 4,5, 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1 МПа. Записать значения в таблицу 21.

Часть 2а

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 4 МПа. Редуционный клапан настроить на давление 2 МПа по манометру МН2. Записать значения в таблицу 22.

Постепенно открывая дроссель ДР1 контролировать давление по манометру МН1 4 МПа. Принимаем данные значения за предельную точку р_{2к}. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время. Записать значения в таблицу 22.

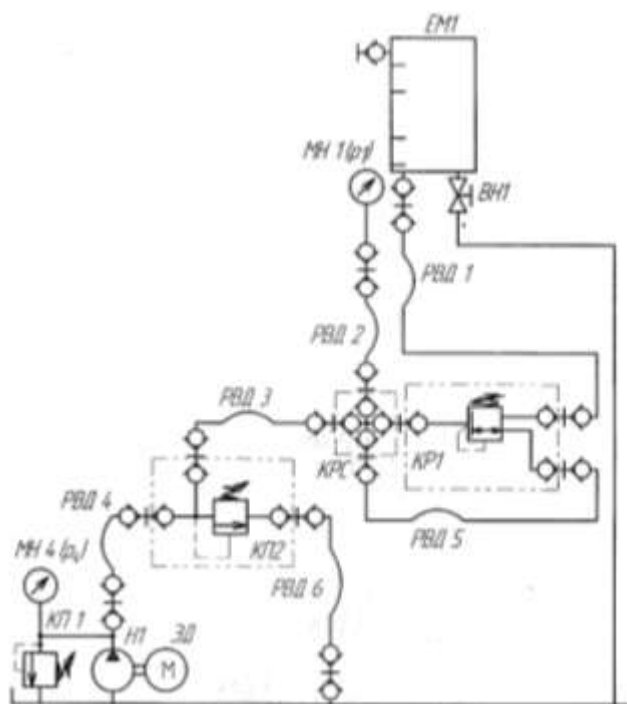


Рисунок 23 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.22, 23 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 22, 23.
3. Составить циклограммы для рис.22, 23.
4. Подобрать клапан редуционный.
5. Заполнить таблицы 21, 22.
6. Построить графики.
7. Сделать общий вывод по результатам работы.
8. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран клапан редуционный, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.05 Встраиваемые клапаны

Практическое занятие № 16

Изучение схем приводов с применением встраиваемых клапанов

Цель: Изучить схематические изображения встраиваемых клапанов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

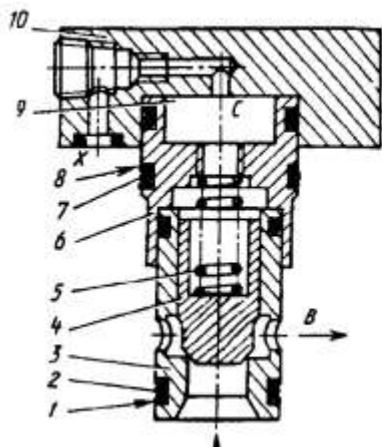
Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Составить гидравлическую схему возвратно-поступательного движения с применением встраиваемой аппаратуры.

Краткие теоретические сведения:



Гидроуправляемый встраиваемый клапан типа МКГВ состоит из затвора (содержит гильзу 3, клапан 4, пружину 5, переходную втулку 6, резиновые 2, 7 и фторопластовые 1, 8 уплотнительные кольца) и фланца 10, который может содержать дополнительные устройства (ограничитель хода, обратный клапан, элемент ИЛИ, гидрозамок и др.), а также служить плитой для установки сверху распределителя с электроуправлением (пилота). Подводная А и отводная В линии основного потока выполняются в блоке, на котором установлен аппарат. Отверстия X, Z₁ и Z₂ используются для подвода потока управления; Y – для отвода потока управления в сливную линию; P, T, A' и B' – для соединения с пилотом; C – выходит в надклапанную полость 9.

Рисунок 24 - Гидроуправляемые встраиваемые клапаны

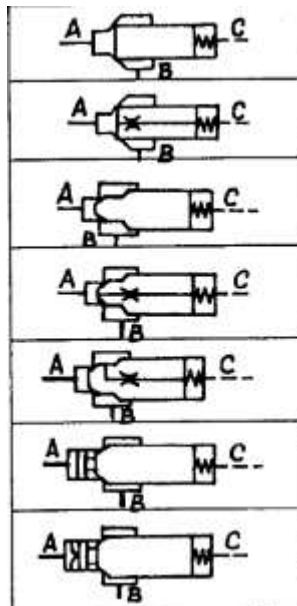


Рисунок 25 – схемы гидроуправляемых встраиваемых клапанов

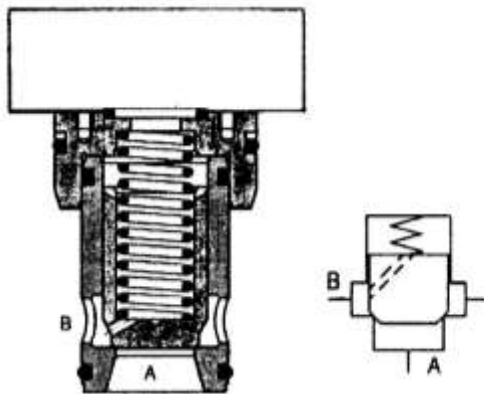


Рисунок 26 - Обратные встраиваемые клапаны

Клапаны свободно пропускают поток A→B и запирают обратный поток рабочей жидкости. Они конструктивно подобны и полностью соответствуют по размерам описанным выше гидроуправляемым встраиваемым клапанам (см. разд. 10.1), однако в отличие от последних надклапанная полость постоянно соединена с линией отвода B. Такая схема реализована в затворе Б2 клапанов ГПОГ (см. табл. 10.2, стр. 221).

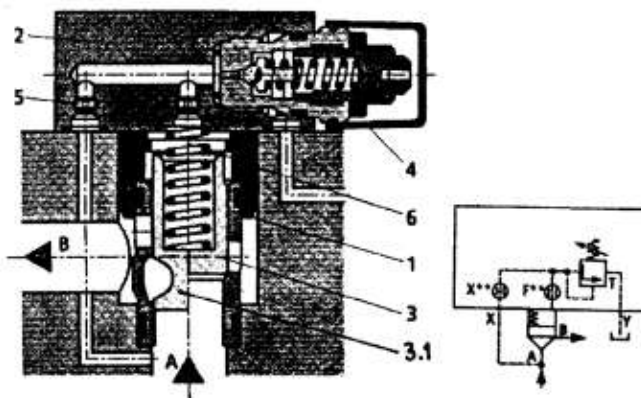


Рисунок 27 - Предохранительные встраиваемые клапаны

Клапаны обеспечивают защиту гидросистемы от перегрузки; принцип их действия подробно описан в разделе 7.3. Типовой клапан фирмы Rexroth состоит из затвора 1, фланца 2, собственно клапана 3 (возможны исполнения с дросселированием 3.1 и/или со сквозным отверстием в клапане), сервоклапана 4, демпфера 5 и пружины 6. Сверху на фланец 2 может устанавливаться гидрораспределитель с электроуправлением (пилот), обеспечивающий разгрузку или ступенчатое изменение давления (в исполнениях с двумя или тремя сервоклапанами). В аппаратах фирм Bosch и Parker один или несколько сервоклапанов расположены не внутри фланца, а сверху, образуя модульный пакет с пилотом (в электроуправляемых версиях).

В отечественных моделях и аппаратах Parker обозначение включает полный комплект клапана, у остальных фирм – отдельно затвор, фланец и пилот.

Подвод рабочей жидкости в систему управления в отечественных аппаратах реализован через отверстие в клапане; в аппаратах Vickers (и некоторых исполнениях Rexroth) – через линию X, соединяемую каналом в блоке с линией A, поэтому эти аппараты не являются прямыми аналогами.

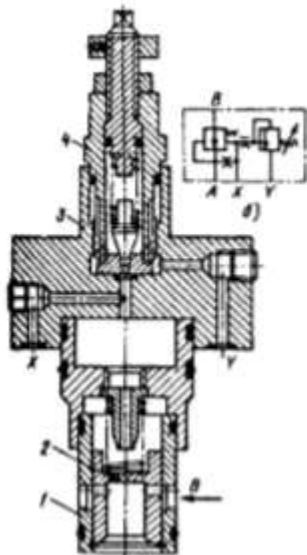


Рисунок 28 - Редукционные встраиваемые клапаны

Редукционные клапаны понижают (редуцируют) давление на выходе по сравнению с давлением на входе; принцип их работы подробно описан в разделе 7.4. Типовой клапан состоит из затвора 1, фланца 3 и сервоклапана (пилота) 4. Поток рабочей жидкости высокого давления подводится в линию В, редуцированное давление отводится из линии А, которая через демпфер 2 соединена с надклапанной полостью и, следовательно, — входом в сервоклапан 4. Через линию управления Х возможна разгрузка гидросистемы от редуцированного давления, линия Y соединяется с баком. В номенклатуре Rexroth имеются исполнения с электрическим запиранием или электрическим пропорциональным управлением.

В отечественных моделях обозначение включает полный комплект клапана, в моделях инофирм — отдельно затвор, фланец и возможно пилот.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков.
3. Составить циклограмму.
4. Подобрать встраиваемую аппаратуру.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбрана встраиваемую аппаратуру, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.06 Гидропривод металлургического производства

Практическое занятие № 17

Изучение гидро и пневмоприводов доменного производства

Цель: формирование умений читать принципиальные гидросхемы доменного производства

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу гидропривода воздухоподогревателей.

Краткие теоретические сведения:

В воздухоподогревателях доменных печей гидравлическими приводами оснащены клапаны горячего и холодного дутья, дымовые, отсечной у газовой горелки, перепускные, отсечной на смесительном воздухопроводе.

Принципиальная схема приведена на рис.29.

Насосная станция оснащена двумя маслобаками 1 (один резервный), двумя пластинчатыми насосами 3 типа Г12-25 с производительностью по 140 л/мин и одним насосом 4 типа г12-24 с производительностью 70 л/мин. Защита насосов и линии нагнетания от перегрузки осуществляется предохранительными клапанами 2 и 5. Пневмогидравлический аккумулятор 15 предназначен для разовой аварийной перекидки клапанов воздухоподогревателей в случае обесточивания гидросистемы. Его верхняя часть соединена с тремя азотными баллонами 6 (показан один баллон). В линии нагнетания насосов установлены обратные клапаны 16.

Из линии нагнетания рабочая жидкость через включенный распределитель 10 и гидрозамок 11 поступает в гидроцилиндр 12 привода клапана горячего дутья, а через включенный распределитель 14-в гидроцилиндр 13 привода дымового клапана.

На каждом из четырех воздухоподогревателей доменной печи номер 9 КрМК гидравлическими приводами оснащены :три дымовых клапана, клапана холодного дутья диаметром 1600мм ; перепускной клапан холодного дутья диаметром 300мм; перепускной клапан дымовой диаметром 600 мм ; отсечной клапан у газовой горелки диаметром 2000мм ;клапан горячего дутья диаметром 200 мм. Кроме того, гидравлический привод применен на отсечном клапане диаметром 1300мм и отсечном на смесительном воздухопроводе. Всего 34 механизма воздухоподогревателей оснащены гидравлическими приводами, которые снабжаются рабочей жидкостью от одной насосно-аккумуляторной станции ,расположенной между вторым и третьем воздухоподогревателями на площадок газовых горелок. Гидросистема работает в автоматическом режиме в общем цикле перекидки клапанов воздухоподогревателей.

Насосная станция состоит из двух баков объемом 2 м^3 каждый, пяти лопастных насосов БГ 12-24 (три работают, а два в резерве), пяти предохранительных клапанов МКПЭ-32 и пяти обратных клапанов Г51-25, двух азотно-маслянных баллона вместимостью $V=320\text{ л}$, восьми азотных баллонов ($V=40\text{ л}$) и предохранительного клапана МКП-32. Пневмогидравлическая аккумуляторная установка предназначена для разовой аварийной перекидки клапанов воздухонагревателей в случае обесточивания системы, а также для уменьшения пульсации давления. Предохранительные клапаны настроены на давление рабочей жидкости 8 МПа.

Очистка рабочей жидкости (минерального масла) осуществляется двумя фильтрами 0,08 Г41-24 грубой очистки и фильтром ФП7 с тонкостью очистки 25 мкм, установленным в независимой ветви фильтрации. Кроме того, на всасывающей линии насосов установлено четыре фильтра 0,08 Г 42-36 с тонкостью фильтрации 80 мкм и на сливе установлен магнитный фильтр ФМ8.

В линии слива установлен магнитный фильтр ФМ-7. Дополнительно рабочая жидкость очищается в независимом контуре циркуляции, состоящем из насоса 7 типа БГ11-24 производительностью 70 л/мин, двух фильтров 9 типа 0,08Г41-24 с тонкостью фильтрации 80 мкм и фильтра 17 типа ФП7 (25-25)/200 с тонкостью фильтрации 25 мкм.

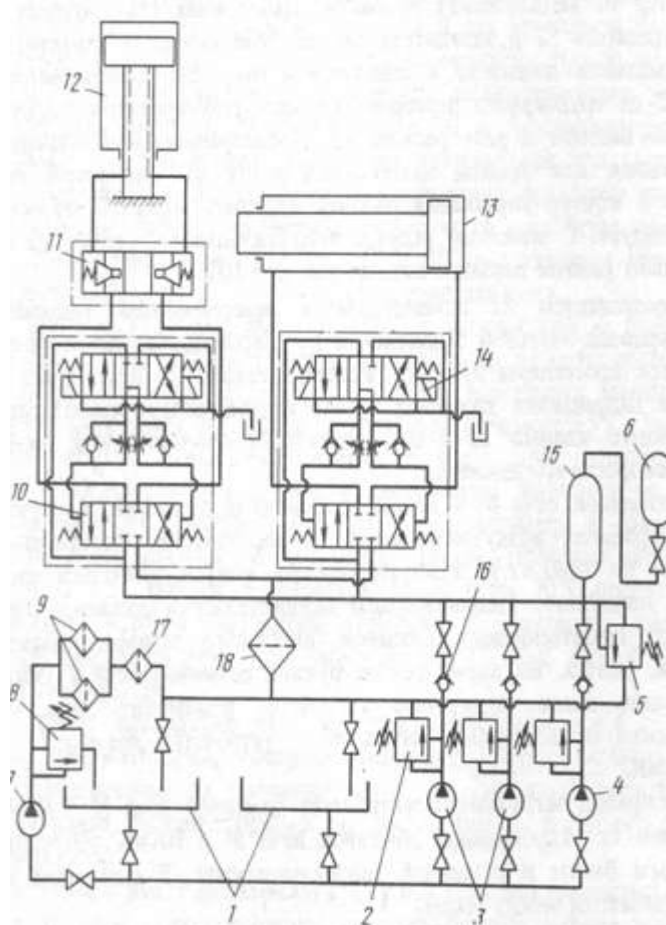


Рисунок 29 – схема гидропривода воздухонагревателей

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.29 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков.

3. Составить циклограмму.

4. Подобрать фильтры.

5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны фильтры, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.06 Гидропривод металлургического производства

Практическое занятие № 18

Изучение гидро и пневмоприводов сталеплавильного производства

Цель: формирование умений читать принципиальные гидросхемы сталеплавильного производства

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу привода верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка машин непрерывного литья заготовок

Краткие теоретические сведения:

На МНЛЗ гидроприводом осуществляется перемещение сталеразливочного и промежуточного ковшей, поворотных лотков механизма уборки и хранения затравки, подъем и опускание верхних роликов тянуще-плавильных машин, работа гидроножниц для порезки заготовки. На рис. 30 приведен гидросхема привода верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка. От насосно-аккумуляторной станции рабочая жидкость через дроссель 1 проходит к гидрораспределителю 2 с электрогидравлическим управлением, с помощью которого рабочая жидкость либо подводится в поршневую полость гидроцилиндра 3 привода верхних роликов (при подъеме), либо эта полость соединяется со сливом (при опускание).

Штоковая полость гидроцилиндра 3 постоянно соединена с напорной магистралью. Одновременно рабочая жидкость через дроссель 4 подводится к гидрораспределителю 5, который управляет перемещением штока гидроцилиндра 6, осуществляющего привод поворотных лотков.

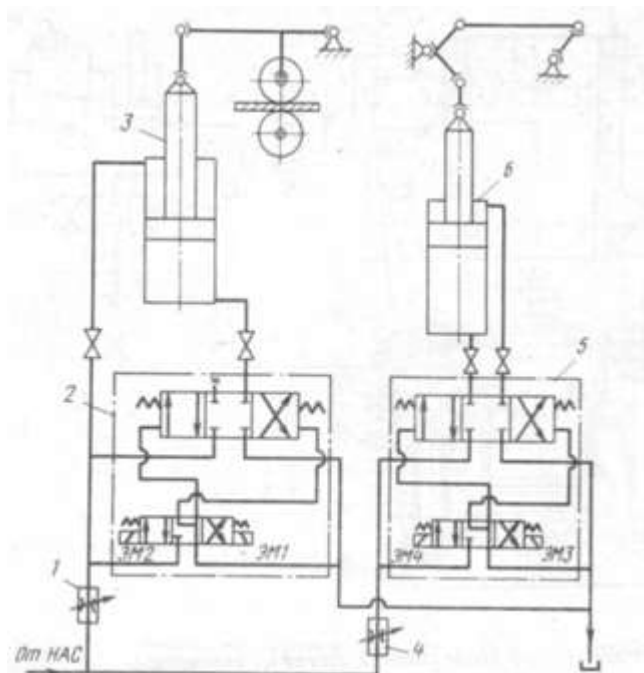


Рисунок 30 – схема гидравлическая верхнего ролика тянущеправильной машины и поворотного лотка машин непрерывного литья заготовок

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.30 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков.
3. Составить циклограмму.
4. Подобрать распределители.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны распределители, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.01.06 Гидропривод металлургического производства

Практическое занятие № 19

Изучение гидро и пневмоприводов прокатного производства

Цель: формирование умений читать принципиальные гидросхемы прокатного производства

Выполнив работу, Вы будете:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу механизма сдвоивателя рулонов

Краткие теоретические сведения:

Современное оборудование прокатных цехов оснащено большим количеством гидроприводов, широко применяемых для осуществления противоизгиба рабочих валков, уравнивания шпинделей, перевалки валков; в нажимных устройствах, кантователях, манипуляторах; для подъема и передвижения балок нагревательных печей; линии продольной резки и др.

На рис. 31 приведена гидросхема нажимного устройства стана 250/750x500 холодной прокатки. Из бака 1 лопастными насосами 2 типа Г12-24 (один резервный) рабочая жидкость под давлением до 6,3 МПа подается через обратные клапаны 4 и фильтр тонкой очистки 5 в линию нагнетания. Защита всех насосов обеспечивается предохранительными клапанами 3. Аксиально-поршневые насосы 15 типа НА16/320М (один работает, два в резерве) подает жидкость под давлением до 22 МПа в линию нагнетания через фильтр 10. Таким образом, под давлением рабочей жидкости будут находиться штоковая полость силового гидроцилиндра 6 нажимного устройства и магистраль до следящего золотника 7. Для обеспечения подъема поршня гидроцилиндра 6 необходимо золотник 7 сдвинуть вниз. Эта операция осуществляется следующим образом: включается шаговый электродвигатель 8, что приводит к перемещению золотника 7 вниз и соединению напорной магистрали высокого давления с поршневой полостью гидроцилиндра 6.

Движение поршня гидроцилиндра продолжается до тех пор. Пока золотник не займет нейтральное положение. При вращении шагового электродвигателя в противоположную сторону золотник перемещается вверх, соединяет поршневую полость гидроцилиндра 6 с баком и осуществляется опускание его поршня.

Предохранительным клапаном 9 обеспечивается защита штоковой полости гидроцилиндра 6 от чрезмерного повышения давления. В линии нагнетания высокого давления установлены два гидропневмоаккумулятора 11 типа АРХ 16/320. Фильтром 12 осуществляется очистка в сливаемой в бак жидкости. Кроме того, имеется независимая система фильтрации, состоящая из фильтра 13, насоса 14 и предохранительного клапана.

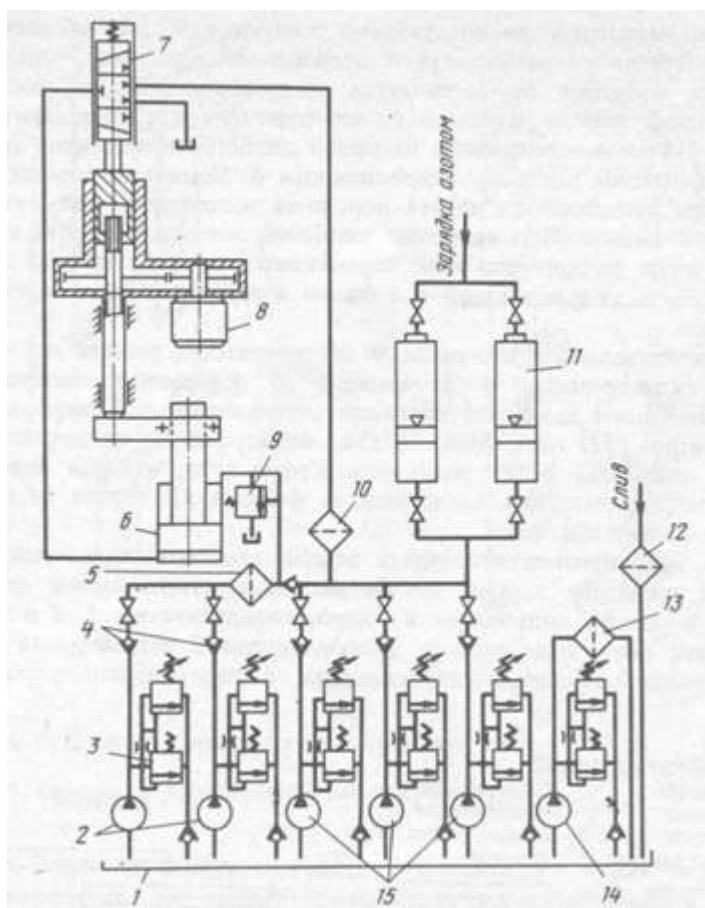


Рисунок 31 – схема гидравлическая сдвоивателя рулонов

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.31 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков.
3. Составить циклограмму.
4. Подобрать предохранительные клапаны.
5. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны предохранительные клапаны, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.02.01.Системы смазывания

Практическое занятие № 20

Выбор смазочного материала для зубчатых передач

Цель: Научиться выбирать смазочные материалы по условиям работы передач

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу передачи и подобрать смазочный материал

Краткие теоретические сведения:

Смазывание зубчатого зацепления производится окунанием зубчатого колеса в масло, заливаемое внутрь корпуса до уровня, обеспечивающего погружение колеса примерно на 10 мм. Объём масляной ванны V определяем из расчёта $0,25 \text{ дм}^3$ масла 1 кВт передаваемой мощности:

$$V = 0,25 \cdot \dots = \dots \text{ дм}^3.$$

Выбор сорта масла начинают с определения кинематической вязкости. При контактных напряжениях и скорости рекомендуемая вязкость масла таблица 23. По таблице 24 принимаем масло. (по ГОСТ 20799 – 75*)

Таблица 23

Контактные напряжения σ_{H} , МПа	Кинематическая вязкость, $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, при скорости скольжения v_{H} , м/с		
	до 2	св. 2 до 5	св. 5
До 200	25	20	15
Св. 200 до 250	32	25	18
« 250 « 300	40	30	23

Сорт масла	Марки	Кинематическая вязкость, $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$
Индустриальное	И-12А	10-14
	И-20А	17-23
	И-25А	24-27
	И-30А	28-33
	И-40А	35-45
	И-50А	47-55
	И-70А	65-75
	И-100А	90-118
Авиационное	МС-14	14
	МС-22	22
	МС-20	20,5
Цилиндровое	52	44-59 при 100°C

Подача смазочного материала осуществляется путем залива масла через смотровое окно или путем централизованной смазки.

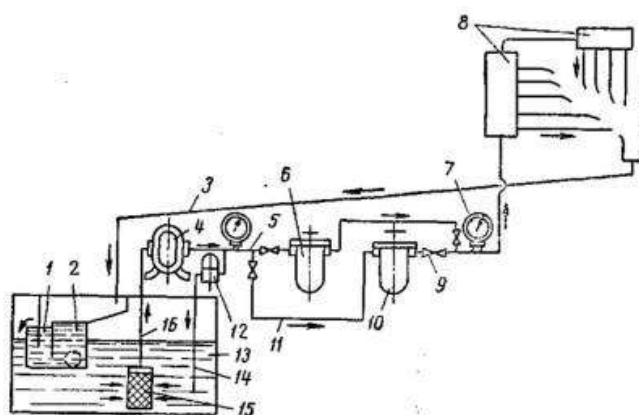


Рисунок 32 - Схема циркуляционной непрерывной смазки

Масло из маслобункера 13 через фильтр 15 и присоединенный к нему маслопровод 16 засасывается шестеренчатым насосом 4 и по маслопроводу 5 попадает в распределители 8, а от них к смазываемым точкам. Между шестеренчатым насосом и маслораспределителями в маслопровод 5 вмонтирован фильтр 6 с двумя манометрами 7, а также присоединены обводной маслопровод 11 с фильтром 10 и маслопровод 14 с 1 перепускным клапаном 12. Фильтры служат для очистки масла, нагнетаемого насосом. Постоянно работает один фильтр 6, второй фильтр 10 включается только на время прочистки или ремонта основного фильтра 6. При работе системы с фильтром 10 масло минует выключенный участок маслопровода 5 и (проходит по обводному маслопроводу 11, для включения и выключения которого установлены запорные краны 9. Отработанное масло стекает по сливному маслопроводу 3 в отстойник 2, установленный внутри маслобункера. Отстойник имеет два отсека 1: в первый (справа) поступает масло из сливного маслопровода, а из второго, пройдя под перегородкой, сливается в маслобункер 13. При подаче масла одновременно в несколько мест смазки с различной дозировкой можно применять трубчатый маслораспределитель с прикрепленными к трубе на резьбе регулируемые дозирующими клапанами. Конструкция такого клапана показана на рис.33.

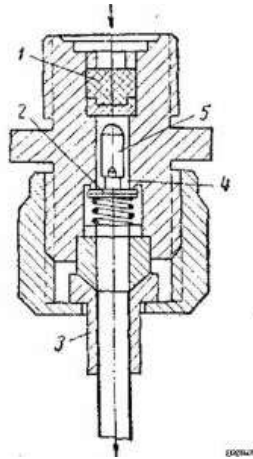


Рисунок 33 - Дозирующий клапан для централизованной жидкой смазки.

Масло в клапан поступает под давлением сначала в сетчатый фильтр 1, затем, открыв силой давления тарельчатый клапан 2, проходит в отводящий маслопровод 3. Доза масла, подаваемого к трущимся поверхностям, зависит от величины кольцевого зазора между стенками канала 4 и дозирующим штифтом 5 и регулируется путем подбора диаметра последнего. Обратный клапан 2, находясь под действием пружины, не пропускает масла в случае падения давления. Циркулирующее в системе масло необходимо непрерывно освобождать от загрязнений и воды, для этого масляные баки оборудуются сетчатыми фильтрами и отстойниками. Последние представляют собой сварные резервуары и могут устанавливаться, как отдельно стоящие баки. Иногда для улучшения процесса отстаивания масла оно подогревается паром, электрическим током или выхлопными газами до 70—80°, что способствует более быстрому оседанию механических частиц и воды на дне отстойника. Отстойники непрерывного действия при большой емкости делятся перегородками на отсеки (рис.32), в которых масло самотеком переливается через перегородки, оставляя в каждом из них часть механических примесей. Для циркуляционной системы смазки широко применяются шестеренчатые насосы (рис.34), в них всасывающая полость располагается всегда со стороны выхода зубьев из зацепления, а нагнетательная — со стороны входа их в зацепление.

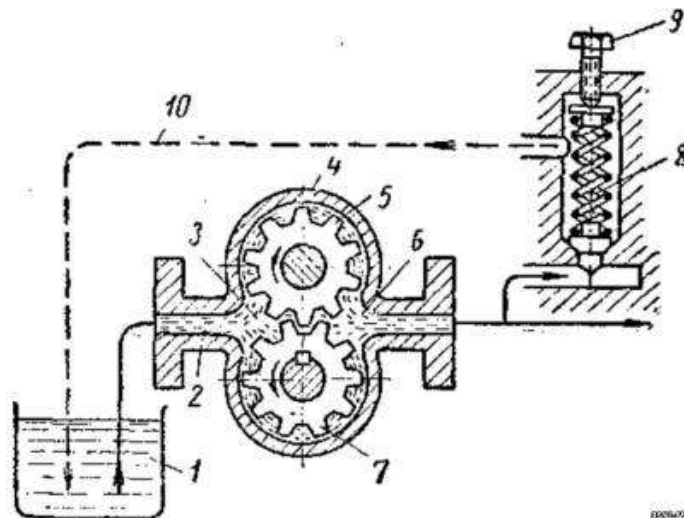


Рисунок 34 - Схема установки шестеренчатого насоса: 1 — масляный бак; 2 — приемный патрубок; 3 — всасывающая полость; 4 — корпус; 5 — ведомая шестерня; 6 — нагнетательная полость; 7 — ведущая шестерня; 8 — перепускной клапан; 9 — регулировочный винт клапана; 10 — сливной маслопровод.

При давлении до 13 кг/см^2 расчетная производительность насосов конструкции харьковского завода «Гидропривод», измеряемая количеством литров масла, нагнетаемого ими в одну минуту, составляет от 5 до 125 л при наибольшем числе оборотов 1450. Обычно в циркуляционной системе рабочее давление не превышает $3\text{—}4 \text{ кг/см}^2$, перепускной клапан, будучи отрегулирован на это давление, при его увеличении срабатывает и возвращает нагнетаемое масло обратно в масляный бак 1 через сбрасывающий маслопровод 10. При повороте винта 9 вправо давление клапана увеличивается, а при повороте влево — уменьшается. Во избежание самовольной регулировки клапана он сверху закрывается колпаком, который не разрешается вскрывать обслуживающему рабочему.

Ввиду утечек масла, которые при быстром износе насоса весьма значительны, рекомендуется выбирать насос с производительностью на $50\text{—}70\%$ больше расчетной. К насосам, которые могут быть встроены в смазываемый механизм, относится лопастный насос, он может устанавливаться и отдельно при наличии кронштейна I.

В корпусе 2 насоса эксцентрично расположен ротор 3, при вращении которого подпружиненные лопасти 4 захватывают поступающее из всасывающего маслопровода 5 масло и вытесняют его в нагнетательную магистраль 6. Производительность насоса при эксцентricитете 2,5 мм и давлении до 3 кг/см^2 приблизительно равна 0,6 л/мин на каждые 100 оборотов ротора. Высота всасывания, во избежание подсоса наружного воздуха, берется не более 0,5 м при 1000 об/мин., т. е. насос следует устанавливать ближе к масляному баку. Фильтрующие устройства включаются в циркуляционную систему, как правило, после насоса и служат для отделения из масла твердых частиц, волокон и других механических включений. Широкое распространение получили щелевые (пластинчатые) фильтры, снабженные устройством для самоочистки. Ширина щели, т. е. величина зазоров между дисками в патроне, от 0,08 до 0,2 мм, поэтому механические частицы величиной больше этих размеров остаются на внешней поверхности патрона, более мелкие — лишь частично застревают в его щелях, а остальные проходят с потоком фильтруемого масла, что и определяет степень очистки. Для прочистки щелей патрона его следует несколько раз повернуть за маховичок вручную, в любом направлении. При прохождении через любой фильтр масло преодолевает сопротивление фильтрующего элемента, поэтому манометр перед фильтром показывает всегда большее давление, чем манометр за фильтром. Такой перепад давления считается нормальным до $0,5 \text{ кг/см}^2$, большая величина перепада на манометре, установленном после фильтра, сигнализирует о его засоренности, и фильтр требуется немедленно прочистить.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.32 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков.
3. Подобрать смазочный материал.
4. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбран смазочный материал, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.02.01.Системы смазывания

Практическое занятие № 21 Разработка схемы и карты смазывания

Цель: научиться составлять карты смазки для металлургического оборудования по заданным условиям

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- составлять функциональную циклограмму;
- описывать работу привода и системы управления по циклу;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Изучить работу кинематической схемы и составить карту смазывания

Краткие теоретические сведения:

По кинематической схеме определить наименование смазочной точки, количество точек, способ смазки, смазочный материал, периодичность смазывания и заполнить таблицу 25.



Рисунок 35 – Кинематическая схема привода

Таблица 25

Наименование смазываемой точки	Количество смазываемых точек	Способ смазки	Смазочный материал	Периодичность

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить кинематическую схему рис.35.
- 2 Составить карту смазывания.
4. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлена карта смазывания верно

Хорошо – есть ошибки в карте смазывания, периодичность

Удовлетворительно – не верно выбран смазочный материал, есть ошибки в способах смазывания

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.02. Гидроприводы с электрическим и пропорциональным управлением. Гидроаппараты с пропорциональным управлением

Практическое занятие № 22

Изучение технической характеристики распределителей с пропорциональным управлением

Цель: Изучить характеристики пропорционального гидравлического распределителя

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Подключить пропорциональный распределитель и снять технические характеристики

Краткие теоретические сведения:

Являясь дросселирующими, гидрораспределители с пропорциональным управлением конструктивно похожи на дискретные распределители, но, в отличие от них, сочетают в себе две функции:

пуск, останов и изменение направления потока рабочей жидкости (обеспечиваются и дискретными распределителями);

управление расходом.

Управление расходом посредством гидрораспределителей обеспечивается благодаря двум особенностям, которые отличают распределители с пропорциональным управлением от дискретных распределителей — возможность смещения золотника распределителя на величину пропорциональную величине управляющего электрического сигнала и плавное изменение площади их проходного сечения за счет выполнения на буртиках золотника проточек, спрофилированных особым образом.

Наличие проточек позволяет менять площадь проходного сечения прораспределителя во всем диапазоне, в то время как буртики золотника с положительным перекрытием остаются в контакте с кромками цилиндрических расточек в корпусе рис. 36. Таким образом, во время работы гидрораспределителя осуществляется дросселирование потоков жидкости во всех каналах (Р — А, В — Т, или Р — В, А — Т).

Управляется гидрораспределитель следующим образом: если управляющий электрический сигнал в виде напряжения имеет отрицательное значение, ток поступает на магнит В, золотник смещается влево на величину пропорциональную силе тока и осуществляет коммутацию Р — А, В — Т. Если управляющее напряжение имеет положительное значение, ток поступает на магнит А (Р — В, А — Т). При отсутствии электрического сигнала управления золотник под действием центрирующих пружин устанавливается в нейтральную позицию (все каналы перекрыты).

В зависимости от требований, предъявляемых к конкретному приводу, применяют распределители с различными расходными характеристиками, вид которых определяется формой проточек на буртиках золотника рис.37.

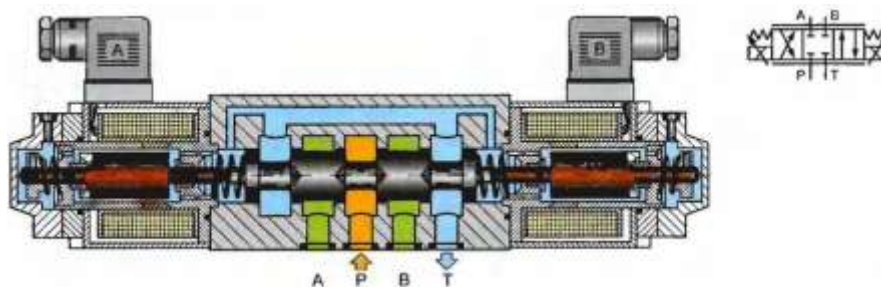


Рисунок 36 - 4/3-гидрораспределитель прямого действия с пропорциональным управлением

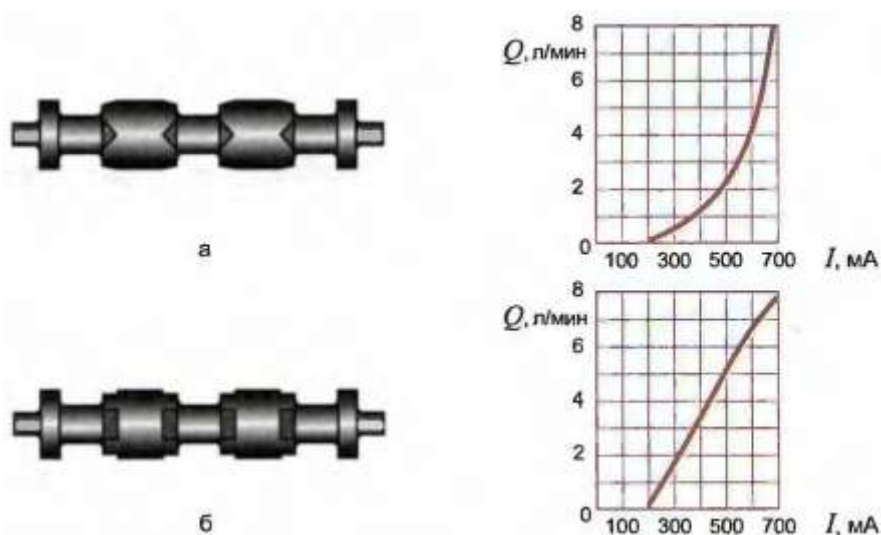


Рисунок 37 – Зависимость расходных характеристик от проточек на золотниках

Так распределитель, на буртиках золотника которого выполнены проточки треугольной формы рис. 37а, имеет расходную характеристику в виде параболы, а золотник с прямоугольными проточкам на буртиках обеспечивает почти линейную расходную характеристику распределителя рис. 37б.

Как и в дискретных распределителях, прямое управление применяется для аппаратов с условным проходом до 10 мм.

Собрать электрическую и гидравлическую схемы на стенде.

Открыть предохранительный клапан КП2.

Включить питание насоса, клапаном КП2 настроить давление p_1 по манометру МН1 на значение 1 МПа. Переключить тумблер подключения входного сигнала 2. Поворачивая патенциометр добиться появления жидкости в емкости ЕМ2.

Поворачивая патенциометр в другую сторону установить значение входного сигнала 0.

Поворачивая рукоятку в одну и другую сторону добиться свечения светодиода S1 или S2. Записать значения входного и выходного сигналов усилителя.

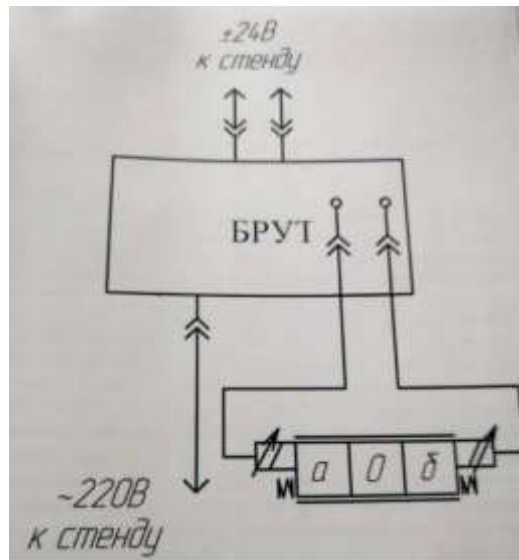


Рисунок 38 – электрическая схема подключения пропорционального распределителя

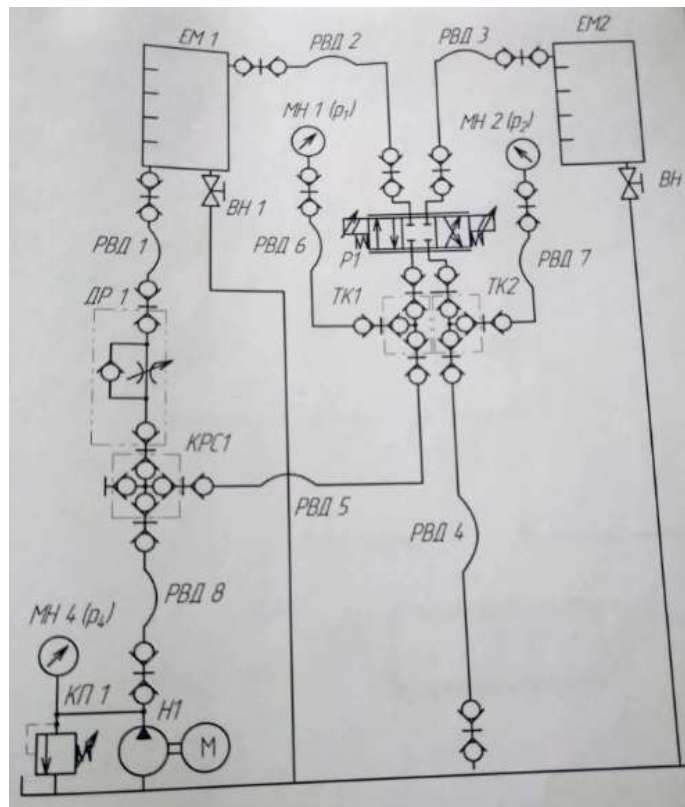


Рисунок 39 – гидравлическая схема подключения пропорционального распределителя

Таблица 26

Параметр	Канал А (усилитель S1)	Канал В (усилитель S2)
Давление на входе распределителя p_1 , МПа		
Давление в линии слива распределителя p_2 , МПа		
Входной сигнал U, В		
Выходной сигнал с усилителя на электромагнит 1, А		

Порядок выполнения работы:

1 Изучить конструкцию распределителя

2 Начертить с буквенными обозначениями и собрать гидравлическую и электрическую схемы рис.38, 39.

3 Заполнить таблицу 26.

4. Устная защита работы

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы верно

Хорошо – есть ошибки в принципе работы.

Удовлетворительно – не верно описана конструкция распределителя

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.02. Гидроприводы с электрическим и пропорциональным управлением. Гидроаппараты с пропорциональным управлением

Практическое занятие № 23

Использование дросселирующего распределителя с («пилотом»)

Цель: Изучить конструкцию распределителя и составить схемы

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Спроектировать электрическую и гидравлическую схему подключения распределителя

Краткие теоретические сведения:

При больших значениях условных проходов применяют распределители с пилотным управлением (рис. 3).

Как правило, в качестве пилота применяют двоярные трехлинейные редукционные клапаны с пропорциональным управлением 1. В исходном положении, при отсутствии управляющих сигналов на пропорциональных магнитах пилотного клапана, обе пружинные полости основного распределителя 2 (распределителя второго каскада) связаны со сливом, его золотник 3 находится в нейтральной позиции под действием центрирующих пружин. При подаче управляющего электрического сигнала, например на магнит В пилотного клапана 1, давление в левой пружинной полости основного распределителя 2 возрастет до величины, пропорциональной сигналу управления и золотник 3 основного распределителя, сжимая правую центрирующую пружину, сместится на соответствующую величину вправо. Рабочая жидкость из канала Р начнет поступать в канал В с расходом соответствующим величине смещения золотника. Аналогичным образом происходит коммутация каналов Р и А при подаче управляющего сигнала на пропорциональный магнит А пилотного клапана. Для обеспечения точности управления распределителем 2 обратная связь организуется по положению золотника 3, позиция которого фиксируется датчиком положения 4.

От распределителей с пропорциональным управлением требуется не только точно следовать изменениям входного электрического сигнала, но и достаточно быстро реагировать на эти изменения. Быстрота реакции распределителя, равно как и других гидроаппаратов с пропорциональным управлением, характеризуется двумя параметрами: временем срабатывания и частотой пропускания,

Время срабатывания — время, за которое выходной параметр гидроаппарата примет значение соответствующее входному управляющему сигналу. Время срабатывания гидроаппаратов с пропорциональным управлением лежит в диапазоне от 10 до 100 мс.

Частота пропускания показывает на какое количество изменений (от нуля до максимального значения) входного сигнала в секунду гидроаппарат способен отреагировать. В среднем частота пропускания гидроаппаратов с пропорциональным управлением лежит в интервале от 5 до 100 Гц.

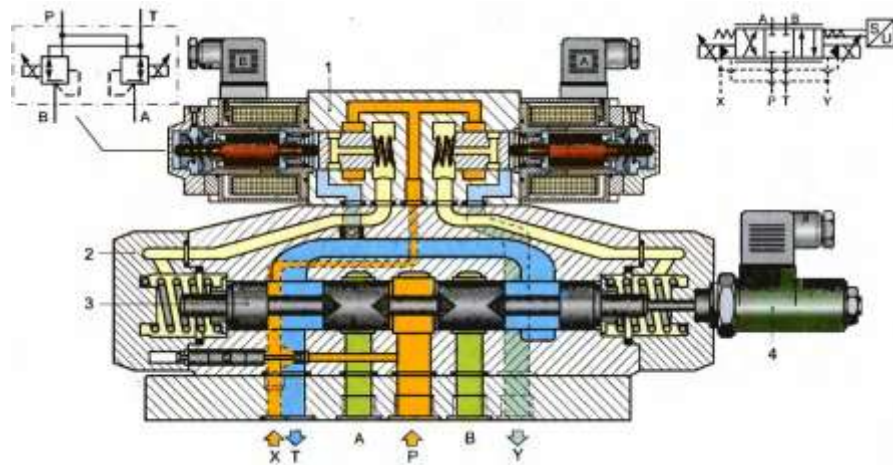


Рисунок 40 – распределитель дроселирующий с «пилотом»

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить конструкцию распределителя
- 2 Спроектировать гидравлическую и электрическую схемы.
3. Устная защита работы

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлена верно электрическая схема подключения

Хорошо – есть ошибки в электрической схеме подключения.

Удовлетворительно – не верно описана конструкция распределителя

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.02. Гидроприводы с электрическим и пропорциональным управлением. Гидроаппараты с пропорциональным управлением

Практическое занятие № 24

Изучение типовых схем гидропривода с применением делителя потока

Цель: Изучить принцип работы делителя потока

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, гидравлический стенд

Задание:

Спроектировать электрическую схему подключения распределителя с управлением от электромагнитов

Краткие теоретические сведения:

Собрать схему рис.41.

Включить насоса. Наблюдать за частотой вращения вала гидромотора. Записать частоту вращения вала гидромотора. Рассчитайте расход жидкости, поступающей в гидроцилиндр.

Переключите распределитель P1 в положение, соответствующее выдвигению штока и одновременно включите секундомер. Запишите время выдвигения штока. Рассчитайте величину расхода жидкости, поступающей в поршневую полость гидроцилиндра.

Определить погрешность делителя потока.

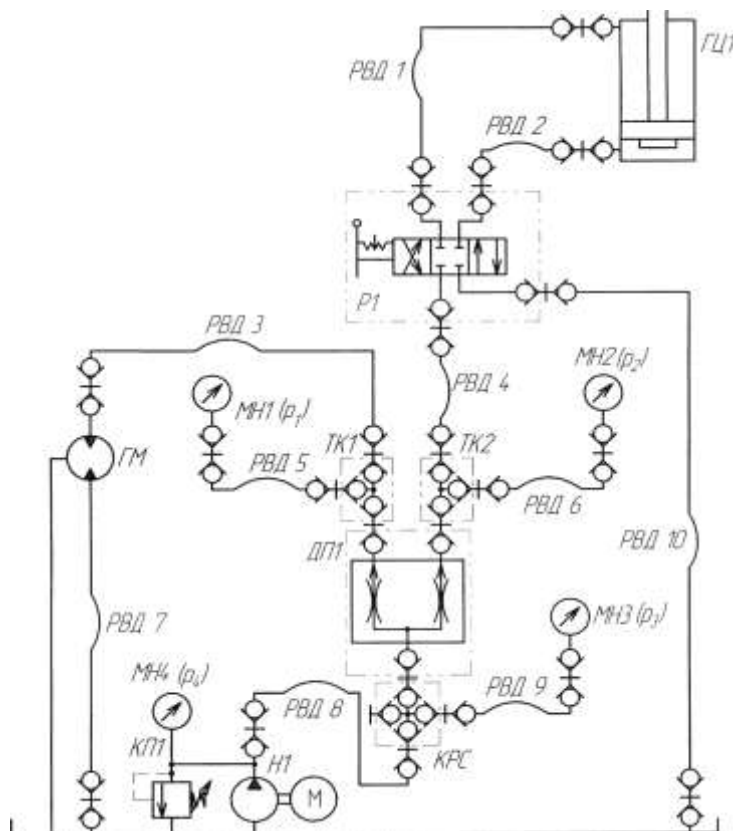


Рисунок 41 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить схему рис.41 с буквенно-цифровыми обозначениями.
- 2 Изучить принцип работы делителя потока.
- 3 Спроектировать электрическую схему для распределителя заменив ручное управление на электромагнитное.
- 4.Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлена верно электрическая схема подключения
- Хорошо – есть ошибки в электрической схеме подключения.
- Удовлетворительно – не верно описан принцип работы делителя потоков
- Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.02. Гидроприводы с электрическим и пропорциональным управлением. Гидроаппараты с пропорциональным управлением

Практическое занятие № 25

Изучение технической характеристики предохранительного клапана с пропорциональным управлением

Цель: Изучить характеристики датчика предохранительного

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, гидравлический стенд

Задание:

Изучить принцип работы датчика

Краткие теоретические сведения:

Собрать гидравлическую схему рис.42.

Собрать электрическую схему рис.43.

На блоке БРУТ настроить значение давления открытия клапана 3 МПа. Включить насос. Проверить работу датчика по истечению жидкости в емкость EM1 при давлении настройки.

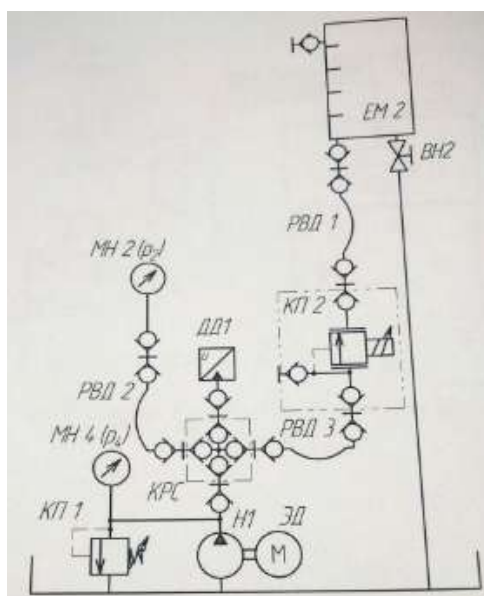


Рисунок 42 – схема гидравлическая

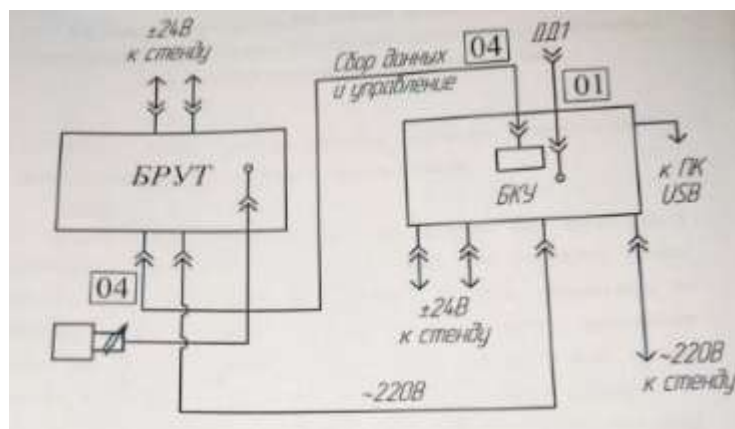


Рисунок 43 – схема электрическая

Порядок выполнения работы

- 1 Начертить схемы рис.42,43 с буквенно-цифровыми обозначениями.
- 2 Сравнить показания датчика давления с манометром МН2.
- 3.Сравнить работу датчика предохранительного и предохранительного клапана с ручным управлением.
- 4.Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлена верные выводы о работе датчика предохранительного
- Хорошо – есть ошибки в выводах.
- Удовлетворительно – не верно описан принцип работы датчика предохранительного
- Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема 3.1. Проектирование гидравлических схем

Практическое занятие № 26 Тепловой расчет гидроприводов

Цель: Изучить принцип теплового расчета гидравлического привода

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий.

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Провести тепловой расчет привода

Краткие теоретические сведения:

Тепловой расчет выполняют с целью определения условий работы гидропривода, уточнения объема гидробака и поверхности теплоотдачи, а также выявления необходимости применения теплообменников. Количество теплоты или тепловой энергии $E_{тп}$, получаемое рабочей жидкостью в единицу времени, соответствует потерянной в гидроприводе мощности и определяется по формуле

$$E_{тп} = \Delta N = N_{тп} - N_{пол}$$

Условие приемлемости теплового режима в гидроприводе имеет следующий вид:

$$\Delta T_{уст} \leq T_{доп} = T_{max} - T_{о max},$$

где $\Delta T_{уст}$ — перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом в установившемся режиме;

$\Delta T_{доп}$ — максимально допустимый перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом;

T_{max} — максимально допустимая температура рабочей жидкости (должна соответствовать минимально допустимой вязкости, указанной в технических условиях на выбранный тип насосов и гидромоторов);

$T_{о max}$ — максимальная температура окружающего воздуха.

Площадь поверхности теплообмена, необходимая для поддержания перепада $\Delta T_{уст} \leq T_{доп}$ определяется выражением

$$A \geq \frac{E_{тп}}{K_б K_{тр} \Delta T_{доп}},$$

где $K_б$ и $K_{тр}$ — коэффициенты теплопередачи гидробака и труб, Вт/(м²·°С):

■ для гидробака $K_б = 8-12$;

■ для труб $K_{тр} = 12-16$;

■ при обдуве гидробака $K_б = 20-25$;

■ для гидробака с водяным охлаждением $K_б = 110-175$.

Порядок выполнения работы

1 Начертить схему по варианту с буквенно-цифровыми обозначениями.

2 Провести тепловой расчет.

3. Выбрать теплообменник.

4. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлены верные расчеты

Хорошо – есть ошибки в расчетах.

Удовлетворительно – не верно выбран теплообменник

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема 3.2. Расчет насосной станции

Практическое занятие № 27

Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного гидропривода»

Цель: Знать последовательность расчета гидравлического привода

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий.

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Провести расчет гидропривода по варианту

Краткие теоретические сведения:

Выбор рабочей жидкости

В данном разделе сначала рассматривают назначение и типы рабочих жидкостей, их функции, достоинства и недостатки; требования предъявляемые к ним.

Вязкость рабочей жидкости принимают в соответствии с давлением.

Таблица 27- Рекомендуемая вязкость минеральных масел при температуре 50⁰

Рабочее давление, МПа	ν_{50} , мм ² /с
До 10	20-40
До 20	40-60
До 60	110-175

Затем в соответствии с выбранной вязкостью выбирают марку рабочей жидкости.

Для подходящей марки рабочей жидкости выписывают все параметры и объясняют все её свойства./4,с.6/.

Выбор насоса

Определяем полезную мощность исполнительного звена гидродвигателя.

На штоке гидроцилиндра $N_{ц}$, кВт:

$$N_{ц} = \frac{Fv}{1000} \quad (1)$$

Полезная мощность на валу гидромотора $N_{м}$, кВт:

$$N_{м} = \frac{Mn}{9552,5} \quad (2)$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

v – скорость перемещения выходного звена, м/с;

M - крутящий момент на валу, Н м;

n - частота вращения гидродвигателя, мин⁻¹.

При предварительном расчете коэффициент запаса по усилию $K_{з.у.}$ учитывает линейные и местные потери давления, а также потери энергии на трение в исполнительных механизмах. Его значение принимают равным $K_{з.у.} = 1,1 - 1,2$; коэффициент запаса по скорости учитывает утечки рабочей жидкости, $K_{з.с.} = 1,1 - 1,3$.

Меньшие значения коэффициентов принимаются для приводов, работающих в легком и средних режимах, а большие - в тяжелых и весьма тяжелых режимах работы.

Режим работы гидропривода определяется в зависимости от коэффициентов использования номинального давления K_p и времени работы под нагрузкой K_t .

Таблица 28 -Выбор режима работы

Режим работы гидропривода	Коэффициент использования номинального давления $K_p = p/p_{ном}$	Коэффициент времени работы под нагрузкой $K_t = t_p/t$	Число включений в час
Легкий	Менее 0,4	0,1-0,3	До 100
Средний	0,4-0,7	0,3-0,5	100-200
Тяжелый	0,7-0,9	0,5-0,8	200-400
Весьма тяжелый	Свыше 0,9	0,8-0,9	400-800

Мощность насосной установки N_n , кВт, определяется по формуле:

$$N_n = K_{з.у.} K_{з.с.} (z_{ц} N_{ц} + z_{м} N_{м}) \quad (3)$$

где $K_{з.у.}$ – коэффициент запаса по усилию;

$K_{з.с.}$ – коэффициент запаса по скорости;

$Z_{ц}, Z_{м}$ – число одновременно работающих цилиндров и моторов.

По рассчитанной мощности насосной установки определяется расход жидкости в гидросистеме Q , л/мин:

$$Q = \frac{N_n}{P_{ном}} \quad (4)$$

Если один насос не может обеспечить необходимую подачу, то рекомендуется установить два однотипных насоса с подачей каждого $Q/2$. Можно подобрать два однотипных насоса с различной подачей, чтобы один из них можно было подключать только в период совместной работы нескольких гидродвигателей.

Тип насоса выбирается с учетом режимов работы гидропривода. Для лёгкого и среднего рекомендуются шестеренные и пластинчатые насосы, а для тяжёлых и весьма тяжелых режимов – аксиально- и радиально-поршневые насосы. Конкретный типоразмер насоса выбирается по расчетному значению его рабочего объема V_0 , см³:

$$V_0 = 10^3 \frac{Q}{n_{ном} \eta_0}, \text{ см}^3, \quad (5)$$

где: Q -расход жидкости в гидроприводе, л/мин;
 η_0 -объемный КПД насоса (таблица 4);
 $n_{ном}$ - номинальное число оборотов вала насоса, об/мин.

Таблица 29 -Значения коэффициентов полезного действия объёмных насосов

ТИП НАСОСА	Общий КПД η_n	Объёмный КПД η_0
шестеренные	0,80-0,85	0,90 – 0,94
пластинчатые	0,60 – 0,85	0,70-,90
Аксиально-поршневые	0,85-0,90	0,95 – 0,98
Радиально-поршневые	0,85-0,90	0,95 – 0,98

После определения V_0 из каталога выбирается насос, имеющий ближайший больший рабочий объём и рассчитывается его действительная подача:

$$Q_H = 10^{-3} V_0 n_{ном} \eta_0 \quad (6)$$

В промышленных каталогах технические характеристики насосов указывают при номинальном давлении $p_{ном}$. Если насос работает в режимах, отличающихся от номинального, то его действительную подачу определяют по формуле:

$$Q_H = \frac{Q_H}{\eta_{0(ном)}} \left[\frac{n}{n_{ном}} - \left(1 - \eta_{0(ном)} \frac{p}{p_{ном}} \right) \right] \quad (7)$$

Мощность, кВт, необходимую для привода насоса:

$$N_n = \frac{Q_n p}{60 \eta_n} \quad (8)$$

Определение основных геометрических параметров гидроцилиндра

Определяем диаметр поршня гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} \quad , \text{ м} \quad (9)$$

где F- усилие на штоке, Н;

P- рабочее давление, Па.

В соответствии с ГОСТ 12447-80 /4,с.7/ рекомендуется следующий основной ряд (в скобках приведены значения дополнительного ряда) диаметров поршня (мм): 10; 12; 16; 20; 25; 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900).

По ГОСТ 12447-80 принимаем $D = \dots\dots\dots$ мм, /4,с.7/.

Диаметр штока принимается из соотношения:

$$d = (0,4 \div 0,7) D \quad (10)$$

В соответствии с ГОСТ 12447-80 /4,с.7/ рекомендуется следующий основной ряд (в скобках приведены значения дополнительного ряда) диаметров штоков (мм): 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180)4 200; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900).

По ГОСТ 12447-80 /4,с.7/ принимаем $d = \dots$ мм.

По европейскому стандарту DIN 3320 при выборе диаметров поршня и штока должно выполняться условие:

$$\frac{S_{шт.п}}{S_p} = 0,6 \div 0,8$$

где: $S_{шт.п}$ - площадь штоковой полости;

S_p - площадь поршня.

Сила трения в уплотнениях определяется в зависимости от типа уплотнения (4, с. 288-306, а также см. таблицу в тетради). Поэтому для дальнейшего расчёта сначала необходимо выбрать тип уплотнения в зависимости от рабочего давления и скорости выдвижения штока (таблица 30).

Таблица 30 – Выбор уплотнений для гидроцилиндров

Тип уплотнения	Условия применения
Шевронное резинотканевое по ГОСТ 22704-77,с.294 /4/	$P_{раб} < 63$ МПа; $v_{выдв} < 3$ м/с; $t^{\circ} = 50 \div 100^{\circ}$
Манжеты уплотнительные резиновые по ГОСТ 14896-84,с.296 /4/	$v_{выдв} < 0,5$ м/с; $l < 10$ м $P_{раб} < 50$ МПа; $t^{\circ} = 60 \div 200^{\circ}$;
Кольца поршневые по ОСТ 2 А54-1-72, с.302/4/	$P_{раб} < 50$ МПа; $v_{выдв} < 7,5$ м/с;

Для шевронных, лепестковых резиновых уплотнений и фторопластовых уплотнений любой конструкции сила трения в уплотнениях определяется по формуле:

$$T = \pi D H (P + P_k) \mu, \text{ Н} \quad (11)$$

где D - диаметр поршня (штока или плунжера), мм;

H - ширина уплотнения, мм;

P_k - контактное давление, возникающее при монтаже, МПа, $P_k = 2 \div 5$ МПа;

μ - коэффициент трения, для резины $\mu = 0,1 - 0,13$; для фторопласта $\mu = 0,01 - 0,013$.

Ширина уплотнения H , мм, определяется в зависимости от типа уплотнения из табл. 8.19 и 8.20 /4,с.294,298/.

При определении параметров уплотнений обратите внимание на то, что буквой d обозначается внутренний диаметр уплотнения или диаметр уплотняемой поверхности.

Количество манжет в пакете n шевронных резинотканевых уплотнений определяется в зависимости от рабочего давления /4,с.294/ и может быть равным $n = 2 \div 10$

При $P \leq 63$ МПа... $n = 2 \div 3$

При $P \leq 10$ МПа... $n = 4$

При $P > 10$ МПа... $n = 5 \div 10$

Для чугунных поршневых колец сила трения определяется по формуле:

$$T = \pi D b \mu (P + n P_k), \text{ Н} \quad (12)$$

где: D - диаметр поршня;

b - ширина кольца, см. табл.8.32, стр.303 /4/;

$\mu = 0,07 - 0,15$ - коэффициент трения;

P_k - определяется по табл. со стр.303 /4/.

Выбор гидроаппаратуры

В данном разделе необходимо обосновать выбор применяемой гидроаппаратуры согласно принципиальной гидросхеме. При выборе аппаратуры учитываются D_u , расчетный расход Q и рабочее давление P . Аппаратура непрямого действия принимается при $Q \geq 50$ л/мин или рабочем давлении более 6,3 МПа.

При выборе каждого устройства необходимо указывать:

1. Тип.
2. ТУ (или ГОСТ).
3. $Q_{ном}$ (или $P_{ном}$)
4. D_u .
5. $\Delta P_{ап}^o$ – потери давления при номинальном расходе.
6. Ссылку на литературу с номером таблицы и страницы.

Выбор фильтров

В данном параграфе необходимо выбрать типоразмер, тонкость фильтрации, способ установки и конструкцию фильтра.

При этом следует учитывать, что требования к чистоте рабочей жидкости всех элементов гидросистемы. Класс чистоты рабочей жидкости всей гидросистемы зависит от класса чистоты самого чувствительного элемента.

Существует ряд рекомендаций по выбору класса чистоты рабочей жидкости для отдельных элементов гидросистемы.

Таблица 31

Требования к чистоте рабочих жидкостей при проектировании, изготовлении, испытании и эксплуатации устройств		
Наименование устройств	Номинальное давление МПа	Класс чистоты по ГОСТ 17216—71 (по грубее)
Насосы и гидромоторы шестеренные и пластинчатые	До 2,5	14
	От 2,5 до 6,3	13
	Свыше 6,3	12
Насосы и гидромоторы аксиально-поршневые с торцовым распределением	До 20,0	12
	Свыше 20,0	11
То же, с клапанным распределением	До 20,0	14
	Свыше 20,0	13
Гидроцилиндры	До 20,0	13
	Свыше 20,0	12
Поворотные гидродвигатели	До 20,0	12
Гидроаппаратура (кроме дросселирующих гидрораспределителей)	До 32,0	12
Дросселирующие гидрораспределители	До 32,0	11
Пневмогидроаккумуляторы: поршневые	До 32,0	12
	До 32,0	Не регламентируются
Системы и устройства для гибких автоматизированных производств	До 32,0	10

Таблица 32

8.2. Классы чистоты масла для различных узлов гидропривода

Узлы гидропривода	Номинальная тонкость фильтрации, мкм	Класс чистоты по ГОСТ 17216 — 71
Насосы шестеренные на давление до 2,5 МПа; насосы и моторы пластинчатые нерегулируемые на давление до 6,3 МПа	40	14 — 15
Насосы пластинчатые нерегулируемые на давление 12,5 — 16 МПа; насосы пластинчатые регулируемые на давление до 6,3 МПа; насосы и моторы аксиально-поршневые регулируемые и нерегулируемые на давление 6,3 — 16 МПа; гидроцилиндры; направляющая гидроаппаратура на давление до 20 МПа; регулирующая гидроаппаратура на давление до 20 МПа	25	12 — 14
Комплектные ЭГШП, дросселирующие гидрораспределители, сервотехника	5 — 10	10 — 12
Системы и устройства для гибких автоматизированных производств	5	9 — 10

Таблица 33

Класс чистоты		Достигается с фильтром		Гидросистема	
NA 5	ISO	$\beta_{0.1}$	Материал	Расположение	
6	15/12	3	Неорганический (стекловолокно)	Линейные фильтры	<ul style="list-style-type: none"> Дросселирующие гидрораспределители Аппараты управления
7	16/13	5			
8	17/14	10			
9	18/15	20	Органический (бумага)	Сливные или линейные фильтры	<ul style="list-style-type: none"> Пропорциональные аппараты для $p > 160$ бар Насосы и аппараты в целом для $p < 160$ бар
10	19/16	25			
11	20/17	25 ... 40			
12	21/18				

На основе приведённых выше таблиц необходимо определить, какой класс чистоты необходимо поддерживать в проектируемой гидросистеме.

Затем на основе таблицы 8.3 /4/ необходимо выбрать номинальную тонкость фильтрации рабочей жидкости, которая зависит рабочего давления, таким образом можно выбрать способ установки фильтра и его конкретный типоразмер и конструкцию.

Таблица 34

8.3. Достижимые классы чистоты масла по ГОСТ 17216 — 71 в гидросистемах

Рабочее давление, МПа	Номинальная тонкость фильтрации, мкм				Рабочее давление, МПа	Номинальная тонкость фильтрации, мкм			
	40	25	10	5		40	25	10	5
0,25	11	11	10	9	4	15	14	13	12
0,63	13	12	11	10	10	16	15	14	13
1,6	14	13	12	11	16	17	16	15	14

ПРИМЕР: Если в гидросистеме достаточно поддерживать 16 класс чистоты, то для этого достаточно установить фильтр тонкостью 40 мкм в напорной магистрали (поскольку $P=10$ МПа – это достаточно высокое давление и очевиднее всего это напорная фильтрация). Далее по справочнику можно подобрать конкретную марку напорного фильтра.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Давление $P=0,25$ МПа соответствует давлению во всасывающих магистралях; $P=0,63$ МПа и $P=1,6$ МПа соответствует давлению в сливных магистралях; $P=1,6$ МПа и $P= 4$ МПа можно достичь в напорной магистрали при независимой системе фильтрации при использовании шестеренных или винтовых насосов.

При выборе способа фильтрации следует помнить о достоинствах, недостатках и целесообразности каждого из них. Примеры установки фильтров различными способами представлены на рисунке.

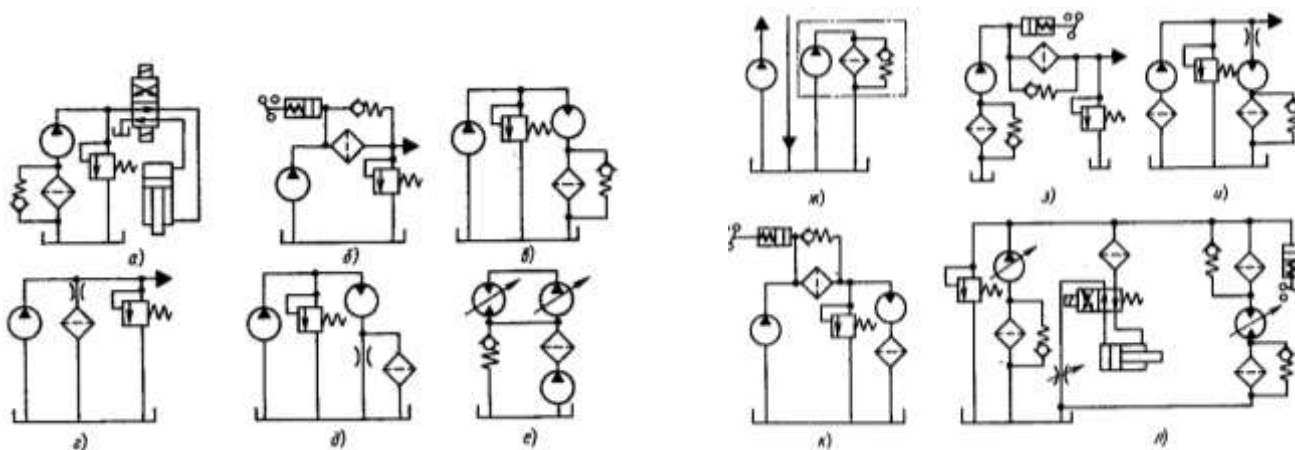


Рисунок 44 – различные способы установки фильтров

Гидравлический расчет трубопровода.

Согласно рекомендациям стандарта СЭВ РС 3644- 72 при выборе скорости в напорном трубопроводе учитывают рабочее давление /4.с.391/:

Таблица 35

$P_{\text{раб}}$, МПа	2,5	6,3	16	32	63	100
$v_{\text{нап}}$, м/с	2	3,2	4	5	6,3	10

Для сливных магистралей $v_{\text{сл}} = 1,5 \div 2,5$ м/с.

Для всасывающих $v_{\text{вс}} < 1,6$ м/с.

Внутренний диаметр всасывающих, напорных и сливных трубопроводов определяется по формуле:

$$D_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \text{ м} \tag{13}$$

где: v - скорость потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей магистралях.

Диаметр всасывающего трубопровода обычно принимают равным диаметру сливного.

Найденные диаметры необходимо сравнить со стандартными значениями по ГОСТ 16516-80: 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160. /4, с.7/.

Минимально допустимая толщина стенки трубопроводов:

$$\delta_{mp} = \frac{PDy}{2[\sigma_{вр}]} Kб, мм \quad (14)$$

где P- рабочее давление, МПа;

Kб-коэффициент безопасности, Kб= 4÷8;

$[\sigma_{вр}]$ – временное сопротивление растяжению материала трубы, МПа; $[\sigma_{вр}]$ выбирается из табл. 8.26 /4, с.308/ для выбранной марки стали.

Таблица 36 - Механические свойства сталей, применяемых для гидравлических трубопроводов

Механические свойства	Марка стали									
	10	20	35	45	10Г2	15Х	20Х	40Х	30ХГСА	15ХМ
Временное сопротивление растяжению $\sigma_{вр}$, МПа	343	412	510	589	422	412	431	618	491	431
Предел текучести $\sigma_{т}$, МПа	206	245	294	323	245	-				226
Относительное удлинение δ , %	24	21	17	14	22	19	17	14	18	21
Твердость по Бринеллю НВ	137	156	187	207	197	179	179	217	229	-

Напорная магистраль проверяется на прочность при гидравлическом ударе, возникающим при переключении распределителя, по формуле Н.Е. Жуковского:

$$\Delta P_{уд} = \rho v_n \cdot a \quad (15)$$

где ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³;

v_n – скорость потока в напорной магистрали, м/с;

a – скорость распространения ударной волны, м/с; для минеральных масел $a = 1200 - 1400$ м/с.

После определения $\Delta P_{уд}$ находится максимальное давление в гидросистеме, проводится сравнение с $[\sigma_{вр}]$ и делается вывод о прочности трубы.

Определение гидравлических потерь в гидросистеме

При расчете гидросистем определяются потери давления на всех участках трубопровода- напорном, сливном и всасывающем.

А) Определение потери давления в линии всасывания:

$$\Delta P_{в} = \Delta P_{фв} + \Delta P_{лв} + \Delta P_{мв} \quad (16)$$

где $\Delta P_{фв}$ - потери давления на всасывающем фильтре (при условии, если он есть);

$\Delta P_{лв}$ - линейные потери в линии всасывания;

$\Delta P_{мв}$ - местные потери.

Б) Определяем потери давления в линии нагнетания:

$$\Delta P_{н} = \Sigma \Delta P_{ап} + \Delta P_{лн} + \Delta P_{мн} \quad (17)$$

где $\Sigma \Delta P_{ап}$ - потери давления в аппаратуре, установленной на линии нагнетания;
 $\Delta P_{лн}$ - линейные потери давления в линии нагнетания;
 $\Delta P_{мн}$ - местные потери в линии нагнетания.

В) Потери давления в линии слива:

$$\Delta P_{сл} = \Sigma \Delta P_{ап} + \Delta P_{лсл} + \Delta P_{мсл} \quad (18)$$

где $\Sigma \Delta P_{ап}$ - потери давления в аппаратуре, установленной в линии слива;

$\Delta P_{л}$, $\Delta P_{м}$ - линейные и местные потери давления в линии слива.

Потери давления в аппаратуре определяются по формуле:

$$\Delta P_{ап} = \Delta P_{ап}^0 \left(\frac{Q}{Q_{ном}} \right)^2, \text{ МПа} \quad (19)$$

где $\Delta P_{ап}^0$ - потери давления в аппарате при номинальном расходе, МПа;

Q- расчётный расход;

$Q_{ном}$ - номинальный расход.

Линейные потери давления в магистралях определяются по формуле:

$$\Delta P_{л} = \frac{\lambda \rho l}{2Dy} v^2 \quad (20)$$

где λ – гидравлический коэффициент трения;

ρ – плотность выбранной рабочей жидкости, кг/м³;

v - скорость потока, м/с;

l – длина соответствующей магистрали, м/с.

Гидравлический коэффициент трения λ (коэффициент Дарси) определяется в зависимости от режима движения потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей магистралях.

$$\text{Для ламинарного режима: } \lambda = \frac{64}{Re} \quad (21)$$

$$\text{Для турбулентного режима: } \lambda = 0,1 \left(\frac{\Delta}{Dy} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (22)$$

где Δ – абсолютная шероховатость; для стальных труб $\Delta = 0,1 \div 0,3$ мм.

Местные потери напора определяются по формуле:

$$\Delta P_{м} = 0,21 \frac{Q^2}{Dy^4} \sum_1^n \zeta, \text{ МПа} \quad (23)$$

где: Q- расход, л/мин;

Dy- диаметр трубы, мм;

$\sum_1^n \zeta$ - суммарный коэффициент местных сопротивлений, см. табл. 10.3, с.390

/4/

Проверочный расчет гидропривода

Проверочный расчет выполняется с целью установления действительных параметров гидропривода и проверки соответствия выбранного оборудования требованиям, предъявляемым к работе привода.

Действительное давление, развиваемое насосом в гидроприводе поступательного движения:

- при выдвигании штока:

$$P_1 = \frac{F_{шт} / k_{тр} + S_{шт.п} \Delta P_{сл}}{S_n} + \Delta P_{нап}, \text{ ПА} \quad (24)$$

- при втягивании штока:

$$P_2 = \frac{F_{шт} / k_{тр} + S_n \Delta P_{сл}}{S_{шт.п}} + \Delta P_{нап}, \text{ ПА} \quad (25)$$

где $F_{шт}$ – усилие на штоке, Н;

$k_{тр}$ – коэффициент, учитывающий потери на трение в уплотнениях, $k_{тр} = 0,9-0,98$;

S_n , $S_{шт.п}$ – площадь поршня и штоковой полости соответственно, м^2 .

Действительное давление, развиваемое насосом в гидроприводе вращательного движения:

$$P_1 = \frac{2\pi M}{V_0 \eta} + \Delta P_{нап} + \Delta P_{сл}, \text{ ПА} \quad (26)$$

Действительный расход рабочей жидкости:

$$Q_d = Q_{дн} - \Delta Q_{ут} \quad (27)$$

где $Q_{дн}$ – действительная подача выбранного насоса;

$\Delta Q_{ут}$ – величина утечек.

$$\Delta Q_{ут} = K_y \cdot P_1, \text{ л/мин} \quad (28)$$

где K_y – расчетный коэффициент утечек, $K_y = 0,005 \cdot 10^{-6}$ л/Па мин.

Действительная скорость штока гидроцилиндра:

$$v_{ш} = \frac{Q_d \eta_0}{S_n}, \text{ м/с} \quad (29)$$

Действительная частота вращения вала гидромотора:

$$n_m = \frac{Q_d \eta_0}{V_0}, \text{ об/мин} \quad (30)$$

Расхождение между заданными P_z и действительными P_d параметрами определяются по формуле:

$$\Pi = \frac{P_z - P_d}{P_z} 100\% \quad (31)$$

Определение мощности и КПД гидропривода

Полная мощность гидропривода равна мощности, потребляемой насосом, кВт:

$$N_n = \frac{Q_n p_n}{60 \eta_n}, \text{кВт} \quad (32)$$

где Q_n – подача насоса, л/мин;

p_n – давление, развиваемое насосом, МПа;

η_n – общий КПД насоса.

Полезная мощность гидропривода $N_{пол}$, определяется как сумма действительных выходных мощностей гидродвигателей данной гидросистемы, которые определяются по их действительным выходным параметрам, полученным в проверочном расчете:

- действительная мощность на штоке гидроцилиндра $N_{цд}$, кВт:

$$N_{цд} = \frac{F v_{ц}}{1000} \quad (33)$$

- действительная мощность на валу гидромотора $N_{мд}$, кВт:

$$N_{мд} = \frac{M n_m}{9552,5} \quad (34)$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$v_{ц}$ – действительная скорость перемещения выходного звена гидроцилиндра, м/с;

M – крутящий момент на валу гидромотора, Н м;

n_m – действительная частота вращения гидромотора, мин⁻¹.

Полный КПД проектируемого гидропривода:

$$\eta_{en} = \frac{N_{пол}}{N_n} \quad (35)$$

Объем гидробака определяется в зависимости от производительности насоса:

$$Vб = 1,2 (3 \div 5) Q_n \quad (36)$$

Порядок выполнения работы:

1 Начертить схему по варианту с буквенно-цифровыми обозначениями.

2 Провести расчет.

3. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлены верные расчеты

Хорошо – есть незначительные ошибки в расчетах.

Удовлетворительно – есть ошибки в расчетах которые привели к поломке оборудования их количество не более 50% от общего объема работы
Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема 3.2. Расчет насосной станции

Практическое занятие № 28

Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного пневмопривода»

Цель: Знать последовательность расчета пневматического привода

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий.

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Провести расчет пневмопривода по варианту

Краткие теоретические сведения:

Определение основных параметров пневмоцилиндра

Определение параметров гильзы цилиндра

Главным параметром цилиндра является активная площадь, которая выражается для поршневого цилиндра диаметром гильзы.

Одним из основных определяемых габаритов цилиндров является рабочее давление, внутренний диаметр гильзы цилиндра вычисляется по заданным значениям расчетной нагрузки F и расчетного давления P :

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P_{\text{раб}}}}, \text{ м}$$

Где F -усилие на штоке, Н; P -рабочее давление, Па.

По ГОСТ 12447-80 принимаем $D \dots \dots$ (НПИ 1., стр. 7).

1.2 Определяем диаметр штока цилиндра

Определяем диаметр штока: $d = (0,4 * 0,5)D$; м;

По ГОСТу 12447-80 принимаем $d = \dots$ мм.

1.3 Определяем параметры узлов уплотнений

В качестве уплотнений поршня и штока, рекомендуется использовать эластомерные материалы: резинотканевые и шевронные уплотнения. Количество манжет назначается в зависимости от уплотняющего диаметра и давления. Для тех величин давлений, которые указаны в задании, количество манжет принимаем равным: для $D - 4$ шт., $d - 4$ шт.

Среднюю высоту h одной манжеты можно принять равной 4мм; в уплотнениях с тремя манжетами $h=4$ мм; в уплотнениях с четырьмя манжетами $h=5 \dots 7$ мм.

Сила трения T для резиновых уплотнений из шевронных манжет определяется по формуле:

для поршня:

$$T = \pi D h n [\sigma], \text{ Н}$$

где D- диаметр поршня, м
 h- высота манжеты;
 n – количество манжет;
 $[\sigma]$ - напряжение силы трения, $[\sigma]= 0,2\text{МПа}$

для штока:

$$T = \pi d h n [\sigma], \text{ Н}$$

где d - диаметр штока, м
 h- высота манжеты;
 n – количество манжет;
 $[\sigma]$ - напряжение силы трения, $[\sigma]= 0,2\text{МПа}$

Определяем рабочее давление

Давление рабочей среды в уплотнениях цилиндр, с учетом сил трения в уплотнительных узлах поршня и штока, при установившемся движении определяется по формуле:

$$P_1 S_1 - P_2 (S_1 - S_2) - T_1 - T_2 - F = 0$$

где S1 – площадь поршня;
 S2 – площадь штока;

P1 – давление в линии выхлопа принимается равным атмосферному в случае отсутствия клапана давления определяем по формуле:

$$P_1 = \frac{P_2 (S_1 - S_2) + F + T_1 + T_2}{S_1}, \text{ Па}$$

Выбор трубопровода и крепления

Определяем условный проход трубопровода пневмосистемы и потери давления, которые возникают в этом трубопроводе.

$$\text{Условный проход: } D_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}, \text{ м}$$

СЭ)

где Q - расход, м³;
 V - средняя скорость, м/с/

По ГОСТу 16516-80 выбираем $D_y = \dots \text{ мм}, (1, с.7)$.

$$\delta_{mp} = \frac{P_{\max} D_y}{2[\sigma]} k_{\sigma},$$

где k_{σ} - коэффициент безопасности, $k_{\sigma} = 6$;

$[\sigma]$ предел прочности на растяжение ; $P_{\max} = 1,25 \times P_{\text{раб}}$

По ГОСТу 8734-75 принимаем для стали 12Х18 НЮТ

$[\sigma] = 528 \text{ МПа}$.

Определение потерь давления

Определяем потери давления в трубопроводах:

$$\nabla P_{mp} = K_m \frac{\ell}{d_y} \rho V^2,$$

где K_m - коэффициент трения; $K_m = (1,5 \dots 2,0) \times 10^{-7}$;

ℓ - длина труб, м;

V - скорость воздуха, м/с;

D_y - внутренний диаметр трубы;

ρ - плотность; принимаем $\rho = 4,67$ кг/м³.

Определяем потери на местных сопротивлениях:

$$\nabla P = 51 \xi V^2 j 10^{-7}$$

где ξ - коэффициент местного сопротивления (для распределителей) $\xi = 24$;

для обратных клапанов $\xi = 50$;

для дросселей $\xi = 60$;

для распылителей $\xi = 32$;

для влагоотделителей $\xi = 40$;

j - удельный вес; $j = \rho g$ /

Определяем общие потери воздуха:

$$\nabla P = \nabla P_{mp} + \nabla P_m$$

где ∇P_{mp} - потери давления в трубопроводах;

∇P_m - потери давления в местных сопротивлениях.

Выбор пневмоаппаратуры

Пневматические устройства выбираются согласно типовой пневмосхеме по справочнику Анурьева В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т-3.

При выборе элементов пневмосхемы следует учитывать все требования, предъявляемые к данным элементам, их основные параметры (D_y , пропускная способность и резьба) и условия работы пневмопривода.

Пропускная способность обратного пневмоклапана

$$Q_{ок} = \frac{P+1}{7,3} Q_{ном}, \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (8)$$

где P - рабочее давление, атм.

$Q_{ном}$ - номинальная пропускная способность

при $P = 6,3$ атм., принимается из табл. 42 (1, с. 456) в зависимости от D_y .

Пропускная способность редукционного пневмоклапана

$$Q_r = \frac{P+1}{7,3} Q_{ном}, \text{ м}^3/\text{мин.}$$

где P - рабочее давление, атм.

$Q_{ном}$ - номинальная пропускная способность

при $P = 6,3$ атм., определяется по номограмме (1, с. 457) в зависимости от D_y и $P_{раб}$.

Порядок выполнения работы:

1 Начертить схему по варианту с буквенно-цифровыми обозначениями.

2 Провести расчет.

3. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлены верные расчеты

Хорошо – есть незначительные ошибки в расчетах.

Удовлетворительно – есть ошибки в расчетах которые привели к поломке оборудования их количество не более 50% от общего объема работы

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема 3.3. Расчет геометрических параметров гидроцилиндра и проверка на прочность

Практическое занятие № 29

Расчётно-графическая работа «Расчёт гидроцилиндра на прочность»

Цель: Знать последовательность расчета гидроцилиндра на прочность

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий.

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Провести расчет гидроцилиндра по варианту

Краткие теоретические сведения:

При расчете гидроцилиндра на прочность определяемыми параметрами являются минимальная толщина стенки гильзы и крышек, крепление крышек к гильзе и размеры элементов крепления цилиндра к машине. Следует также проверить цилиндр на устойчивость и шток на прочность.

В расчетной практике используется несколько различных формул для определения толщины стенки гильз цилиндров в зависимости от категории гильзы.

Для стандартных гильз цилиндров, работающих на средних нагрузках, при $\frac{D}{\delta} \geq 3,2$ толщина δ гильзы определяется (с. 112, /2/):

$$\delta = \frac{1,25P_{раб} \cdot D}{2,3[\delta_p] - P_{раб}} + a, м \quad (1)$$

где: P - рабочее давление;

D – диаметр поршня (плунжера);

$[\delta_p]$ - допустимое напряжение растяжения, для стали $[\delta_p] = 50 \div 60$ МПа;

A – прибавка на разнотолщинность, которая учитывает то, что наружная поверхность гильзы не обрабатывается, $a=1 \div 1,5$ мм.

Для тонкостенных цилиндров, работающих на низких давлениях (до 2,5 МПа), при $\frac{D}{\delta} \geq 16$, с.112/2/:

$$\delta = \frac{P_{раб} \cdot D \cdot n}{2[\delta_h]}, м \quad (2)$$

где n – коэффициент запаса прочности, $n=3 \div 6$;

$$\frac{D}{\delta} \leq 3,2,$$

Для толстостенных цилиндров, работающих при высоких давлениях, если с.112/2/:

$$\delta = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{[\delta_p] + 0,4P_{раб}}{[\delta_p] - 1,3P} - 1} \right), \text{ м} \quad (3)$$

Внешний диаметр цилиндра составит:

$$D_0 = D + 2\delta \quad (4)$$

Толщину крышек цилиндра определяли по формуле с.123/2/:

$$\delta_{кр} = 0,43D \sqrt{\frac{1,25P_{раб}}{[\delta_p]}} \quad (5)$$

Должно также выполняться условие: $\delta_{кр} \geq 1,5\delta$

Если в гидроцилиндре имеется демпфер, то толщина крышки должно быть увеличена на длину хвостовика l . При демпфировании возникает усилие торможения:

$$F_{ТОР} = \frac{12\mu\nu S_n^2}{\pi d_2 \delta_g^2}, \text{ м} \quad (6)$$

где: μ - динамический коэффициент вязкости;

l - длина хвостовика;

ν - скорость выдвижения штока;

S_n - площадь поршня;

d_2 - диаметр хвостовика;

δ_g - кольцевой зазор демпфера.

$$\delta_g = \frac{d_1 - d_2}{2}, \text{ м} \quad (7)$$

Если соединение крышек с корпусом сварные, то необходимо проверить прочность сварного шва с.16/3/:

$$\delta = \frac{1,25F_{факт}}{3,14 \cdot D_{ср} \cdot \delta} \leq [\delta_{св}] \quad (8)$$

где $F_{факт}$ - фактическое усилие на штоке;

$D_{ср}$ - средний диаметр цилиндра по сварному шву;

$[\delta_{св}]$ - допустимое напряжение для сварного шва;

$[\delta_{св}] = 80$ МПа.

Если крышки крепятся к гильзе при помощи резьбового соединения, то внутренний диаметр резьбы выбирается по ГОСТ 9150-81, с.582/1/, при этом необходимо соблюдать условие: $d_{вн} \geq D_0$

Принимаем резьбу ..., с.582, табл 82/1/.

Прочность резьбового соединения проверяется по формулам с.17/3/:

$$\delta_{см} = \frac{1,25F_{факт} \cdot P}{\pi \cdot Hd_{cp} (d_n - d_{вн})} \leq [\delta_{см}] \quad (9)$$

$$\tau_{cp} = \frac{1,25F_{факт}}{\pi d_{вн} \cdot K \cdot H} \leq [\tau_{cp}] \quad \text{для винта} \quad (10)$$

$$\tau_{cp} = \frac{1,25F_{факт}}{\pi d_n \cdot K \cdot H} \leq [\tau_{cp}] \quad \text{для гайки} \quad (11)$$

где: P – шаг резьбы;

H – длина резьбы, находящейся в соединении, H=(9 ÷ 12)P;

d_{cp} , d_n , $d_{вн}$ – соответственно средний диаметр, наружный и внутренний диаметр резьбы, таблица 82, с.582/1/;

K – коэффициент резьбы: для треугольной (метрической);

K – 0,8; для прямоугольной K=0,5; для трапециевидальной K=0,65;

$[\delta_{см}]$, $[\tau_{cp}]$ – допустимое напряжение на смятие и срез,

$[\delta_{см}]$ =180 МПа; $[\tau_{cp}]$ =80 МПа.

Если крышки цилиндра крепятся к гильзе при помощи болтов, то необходимо сначала определить диаметр болтов и выбрать их резьбу и количество, а затем проверить на смятие и срез.

Диаметр болтов определяется по формуле с.17/3/:

$$d_{\delta} = \sqrt{\frac{4KF_{факт}}{\pi[\delta_p]Z}}, \text{ м} \quad (12)$$

где: K – коэффициент затяжки, учитывающий деформацию болтов при затяжке, K=1,2 ÷ 1,4;

z – количество болтов; z=6,8,10 или 12 шт.;

$[\delta_p]$ – допустимое напряжение (на разрыв) материала болтов,

$[\delta_p]$ =120 ÷ 160 МПа.

Принимаем резьбу, табл. 82, с.582/1/

Растягивающее напряжение с.113/2/:

$$\delta = \frac{4KF_{факт}}{\pi d_{\delta}^2 z} \quad (13)$$

$$\tau = \frac{KF_{факт} d_n \cdot 0,12}{0,2 \cdot d_{\delta}^3} \quad (14)$$

где d_n – наружный диаметр резьбы, с.582/1/;

Приведенное напряженное в резьбе с.113, /2/:

$$\delta_{np} = \sqrt{\delta^2 + 3\tau^2} \quad (15)$$

Коэффициент запаса прочность по пластическим деформациям:

$$n = \frac{[\delta_p]}{\delta_{np}} \geq 1,2 \div 2,5 \quad (16)$$

Если крышки крепятся при помощи фланцев, расчет см. с. 114-120/2/.

Фактическое усилие в гидроцилиндре составляет:

$$F_{факт} = F_{ин} + F_{ум} \quad (17)$$

где $F_{ин}$ – сила инерции движущихся частей.

$$F_{ин} = \frac{F_{ум} \cdot v}{g \cdot t_1} \quad (18)$$

где v - скорость выдвижения штока (плунжера);

t_1 - время разгона при прямом ходе, $t_1 = 0,5$ с.

Наиболее распространенными способами крепления силовых цилиндров к машине являются проушина или вилка с отверстием под палец; цапфы; лапы или шаровая пята, с.19, /3/.

Диаметр отверстия d_y цапфы или проушины определяется:

$$d = KB = \sqrt{\frac{1,25KF_{факт}}{g}} \quad (19)$$

где K – коэффициент отношения $\frac{d_y}{B_y}$; для проушины $K=0,8 \div 1,2$; для цапфы

$K=0,7 \div 1,0$; для шаровой опоры $K=0,5 \div 0,7$;

g – удаленное давление, для закаленной поверхности $g=30 \div 42$ МПа;

для незакаленной $g=20 \div 25$ МПа.

Диаметр шаровой пяты определяется:

$$d_b = \sqrt{\frac{4F_{факт}}{\pi \cdot g}} \quad (20)$$

При креплении силового цилиндра к машине лапами определяется диаметр отверстий в лапах из условия прочности болта на срез:

$$d_l = \sqrt{\frac{4F_{факт}}{\pi [\tau_{ср}] Z}} \quad (21)$$

где Z - количество отверстий в лапах под болты, $Z=4 \div 8$.

Далее определяется резьба болтов.

Гидроцилиндр может быть нагружен по следующим схемам:

- 1) эксцентричные продольные сжимающие нагрузки P_1 и поперечная сила Q ;
- 2) только эксцентричные продольные сжимающие нагрузки P_1 ;

- 3) центральные продольные сжимающие нагрузки P и поперечная сила Q ;
- 4) только центральные продольные сжимающие нагрузки.

Далее необходимо определить наиболее вероятную схему нагружения из перечисленных, выполнить схему нагружения цилиндра, как показано на рис. 102, с.124 /2/ и определить по чертежу в соответствии со схемой нагружения $1, 1_1, 1_2$, а.

Моменты инерции штока J_1 и гильзы J_2 определяются:

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d^4}{64}; \quad J_2 = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

Из таб.36, с.135 /2/ выписываем значение площадей F и моментов сопротивления W в зависимости от диаметра штока d .

По табл.35, с.125 /2/ определяем значения зазоров Δ_1 и Δ_2 для посадки $\frac{H8}{e9} \left(\frac{A3}{X3} \right)$; Δ_1 -

зазор на диаметр штока, Δ_2 - зазор на диаметр поршня.

Критическая сжимающая сила определяется с.125 /2/:

$$P_{кр} = \left(\sqrt{\frac{P_{кр}}{J_1}} \right)^2 J_1 \quad (22)$$

где значение $\sqrt{\frac{P_{кр}}{J_1}}$ определяется по графикам рис. 103-110 /2/, с127-134, в зависимости от значений $\sqrt{\frac{J_2}{J_1}}; \frac{\ell_2}{\ell_1}; \ell_1$

Если $P_{кр} > F_{ум}$, то условие устойчивости выполняется.

Расстояние от головки штока гидроцилиндра до места наибольшего прогиба под нагрузкой определяется:

$$X = 505d^2 \sqrt{\frac{1}{F_{ум}}}; \quad X \geq \ell_1 \quad (23)$$

Если $X < \ell$, см /2/, с. 137.

Начальный прогиб штока определяется в зависимости от схемы нагружения, с.136/2/:

Схема 1:

$$\delta_{нач} = \ell_1 - \frac{\ell_1 - \ell_2}{\ell} \ell_1 + \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)\ell_1\ell_2}{2a\ell} + \frac{Q\ell_3\ell_1}{F_{ум}\ell} + \frac{G\ell_1\ell_2}{2F_{ум}\ell} \cos \alpha \quad (24)$$

Схема 2:

$$\delta_{нач} = \ell_1 - \frac{\ell_1 - \ell_2}{\ell} \ell_1 + \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)\ell_1\ell_2}{2a\ell} + \frac{G\ell_1\ell_2}{2F_{ум}\ell} \cos \alpha \quad (25)$$

Схема 3:

$$\delta_{нач} = \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)l_1l_2}{2al} + \frac{Ql_3l_1}{F_{ум}l} + \frac{Gl_1l_2}{2F_{ум}l} \cos \alpha \quad (26)$$

Схема 4:

$$\delta_{нач} = \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)l_1l_2}{2al} + \frac{Gl_1l_2}{2F_{ум}l} \cos \alpha \quad (27)$$

где G – вес цилиндра; Q- поперечная сила;

l_1 и l_2 - эксцентриситет продольной силы относительно оси цилиндра и штока, см.

рис. 102, с. 124/2/;

По условиям монтажа $\alpha = 0$, следовательно $\cos \alpha = 1$

Наибольший (полный) прогиб δ определяется:

при $\frac{l}{d} \leq 5$: $\delta = \delta_{нач}$ (28)

при $\frac{l}{d} > 5, l_1 = l_2$ и $J_2 \geq 5J_1$: $\delta = \frac{\delta_{нач}}{\frac{\kappa_1}{t_1} \cdot \frac{l}{4} + \frac{1}{2}}$ (29)

при $\frac{l}{d} > 5, l_1 \neq l_2$ и $J_2 \leq 5J_1$: $\delta = \frac{\delta_{нач}}{\left(\frac{\kappa_1}{t_1} + \frac{\kappa_2}{t_2}\right)l_1l_2}$ (30)

$$k_1 = \sqrt{\frac{F_{ум}}{EJ_1}}; \quad k_2 = \sqrt{\frac{F_{ум}}{EJ_2}} \quad (31)$$

$$t_1 = l_1 t g k_1; \quad t_2 = l_2 t g k_2 \quad (32)$$

где E – модуль упругости, E=2,1*10 МПа.

Наибольшее напряжение от сжатия составит:

$$\sigma = \frac{F_{ум}}{F} + \frac{F_{ум} \delta}{W} \quad (33)$$

где F и W – площадь и момент сопротивления, табл. 36, с.135 /2/.

Запас прочности штока:

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sigma} \quad (34)$$

где $[\sigma_T]$ - допустимый предел текучести материала штока, выбирается из таблицы 5а, с.88 /1/ для углеродистых сталей и из табл.8, с.90 /1/ для легированных сталей.

Порядок выполнения работы:

1 Начертить схему по варианту с буквенно-цифровыми обозначениями.

2 Провести расчет.

3. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлены верные расчеты

Хорошо – есть незначительные ошибки в расчетах.

Удовлетворительно – есть ошибки в расчетах которые привели к поломке оборудования их количество не более 50% от общего объема работы

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема 3.3. Расчет геометрических параметров гидроцилиндра и проверка на прочность

Практическое занятие № 30

Расчётно-графическая работа «Расчёт объёмного гидромотора»

Цель: Знать последовательность расчета гидромотора

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;
- выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;
- пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий.

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций

Задание:

Провести расчет гидромотора по варианту

Краткие теоретические сведения:

Выбор рабочей жидкости

В данном разделе сначала рассматривают назначение и типы рабочих жидкостей, их функции, достоинства и недостатки; требования предъявляемые к ним.

Вязкость рабочей жидкости принимают в соответствии с давлением.

Таблица 36

Рекомендуемая вязкость минеральных масел при температуре 50°

Рабочее давление, МПа	Вязкость, мм ² /с
До 10	20-40
До 20	40-60
До 60	110-175

Затем в соответствии с выбранной вязкостью выбирают марку рабочей жидкости.

Для подходящей марки рабочей жидкости выписывают все параметры и объясняют : её свойства./4,с.6/.

Выбор насоса

Полезная мощность на валу гидромотора $N_{ц}$.кВт:

$$N_{ц} = \frac{Mn}{9552,5} \quad (2)$$

где F - усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

V- скорость перемещения выходного звена, м/с;

M - крутящий момент на валу, Н м;

n - частота вращения гидродвигателя, мин⁻¹.

При предварительном расчете коэффициент запаса по усилию $K_{з.у}$. учитывает линейные и местные потери давления, а также потери энергии на трение в исполнительных

механизмах. Его значение принимают равным $K_{з.у.} = 1,1 - 1,2$; коэффициент запаса по скорости учитывает утечки рабочей жидкости, $K_{з.с.} = 1,1 - 1,3$.

Меньшие значения коэффициентов принимаются для приводов, работающих в легком и средних режимах, а большие - в тяжелых и весьма тяжелых режимах работы.

Режим работы гидропривода определяется в зависимости от коэффициентов использования номинального давления K_p и времени работы под нагрузкой K_t .

Таблица 37

Выбор режима работы

Режим работы Гидропривода	Коэффициент использования номинального	Коэффициент времени работы под нагрузкой $K_t = tp/t$	Число включений в час
Легкий	Менее 0,4	0,1-0,3	До 100
Средний	0,4-0,7	0,3-0,5	100-200
Тяжелый	0,7-0,9	0,5-0,8	200-400
Весьма тяжелый	Свыше 0,9	0,8-0,9	400-800

Мощность насосной установки N_n , кВт, определяется по формуле:

$$N_n = K_{з.у.} K_{з.с.} (z_u N_u + z_m N_m) \quad (3)$$

где $K_{з.у.}$ - коэффициент запаса по усилию;

$K_{з.с.}$ - коэффициент запаса по скорости;

Z_u, Z_m - число одновременно работающих цилиндров и моторов.

По рассчитанной мощности насосной установки определяется расход жидкости в гидросистеме Q , л/мин:

$$Q = \frac{N_n}{P_{ном}} \quad (4)$$

Если один насос не может обеспечить необходимую подачу, то рекомендуется установить два однотипных насоса с подачей каждого $Q/2$. Можно подобрать два однотипных насоса с различной подачей, чтобы один из них можно было подключать только в период совместной работы нескольких гидродвигателей.

Тип насоса выбирается с учетом режимов работы гидропривода. Для легкого и среднего рекомендуются шестеренные и пластинчатые насосы, а для тяжелых и весьма тяжелых режимов - аксиально- и радиально-поршневые насосы.

Конкретный типоразмер насоса выбирается по расчетному значению его рабочего объема V_0 , см³:

$$Q = \frac{q}{\eta_{ном} \eta_0} \quad (5)$$

где: Q - расход жидкости в гидроприводе, л/мин;

η_0 - объемный КПД насоса (таблица 4); $\eta_{ном}$ - номинальное число оборотов вала насоса, об/мин.

Значения коэффициентов полезного действия объёмных насосов

Тип насоса	Общий КПД	Объёмный КПД
Шестеренные	0,80-0,85	0,90 - 0,94
Пластинчатые	0,60 - 0,85	0,70-,.90
Аксиально-	0,85-0,90	0,95-0,98
Радиально-	0,85-0,90	0,95 - 0,98

После определения V_0 из каталога выбирается насос, имеющий ближайший оольший рабочий объём и рассчитывается его действительная подача:

$$Q_H = 10^{-3} V_0 n_{\text{ном}} \eta_0 \quad (6)$$

В промышленных каталогах технические характеристики насосов указывают при номинальном давлении $p_{\text{ном}}$. Если насос работает в режимах, отличающихся от номинального, то его действительную подачу определяют по формуле:

$$Q_H = \frac{Q_H}{\eta_0(\text{ном})} \left[\frac{p}{p_{\text{ном}}} - \left(1 - \eta_0(\text{ном}) \frac{p}{p_{\text{ном}}} \right) \right] \quad (7)$$

Мощность, кВт, необходимую для привода насоса:

$$N_H = \frac{Q_H P}{60 \eta_H} \quad (8)$$

Выбор гидроаппаратуры

В данном разделе необходимо обосновать выбор применяемой гидроаппаратуры согласно принципиальной гидросхеме. При выборе аппаратуры учитываются D_y , расчетный расход Q и рабочее давление P . Аппаратура непрямого действия принимается при $Q > 50$ л/мин или рабочем давлении более 6,3 МПа.

При выборе каждого устройства необходимо указывать:

1. Тип.
2. ТУ (или ГОСТ).
3. $Q_{\text{ном}}$ (ИЛИ $P_{\text{ном}}$)
4. D_y .
5. $\Delta P^{\circ} \text{ап}$ - потери давления при номинальном расходе.
6. Ссылку на литературу с номером таблицы и страницы.

7 Выбор фильтров

В данном параграфе необходимо выбрать типоразмер, тонкость фильтрации, способ ановки и конструкцию фильтра.

При этом следует учитывать, что требования к чистоте рабочей жидкости всех элементов росистемы. Класс чистоты рабочей жйдкости всей гидросистемы зависит от класса чистоты ого чувствительного элемента.

Существует ряд рекомендаций по выбору класса чистоты рабочей жидкости для отдельных ментов гидросистемы.

Требования к чистоте рабочих жидкостей, при проектировании, изготовлении, испытании и эксплуатации устройств

Таблица 39

Наименование устройств	Номинальное давление, МПа	Класс чистоты по ГОСТ 17216-71 (не грубее)
Насосы и гидромоторы шестерённые и пластинчатые	До 2,5	14
	От 2,5	13
	до 6,3	12
	Свыше 6,3	
Насосы и гидромоторы аксиально-поршневые с торцевым распределением	До 2,0	12
	Свыше 2,0	11
То же, с клапанным распределением	До 2,0	14
	Свыше 2,0	13
Гидроцилиндры	До 2,0	13
	Свыше 2,0	12
Поворотные гидродвигатели	До 2,0	12
Гидроаппаратура (кроме дросселирующих гидрораспределителей)	До 3,2	12
Дросселирующие гидрораспределители	До 3,2	11
Пневмогидроаккумуляторы Поршневые Мембранные и балонные	До 3,2	12
	До 3,2	Не регламентируются
Системы и устройства для гибких (и тут какое-то слово непонятное)	До 3,2	10

Таблица 40 Классы чистоты масла для различных узлов гидропривода

Узлы гидропривода	Номинальная тонкость фильтрации,	Класс чистоты по ГОСТ 17216 -
Насосы шестерённые на давление до 2,5 МПа; насосы и	40	14 — 15

Насосы пластинчатые нерегулируемые на давление 12,5 — 16 МПа; насосы пластинчатые регулируемые на давление до 6,3 МПа; насосы и моторы аксиально-поршневые регулируемые и нерегулируемые на давление 6,3 —	25	12-14
Комплектные ЭГШП, дросселирующие гидрораспределители	5-10	10-12
Системы и устройства для гибких автоматизированных производств	5	9-10

На основе приведённых выше таблиц необходимо определить, какой класс чистоты необходимо поддерживать в проектируемой гидросистеме.

Затем на основе таблицы 8.3 /4/ необходимо выбрать номинальную тонкость фильтрации рабочей жидкости, которая зависит рабочего давления, таким образом можно выбрать способ установки фильтра и его конкретный типоразмер и конструкцию.

Таблица 41 Достижимые классы чистоты масла по ГОСТ 17216 — 71 в гидросистемах

Рабочее давление, МПа	Номинальная тонкость фильтрации, мкм				Рабочее давление, МПа	Номинальная тонкость фильтрации, мкм			
	0	5	0			0	5	0	
0,25	11	11	10	9	4	15	14	13	12
0,63					10				
1,6	13	12	11	10	16	16	15	14	13
	14	13	12	11		17	16	15	14

ПРИМЕР: Если в гидросистеме достаточно поддерживать 16 класс чистоты, то для этого достаточно установить фильтр тонкостью 40 мкм в напорной магистрали (поскольку P=10 МПа - это достаточно высокое давление и очевиднее всего это напорная фильтрация). Далее по справочнику можно подобрать конкретную марку напорного фильтра.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Давление P=0,25 МПа соответствует давлению во всасывающих магистралях; P=0.63 МПа и P= 1,6 МПа соответствует давлению в сливных магистралях; P= 1,6 МПа и P= 4 МПа можно достичь в напорной магистрали при независимой системе фильтрации при использовании шестеренных или винтовых насосов.

При выборе способа фильтрации следует помнить о достоинствах, недостатках и целесообразности каждого из них. Примеры установки фильтров различными способами представлены на рисунке.

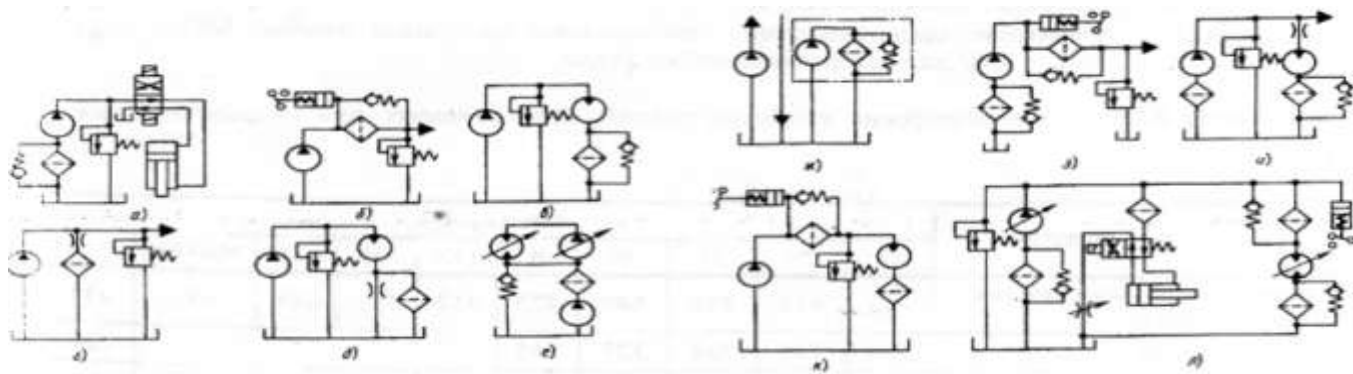


Рисунок 45 – установки фильтров

Гидравлический расчет трубопровода

Согласно рекомендациям стандарта СЭВ РС 3644- 72 при выборе скорости в *напорном* трубопроводе учитывают рабочее давление /4.с.391/:

Таблица 42

МПа	$P_{\text{раб}}$, .5	.3	6	2	3	00
М/с	$U_{\text{нап}}$,	.2			.3	0

Для *сливных* магистралей $U_{\text{сл}} = 1,5-2,5$ м/с.

Для *всасывающих* $U_{\text{вс}} < 1,6$ м/с.

Внутренний диаметр всасывающих, напорных и сливных трубопроводов пределяется по формуле:

$$Dy = \sqrt{\frac{4Q}{\pi U}}, \text{ м} \quad (13)$$

где: U- скорость потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей агистралях.

Диаметр всасывающего трубопровода обычно принимают равным диаметру сливного. Найденные диаметры необходимо сравнить со стандартными значениями по ГОСТГ 16516-80: 1; 1,6; 2; 2,5; 3; 4;5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160. /4, с.7/.

Минимально допустимая толщина стенки трубопроводов:

$$\delta = \frac{P Dy}{2[\sigma_{\text{вр}}]} Kб, \text{ мм} \quad (14)$$

где P- рабочее давление, МПа;

Kб-коэффициент безопасности, Kб= 4-8;

$[\sigma_{\text{вр}}]$ - временное сопротивление растяжению материала трубы, МПа:

$[\sigma_{\text{вр}}]$ вбирается из табл. 8.26 /4, с.30§/ для выбранной марки стали.

Таблица 43

Механические свойства сталей, применяемых для гидравлических трубопроводов

Механическ

ие свойства	0	0		5	0Г2	5X	0X	0X	ХГСА ³⁰	ХМ ¹⁵
Временное сопротивление	43	12	10	89	22	12	31	18	1 ⁴⁹	1 ⁴³
Предел текучести	06	45	94	23	45					6 ²²
Относительное удлинение	4	1	7	4	2	9	7	4	18	21
Твёрдость по Бринеллю	37	56	87	07	97	79	79	12	9 ²²	

Напорная магистраль проверяется на прочность при гидравлическом ударе, возникающим при переключении распределителя, по формуле Н.Е. Жуковского:

$$\Delta P_{уд} = \rho v_n \cdot a \quad (15)$$

где ρ - плотность рабочей жидкости, кг/м³;

v_n - скорость потока в напорной магистрали, м/с;

a - скорость распространения ударной волны, м/с; для минеральных масел $a = 1200-1400$ м/с.

После определения $\Delta P_{уд}$ находится максимальное давление в гидросистеме, проводится сравнение с $[\sigma_{вр}]$ и делается вывод о прочности трубы.

Определение гидравлических потерь в гидросистеме

При расчете гидросистем определяются потери давления на всех участках ; пубопровода- напорном, сливном и всасывающем.

А) Определение потери давления в линии всасывания:

$$\Delta P_{в} = \Delta P_{фв} + \Delta P_{лв} + \Delta P_{мв} \quad (16)$$

где $\Delta P_{фв}$ - потери давления на всасывающем фильтре (при условии, если он есть);

$\Delta P_{лв}$ - линейные потери в линии всасывания;

$\Delta P_{мв}$ - местные потери.

Б) Определяем потери давления в линии нагнетания:

$$\Delta P_{н} = \sum \Delta P_{ап} + \Delta P_{лн} + \Delta P_{мн} \quad (17)$$

где $\sum \Delta P_{ап}$ - потери давления в аппаратуре, установленной на линии нагнетания;

$\Delta P_{лн}$ - линейные потери давления в линии нагнетания;

$\Delta P_{мн}$ - местные потери в линии нагнетания.

В) Потери давления в линии слива:

$$\Delta P_{сл} = \sum \Delta P_{ап} + \Delta P_{лсл} + \Delta P_{мсл} \quad (18)$$

где $\sum \Delta P_{ап}$ - потери давления в аппаратуре, установленной в линии слива;

$\Delta P_{л}$, $\Delta P_{м}$ - линейные и местные потери давления в линии слива.

Потери давления в аппаратуре определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{ап}} = \Delta P_{\text{ап}}^{\circ} \left(\frac{Q}{Q_{\text{ном}}} \right), \text{ МПа} \quad (19)$$

где $\Delta P_{\text{ап}}^{\circ}$ - потери давления в аппарате при номинальном расходе, МПа;
 Q - расчётный расход;
 $Q_{\text{ном}}$ - номинальный расход..

Линейные потери давления в магистралях определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{л}} = \frac{\lambda \rho l}{2\gamma} v^2 \quad (20)$$

где λ - гидравлический коэффициент трения;
 ρ - плотность выбранной рабочей жидкости, кг/м⁻³;
 v - скорость потока, м/с;
 l - длина соответствующей магистрали, м/с.

Гидравлический коэффициент трения λ (коэффициент Дарси) определяется зависимости от режима движения потока рабочей жидкости в напорной, сливной или всасывающей магистралях:

Для ламинарного режима: $\lambda = \frac{64}{Re}$

Для турбулентного режима: $\lambda = 0.1 \left(\frac{\Delta}{Dy} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25}$

где Δ - абсолютная шероховатость; для стальных труб $\Delta = 0,1 - 0,3$ мм.
 Местные потери напора определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{м}} = 0.21 \frac{Q^2}{Dy^4} \sum \zeta, \text{ МПа} \quad (23)$$

где: Q - расход, л/мин;
 Dy - диаметр трубы, мм;
 $\sum \zeta$ - суммарный коэффициент местных сопротивлений, см. табл. 10.3. с.390 /4/

Проверочный расчет гидропривода

Проверочный расчет выполняется с целью установления действительных параметров гидропривода и проверки соответствия выбранного оборудования требованиям, предъявляемым к работе привода.

Действительное давление, развиваемое насосом в гидроприводе поступательного движения:

- при выдвигании штока:

$$P^1 = \frac{F_{\text{шт}} + \sum_{\text{мп}} \Delta P_{\text{сл}}}{S_{\text{ш}}} + \Delta P_{\text{нап}}, \text{ Па} \quad (24)$$

- при втягивании штока:

$$P^2 = \frac{\frac{F_{шт}}{k_{тр}} + S_{шт} \Delta P_{сл}}{S_{шт.п}} + \Delta P_{нап}, \text{ ПА} \quad (25)$$

где $F_{шт}$ - усилие на штоке, Н;

$k_{тр}$ - коэффициент, учитывающий потери на трение в уплотнениях, $k_{тр} = 0,9-0,98$;
 $S_{шт}$, $S_{шт.п}$ - площадь поршня и штоковой полости соответственно, м^2 .

Действительное давление, развиваемое насосом в гидроприводе вращательного движения:

$$P^1 = \frac{S_{пМ}}{V_c \eta} + \Delta P_{нап} + \Delta P_{сл}, \text{ ПА} \quad (26)$$

Действительный расход рабочей жидкости:

$$Q_a = Q_{дн} - \Delta Q_{ут} \quad (27)$$

где $Q_{дн}$ -действительная подача выбранного насоса;

$\Delta Q_{ут}$ -величина утечек:

$$\Delta Q_{ут} = K_y \cdot P_1, \text{ л/мин} \quad (28)$$

где K_y - расчетный коэффициент утечек, $K_y = 0,005 \cdot 10^{-6}$ л/Па мин.

Действительная скорость штока гидроцилиндра:

$$v_{ц} = \frac{Q_d \eta_2}{S_{шт}} \quad (29)$$

Действительная частота вращения вала гидромотора:

$$n_{М} = \frac{Q_d \eta_2}{V_c}, \text{ об/мин} \quad (30)$$

Расхождение между заданными P_3 и действительными P_d параметрами определяются по формуле:

$$\pi = \frac{P_3 - P_d}{P_3} \cdot 100\% \quad (31)$$

Определение мощности и КПД гидропривода

Полная мощность гидропривода равна мощности, потребляемой насосом, кВт:

$$N_H = \frac{Q_H P_H}{60 \eta_H}, \text{ кВт} \quad (32)$$

где Q_H -подача насоса, л/мин;

P_H - давление, развиваемое насосом, МПа;

η_H - общий КПД насоса.

Полезная мощность гидропривода $N_{пол}$, определяется как сумма действительных выходных мощностей гидродвигателей данной гидросистемы, которые определяются по их действительным выходным параметрам, полученным в проверочном расчете:

- действительная мощность на штоке гидроцилиндра $N_{цд}$ кВт:

$$N_{цд} = \frac{Fv_{цд}}{1000} \quad (33)$$

- действительная мощность на валу гидромотора $N_{мд}$, кВт:

$$N_{мд} = \frac{Mn_{м}}{9552,5} \quad (34)$$

где F - усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$v_{цд}$ - действительная скорость перемещения выходного звена гидроцилиндра, м/с;

M - крутящий момент на валу гидромотора, Н м;

$n_{м}$ - действительная частота вращения гидромотора, мин⁻¹

Полный КПД проектируемого гидропривода:

$$\eta_{гп} = \frac{N_{пол}}{N_{н}} \quad (35)$$

Объем гидробака определяется в зависимости от производительности насоса:

$$V_6 = 1,2 (3-5) Q_{н} \quad (36)$$

Тепловой расчет гидропривода

Тепловой расчет выполняют с целью определения условий работы гидропривода, уточнения объема гидробака и поверхности теплоотдачи, а также выявления необходимости применения теплообменника. Количество теплоты или тепловой энергии $E_{т}$, получаемое рабочей жидкостью в единицу времени, соответствует потерям в гидроприводе мощности и определяется по формуле:

$$E_{гп} = \Delta N = N_{гп} - N_{пол}$$

Условие приемлемости теплового режима в гидроприводе имеет следующий вид:

$$\Delta T_{уст} \leq T_{доп} = T_{max} - T_0 \text{ max}$$

где $\Delta T_{уст}$ — перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом в установившемся режиме

$\Delta T_{доп}$ — максимально допустимый перепад температур между рабочей жидкостью и окружающим воздухом;

T_{max} — максимально допустимая температура рабочей жидкости (должна соответствовать минимально допустимой вязкости, указанной в технических условиях на выбранный тип насосов и гидромоторов

$T_0 \text{ max}$ — максимальная температура окружающего воздуха.

Площадь поверхности теплообмена, необходимая для поддержания перепада $\Delta T_{уст}$ $\leq T_{доп}$ определяется выражением:

$$A \geq \frac{E_{эл}}{K_b K_{тр} \Delta T_{доп}}$$

где K_b и $K_{тр}$ — коэффициенты теплопередачи гидробака и труб, Вт/(м²°С):

- для гидробака $K_b = 8-12$;
- для труб $K_{тр} = 12-16$;
- при обдуве гидробака $K_b = 20-25$;
- для гидробака с водяным охлаждением $K_b = 110-175$.

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить схему по варианту с буквенно-цифровыми обозначениями.
- 2 Провести расчет.
3. Устная защита работы.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите представлены верные расчеты

Хорошо – есть незначительные ошибки в расчетах.

Удовлетворительно – есть ошибки в расчетах которые привели к поломке оборудования их количество не более 50% от общего объема работы

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 1

Применение логической операции «Или» при подключении распределителя

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

При нажатии и удержании кнопки КН1 или КН2, или одновременно двух происходит выдвижение штока вертикального гидроцилиндра ГЦ3. При отпускании всех штоков гидроцилиндра возвращается в исходное положение.

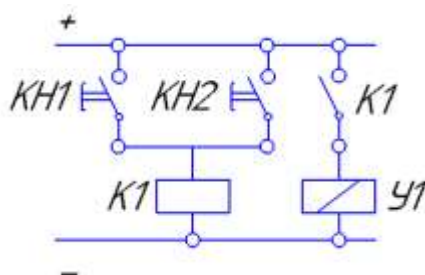


Рисунок 46 - Применение логической операции «Или» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.46.
- 2 Сконструировать гидравлическую схему.
- 3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 2

Применение логической операции «И» при подключении распределителя

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

При нажатии и удержании кнопки КН1 и КН2 одновременно происходит выдвижение штока вертикального гидроцилиндра ГЦ3. При отпускании одной или одновременно двух штоков гидроцилиндра возвращается в исходное положение.

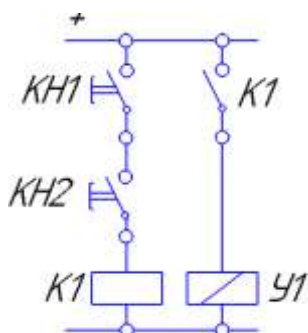


Рисунок 47 - Применение логической операции «И» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.47.
- 2 Сконструировать гидравлическую схему.
- 3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 3

Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

При нажатии и удержании кнопки одновременно любых двух или всех трех кнопок КН1, КН2, КН3 шток гидроцилиндра ГЦЗ начинает выдвигаться. После отпускания хотя бы одной из двух нажатых кнопок шток гидроцилиндра начинает втягиваться.

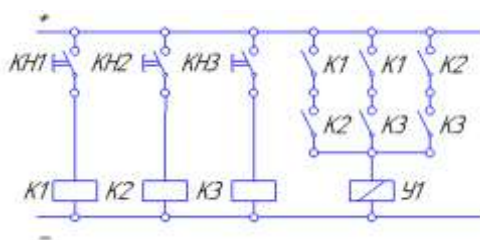


Рисунок 48 – Вариант 1 Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя.

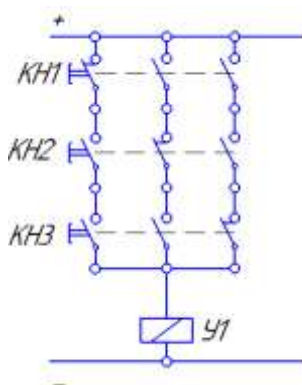


Рисунок 49 – Вариант 2 Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя.

Порядок выполнения работы:

1 Начертить электрическую схему рис.48, 49.

2 Сконструировать гидравлическую схему.

3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 4

Реализация схемы «с самоподхватом» при подключении распределителя

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

При кратковременном нажатии кнопки КН1 шток гидроцилиндра ГЦЗ начинает выдвигаться. После отпускания шток гидроцилиндра продолжает выдвигаться, пока не выдвинется полностью. При кратковременном нажатии кнопки КН2 шток гидроцилиндра должен вернуться

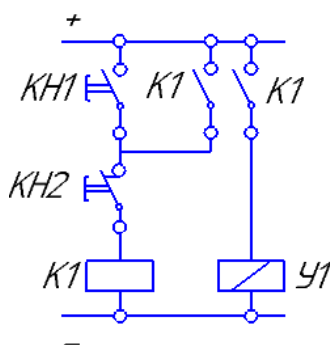


Рисунок 50 - Реализация схемы «с самоподхватом» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.50.
- 2 Сконструировать гидравлическую схему.
- 3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 5

Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

Вариант 1. При кратковременном нажатии кнопки КН1 шток гидроцилиндра ГЦЗ начинает выдвигаться. После отпускания кнопки шток гидроцилиндра продолжает выдвигаться, пока не коснется электромеханического датчика ВК1. После касания с датчиком ВК1 шток гидроцилиндра должен начать втягиваться.

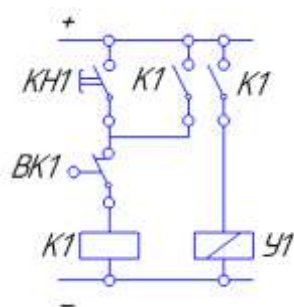


Рисунок 51 – Вариант 1 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра.

Вариант 2. При кратковременном нажатии кнопки КН1 шток гидроцилиндра ГЦЗ начинает выдвигаться. После отпускания кнопки шток гидроцилиндра продолжает выдвигаться, пока не коснется электромеханического датчика ВК2. После касания с датчиком ВК2 шток гидроцилиндра должен начать втягиваться. Датчик ВК1 контролирует начальное положение штока гидроцилиндра.

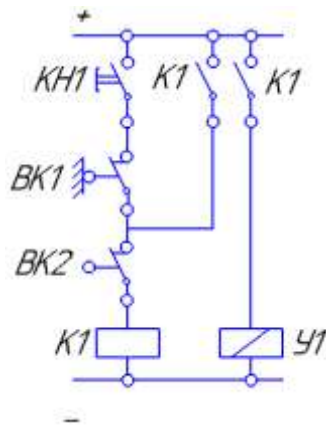


Рисунок 52 – Вариант 2 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.51, 52.
- 2 Сконструировать гидравлическую схему.
- 3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.
- Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.
- Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.
- Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Тема Т.02.01.03.01.Контактно-релейные схемы для управления гидроприводом

Лабораторное занятие № 6

Изучение схем включения датчика положения тока гидроцилиндра индуктивного типа

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проектировать системы управления

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание:

Научиться собирать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

Вариант 1. При кратковременном нажатии кнопки КН1 шток гидроцилиндра ГЦ3 начинает выдвигаться. После отпускания кнопки шток гидроцилиндра продолжает выдвигаться, пока не коснется индукционного датчика ВК2. После касания с датчиком ВК2 шток гидроцилиндра должен начать втягиваться.

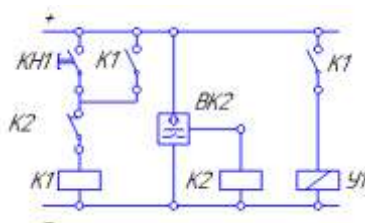


Рисунок 53 – Вариант 1 Изучение схем включения датчика положения тока гидроцилиндра индуктивного типа

Вариант 2. При кратковременном нажатии кнопки КН1 шток гидроцилиндра ГЦ3 начинает выдвигаться. После отпускания кнопки шток гидроцилиндра продолжает выдвигаться, пока не коснется индукционного датчика ВК2. После касания с датчиком ВК2 шток гидроцилиндра должен начать втягиваться. Датчик ВК1 контролирует исходное положение штока гидроцилиндра.

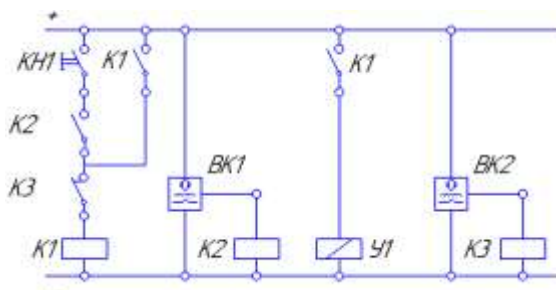


Рисунок 54 - Вариант 2 Изучение схем включения датчика положения тока гидроцилиндра индуктивного типа

Порядок выполнения работы:

1 Начертить электрическую схему рис.53, 54.

2 Сконструировать гидравлическую схему.

3 Собрать гидравлическую и электрическую схемы на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – электрическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме