

*Приложение 1.2.1 к ОПОП-П по
специальности 15.02.03 Техническая
эксплуатация гидравлических машин,
гидроприводов и гидропневмоавтоматики*

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

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА
МДК.02.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
ПРИВОДОВ ИЗДЕЛИЙ**

**для обучающихся специальности
15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и
гидропневмоавтоматики**

Магнитогорск, 2024

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой
«Механического,
оборудования и автоматизации»
Председатель О.В. Коровченко
Протокол № 5 от «31» января 2024г.

комиссией Методической комиссией МпК
гидравлического
Протокол № 3 от «21» февраля 2024г.

Разработчик:

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера) И.П. Ившин
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов и гидропневмоавтоматики и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	5
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	7
Практическое занятие № 1.....	7
Практическое занятие № 2.....	11
Практическое занятие № 3.....	16
Практическое занятие № 4.....	19
Практическое занятие № 5.....	21
Практическое занятие № 6.....	24
Практическое занятие № 7.....	26
Практическое занятие № 8.....	29
Практическое занятие № 9.....	33
Практическое занятие № 10.....	35
Практическое занятие № 11.....	38
Практическое занятие № 12.....	41
Практическое занятие № 13.....	46
Практическое занятие № 14.....	50
Практическое занятие № 15.....	51
Практическое занятие № 16.....	53
Практическое занятие № 17.....	55
Практическое занятие № 18.....	59
Практическое занятие № 19.....	63
Практическое занятие № 20.....	70
Практическое занятие № 21.....	72
Практическое занятие № 22.....	74
Практическое занятие № 23.....	76
Практическое занятие № 24.....	77
Лабораторное занятие № 1	79
Лабораторное занятие № 2	80
Лабораторное занятие № 3	81
Лабораторное занятие № 4	82
Лабораторное занятие № 5	83
Лабораторное занятие № 6	84
Лабораторное занятие № 7	86
Лабораторное занятие № 8	88
Лабораторное занятие № 9	89
Лабораторное занятие № 10	91
Лабораторное занятие № 11	94
Лабораторное занятие № 12	97
Лабораторное занятие № 13	99
Лабораторное занятие № 14	103
Лабораторное занятие № 15	106
Лабораторное занятие № 16	107
Лабораторное занятие № 17	110
Лабораторное занятие № 18	111
Лабораторное занятие № 19	112
Лабораторное занятие № 20	113
Лабораторное занятие № 21	114
Лабораторное занятие № 22	115
Лабораторное занятие № 23	116
Лабораторное занятие № 24	117
Лабораторное занятие № 25	119
Лабораторное занятие № 26	121
Лабораторное занятие № 27	123
Лабораторное занятие № 28	125
Лабораторное занятие № 29	125

Лабораторное занятие № 30	127
Лабораторное занятие № 31	128
Лабораторное занятие № 32	129
Лабораторное занятие № 33	130
Лабораторное занятие № 34	131
Лабораторное занятие № 35	132
Лабораторное занятие № 36	133

1 ВВЕДЕНИЕ

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

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), необходимых в последующей учебной деятельности.

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

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Проектирование гидравлических и пневматических приводов изделий» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму;

У 2.1.05 рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.1.07 производить расчет гидравлических потерь, энергетический и тепловой расчет;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

У 2.2.02 писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;

У 2.2.03 пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля 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. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающимися практических и лабораторных работ МДК 02.01. Объемные гидравлические и пневматические приводы, гидропневмоавтоматика и МДК 02.02 Моделирование и прототипирование 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, проектировочных, 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 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическое занятие № 1

Изучение физико-химических и эксплуатационных свойств рабочих жидкостей

Цель: научиться рассчитывать и определять основные физические свойства жидкости.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требованиям Государственных стандартов;

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические положения по теме практической работы.
2. Изучить пример оформления задания.
3. Ознакомиться с индивидуальным заданием.
4. Решить поставленные задачи.
5. Сделать выводы о проделанной работе.
6. Оформить отчет

Краткие теоретические сведения:

Жидкими телами или жидкостями называют физические тела, легко изменяющие свою форму под действием самой незначительной по величине силы. Можно сказать, что жидкость – это физическое тело, обладающее текучестью, имеющее определенный объем и заполняющая часть пространства (сосуда), равного ее объему.

Различают два вида жидкостей:

- жидкости капельные (малосжимаемые);
- жидкости газообразные (сжимаемые).

Важнейшими характеристиками механических свойств жидкости являются ее плотность и удельный вес. Они определяют "весомость" жидкости.

Плотность ρ характеризует распределение массы Δm жидкости по объему ΔV . Плотность однородной жидкости равна отношению массы m жидкости к ее объему:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

где m – масса жидкости, кг;

V – объем жидкости, м^3 .

Плотность ρ во всех точках однородной жидкости одинакова. В общем случае плотность может изменяться в объеме жидкости от точки к точке и в каждой точке объема с течением времени. За единицу плотности в системе СИ принят 1 кг/м^3 .

Вместо плотности в формулах может быть использован также **удельный вес γ** (Н/м^3), то есть вес жидкости G , приходящийся на единицу объема V :

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{mg}{V} = \rho \cdot g \quad (1.2)$$

Плотность жидкостей и газов зависит от температуры и давления. Все жидкости, кроме воды, характеризуются уменьшением плотности с увеличением температуры. Плотность воды максимальна при $t = 4^\circ \text{C}$ и уменьшается как с уменьшением, так и с увеличением температуры от этого значения. В этом проявляется одно из аномальных свойств воды.

Плотность воды при $t = 4^\circ \text{C}$ составляет 1000 кг/м^3 ;

морской воды - $1020 \dots 1030 \text{ кг/м}^3$;

нефти и нефтепродуктов – $650 \dots 900 \text{ кг/м}^3$;

чистой ртути - 13600 кг/м³;

воздуха при $t=0^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении – 1,29 кг/м³.

При изменении давления плотность жидкости изменяется незначительно.

Сжимаемость. Это свойство жидкостей изменять объем при изменении давления; характеризуется коэффициентом объемного сжатия (коэффициентом сжимаемости) β_p (Па⁻¹); представляющим собой относительное изменение объема жидкости V при изменении давления на единицу:

$$\beta = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{1}{V} \cdot \frac{V - V_o}{P - P_o}, \left[\frac{\text{м}^2}{\text{Н}} \right], \quad (1.3)$$

где V – первоначальный объем жидкости, м³;

ΔV – относительное изменение объема жидкости при изменении давления на величину Δp , м³.

Знак "-" в формуле (1.3) указывает на то, что при увеличении давления объем жидкости уменьшается.

Величина, обратная коэффициенту объемного сжатия – модуль объемной упругости жидкости E_o , Па:

$$E_o = \frac{1}{\beta_p} \quad (1.4)$$

Физический смысл объемного модуля упругости: величина, обратная изменению объема одного кубического метра жидкости при изменении давления на одну единицу.

Объемный модуль упругости жидкости зависит от типа жидкости, давления и температуры. Однако в большинстве случаев E_o считают постоянной величиной, принимая за нее среднее значение в данном диапазоне температур и давлений.

Различают изотермический и адиабатический модуль упругости. Причем для расчетов обычно используют изотермический модуль упругости $E_{то}$, применяемый для анализа медленных процессов, при которых успевает завершиться теплообмен с окружающей средой. Для быстротечных процессов, при которых теплообмен не успевает завершиться, используют адиабатический модуль упругости $E_{ао}$.

Температурное расширение. Это свойство жидкостей изменять объем при изменении температуры; характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения β_t (1/°C), представляющим собой относительное изменение объема жидкости при изменении температуры на единицу (1 °C) и при постоянном давлении:

$$\beta_t = \frac{1}{V_o} \cdot \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right) = \frac{1}{V_o} \cdot \left(\frac{V_t - V_o}{t - t_o} \right), \left[\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right] \quad (1.5)$$

где V – первоначальный объем жидкости, м³;

ΔV – относительное изменение объема жидкости при повышении температуры на Δt , м³.

Для воды с увеличением давления при температуре до 50 °C коэффициент β_t растет, а при температуре выше 50 °C уменьшается.

Вязкость жидкости называется свойство реальной жидкости оказывать сопротивление относительному перемещению (сдвигу) отдельных ее частиц или слоев при приложении внешних сил. Слои как бы скользят один по другому с различными скоростями, что вызывает внутреннее трение между слоями, пропорциональное относительной скорости движения слоев и площади их соприкосновения. Вязкость является показателем текучести жидкости. Для иллюстрации этого свойства капните на горизонтальную поверхность, например на дощечку, каплю воды, подсолнечного масла или любого другого машинного или индустриального. Теперь наклоните дощечку. Какая жидкость течёт быстрее? О чём это говорит?

Различают динамическую и кинематическую вязкости:

Динамическая (абсолютная) вязкость μ – сила, действующая на единичную площадь плоской поверхности, которая перемещается с единичной скоростью относительно другой плоской поверхности, находящейся от первой на единичном расстоянии.

В международной системе единиц (СИ), динамическая вязкость измеряется в Паскаль - секундах [Па·с].

Существуют также внесистемные величины измерения динамической вязкости. Наиболее распространенная в системе СГС - пуаз [П] и ее производная сантипуаз [сП].

Также динамическая вязкость может измеряться в [дин·с/см²] и [кгс·с/м²] и производных от них единицах.

Соотношение между единицами динамической вязкости:

- 1 Пуаз [П] = 1 дин·с/см² = 0.010197162 кгс·с/м² = 0.0000010197162 кгс·с/см² = 0.1 Па·с = 0.1 Н·с/м²

- 1 Сантипуаз [сП] = 0.0001010197162 кгс·с/м² = 0.01 П = 0.001 Па·с

- 1 кгс·с/м² = 98.0665 П = 9806.65 сП = 9.80665 Па·с

Кинематическая вязкость. При выполнении технических расчетов в гидравлике обычно пользуются кинематической вязкостью ν , представляющей собой отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right] \quad (1.6)$$

где μ – динамическая вязкость, [Па·с];

ρ – плотность жидкости, [кг/м³].

Единицей измерения кинематической вязкости в системе СИ является 1 м²/с. В справочниках при выборе марки рабочей жидкости вязкость указана обычно в мм²/с; 1 мм²/с = 1·10⁻⁶ м²/с.

Также широко используется внесистемная единица - стокс [Ст] и ее производная - сантистокс [сСт].

Соотношение между единицами кинематической вязкости:

- 1 Ст = 0.0001 м²/с = 1 см²/с

- 1 сСт = 1 мм²/с = 0.000001 м²/с

- 1 м²/с = 10000 Ст = 1000000 сСт

Вязкость жидкостей и газов зависит от температуры t_0 и давления P :

1) если t_0 масла увеличивается, то вязкость масла уменьшается;

2) если P масла увеличивается, то вязкость масла тоже увеличивается, и наоборот.

Поскольку вязкость жидкостей зависит от температуры, то обычно ее указывают при 50 °С, для высоковязких масел при 100°С. Например вязкость индустриального масла **И-12** при $t = +50^\circ\text{C}$ равна $\nu_{50}^\circ = 12 \text{ мм}^2/\text{с}$, а у воды вязкость при 20 °С составляет 1 мм²/с.

В марке масла обычно всегда указывается его вязкость, т.к. она является определяющим свойством при его выборе, например **ИС-45** – индустриальное с антизадирными присадками, $\nu_{50}^\circ = 45 \text{ мм}^2/\text{с}$; **ИГП-38** – индустриальное для гидроприводов, $\nu_{50}^\circ = 38 \text{ мм}^2/\text{с}$; **Т46** – трансмиссионное масло, $\nu_{50}^\circ = 46 \text{ мм}^2/\text{с}$; **МС20** – авиационное масло, $\nu_{50}^\circ = 20 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Пример решения задачи:

Определите массу жидкости, если её занимаемый объем V , а плотность - ρ .

Дано:	Решение:
$V = 72$ м ³	Воспользуемся формулой (1.1)

Практическое занятие № 2

Выбор рабочей жидкости

Цель: научиться выбирать рабочую жидкость гидропривода

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.05 рассчитывать параметры гидравлических и пневматических машин;

У 2.2.03 пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;

Задание:

1. Изучить теоретическую часть, выписать основные положения и определения.
2. Выбрать рабочую жидкость для исходных данных, представленных в таблице 1
3. Обосновать выбор рабочей жидкости, используя теоретический материал
4. Найти и выписать основные характеристики выбранной марки рабочей жидкости

Таблица 2.1- Исходные данные

вариант	Р, давление (МПа)	вариант	Р, давление (МПа)	вариант	Р, давление (МПа)	вариант	Р, давление (МПа)
1	6,3	8	50	15	32	22	6,3
2	12	9	22	16	18	23	8
3	14	10	10	17	14	24	12
4	10	11	25	18	20	25	16
5	25	12	45	19	50	26	35
6	18	13	42	20	55	27	42
7	32	14	36	21	35	28	54

Порядок выполнения работы:

1. Изучить теоретические положения по теме практической работы.
2. Ознакомиться с индивидуальным заданием.
3. Решить поставленные задачи.
4. Сделать выводы о проделанной работе.
5. Оформить отчет

Краткие теоретические сведения:

Рабочая жидкость является рабочей средой гидросистемы и передаёт механическую энергию от насоса к гидродвигателю. Поэтому для обеспечения высокого КПД работы гидросистемы рабочая жидкость должна удовлетворять определённым требованиям, которые меняются в зависимости от назначения, места и условий работы.

К рабочим жидкостям предъявляются следующие основные требования: оптимальная вязкость, минимально изменяющаяся при изменении температур; хорошие смазочные и антикоррозионные свойства; химическая стабильность, сопротивляемость вспениванию; совместимость с материалами гидросистемы; высокие теплопроводность и температура кипения; не гигроскопичность и незначительная растворимость в воде (и наоборот); огнестойкость, не токсичность и т.д.

Указанным условиям в наибольшей степени удовлетворяют минеральные масла.

Вязкость минеральных масел повышается при повышении давления и понижается при увеличении температуры масла, что отрицательно сказывается на его смазывающей способности, поэтому предпочтительнее применять масла, у которых зависимость вязкости от температуры выражена слабее. Вязкостно-температурные свойства масел оценивают с помощью индекса вязкости (ИВ), приводимого в характеристике масел. Чем выше значение ИВ масла, тем меньше его вязкость зависит от температуры.

Очень важным показателем является температура застывания жидкости, которая характеризует ее с точки зрения сохранения текучести и возможности транспортирования и слива в холодное время года. Температура застывания масла – это температура, при которой жидкость теряет свойства текучести, она должна быть не менее чем на 16—17 0С ниже минимальной температуры окружающей среды, в условиях которой будет работать гидросистема.

Температура вспышки – это температура, при которой пары масла смешиваясь с кислородом воздуха образует горючую смесь. Чем выше температура вспышки, тем более стабильно минеральное масло.

Для улучшения эксплуатационных характеристик минеральных масел (улучшения смазочной способности, замедления процесса окисления, уменьшения пенообразования и корродирующего действия, снижения зависимости вязкости от температуры и др.) в них вводятся специальные присадки - вещества, позволяющие изменить некоторые свойства без изменения структуры масла.

С увеличением вязкости возрастают потери давления в гидросистеме, однако одновременно уменьшаются утечки, поэтому, как правило, более вязкие масла применяют в гидроприводах, работающих при повышенном давлении.

Вязкость рабочей жидкости принимают в соответствии с давлением.

Таблица 3.1- Рекомендуемая вязкость минеральных масел при температуре 50°

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.

Классификацию и обозначение промышленных масел, применяемых в промышленном оборудовании, устанавливает ГОСТ 17479.4-87.

Обозначение промышленных масел состоит из четырех групп знаков, первая из которых обозначается буквой

И - промышленное, вторая - прописными буквами, обозначающими принадлежность к группе (группам) по назначению, третья - прописными буквами, обозначающими принадлежность к подгруппе масел по эксплуатационным свойствам, четвертая - цифрами, характеризующими класс кинематической вязкости.

В зависимости от назначения промышленные масла подразделяют на группы:

Л - легко нагруженные узлы (шпиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения);

Г - гидравлические системы;

Н - направляющие скольжения;

Т - тяжело нагруженные узлы (зубчатые передачи).

В зависимости от состава (наличия соответствующих функциональных присадок) промышленные масла подразделяют на группы:

А - нефтяные масла без присадок - применимы для машин и механизмов промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел;

В - нефтяные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками - применимы для машин и механизмов промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел;

С - нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками - применимы для машин и механизмов промышленного оборудования, содержащие антифрикционные сплавы цветных металлов, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным и противоизносным свойствам масел;

Д - нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными присадками - применимы для машин и механизмов промышленного

оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным, противоизносным и противозадирным свойствам масел;

Е - нефтяные масла с антиокислительными, адгезионными, противоизносными, противозадирными и противоскачковыми присадками - условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, адгезионным, противоизносным, противозадирным и противоскачковым свойствам масел. В зависимости от эксплуатационных свойств промышленные масла подразделяют на классы:

Таблица 3.2- Зависимость класса вязкости от кинематической вязкости

Показатель	Значение показателя															
Класс вязкости	2	3	5	7	10	15	22	32	46	68	100	150	220	320	460	680
Кинематическая вязкость при температуре 50 °С, мм²/с (сСт)	1,9	3,0	4,0	6,0	9,0	13,0	19,0	29,0	41,0	61,0	90,0	135	198	288	414	612
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	2,5	3,5	5,0	8,0	11,0	17,0	25,0	35,0	51,0	75,0	110,0	165	242	352	506	748

Таблица 3.3 - Соответствие масла по ГОСТ 17479.4-87 принятому обозначению

Показатель	Обозначение масла													
Обозначение по ГОСТ 17479.4-87	И-Л-А-7	И-Л-А-10	И-Л-А-15	И-Г-А-32	И-Г-А-46	И-Г-А-68	И-ГТ-А-100	И-Г-В-46(п)	И-Л-С-3	И-Л-С-5	И-Л-С-10	И-Л-С-22	И-Л-С-22	
Принятое обозначение	И-5А	И-8А	И-12А	И-20А	И-30А	И-40А	И-50А	ВНИИ НП-403	И-Л-С-3 взамен ИГП-2	И-Л-С-5 взамен ИГП-4	И-Л-С-10 взамен ИГП-6, ИГП-8	И-Л-С-22 взамен ИГП-14	ИГП-18	

Показатель	Обозначение масла												
Обозначение по ГОСТ 17479.4-87	И-Г-С-32	И-Г-С-46	И-Г-С-68	И-Т-С-100	И-Т-С-150	И-Т-С-220	И-Т-С-320	И-ГН-Д-32(с)	И-ГН-Д-68(с)	И-Н-Е-68	И-Н-Е-100	И-Н-Е-220	И-ГН-Е-32
Принятое обозначение	ИГП-30	ИГП-38, ИГП-49	ИГП-72	ИГП-91	ИГП-114	ИГП-152, ИГП-182	ИГС _п -18	ИГС _п -38	ИНС _п -40	ИНС _п -65	ИНС _п -110	И-ГН-Е-32 взамен ИГНС _п -20	И-ГН-Е-68 взамен ИГНС _п -40

Показатель	Обозначение масла									
Обозначение по ГОСТ 17479.4-87	И-ГН-Е-68	И-Г-С-15(з)	И-Г-Д-32(з)	И-Т-Д-32	И-Т-Д-68	И-Т-Д-100	И-Т-Д-150	И-Т-Д-150(мп)	И-Т-Д-220	И-Т-Д-460
Принятое обозначение	ИГП _с -12	ИГП _с -20	И-Т-Д-32 взамен ИСП-25, ИСП _п -25	И-Т-Д-68 взамен ИСП-40, ИР _п -40	И-Т-Д-100 взамен ИСП-65, ИР _п -75	И-Т-Д-150	ИР _п -85	И-Т-Д-220 взамен ИСП-110, ИР _п -150	И-Т-Д-460 взамен ИТП-200	И-Т-Д-680 взамен ИТП-300

Показатель	Обозначение масла									
Обозначение по ГОСТ 17479.4-87	И-Т-Д-680	И-Т-С-1000	И-Т-С-32(пт)	И-Т-Д-100(пр)	И-Т-С-68(пер)	И-Т-С-320(МГ)	И-Л-С-220(Мо)	И-Л-Д-1000	И-Л-С-22(вс)	И-Л-Д-22(вр)
Принятое обозначение	ИТ _п -500	И _{пт} -20	И-100Р(С)	И-68СХ	ИТС-320(МТ) взамен ИМТ-160	И-Л-С-220(Мо) взамен ИЦ _п -20	ИЛД-1000 взамен ИЦ _п -40	И-Л-С-22(вс)	И-Л-Д-22(вр)	И-Л-Д-22(вр)

Показатель	Обозначение масла									
Обозначение по ГОСТ 17479.4-87	И-Л-Д-32(вр)	И-Л-Д-68(вр)	И-Л-Д-100(вр)	И-Т-С-100(пр)	И-Т-В-46	И-Т-В-220	И-Т-В-460	И-Т-Д-1000(С)	И-Т-Д-680(Мо)	И-Т-А-680
Принятое обозначение	И-Л-Д-32(вр)	И-Л-Д-68(вр)	И-Л-Д-1000(вр)	И-Т-С-100(пр)	И-46ПВ	И-220ПВ	И-460ПВ	И-Т-Д-1000(С)	И-Т-Д-680(Мо)	П-40

Таблица 3.4 Соответствие классификации по ГОСТ 17479.4-87 и ИСО

Стандарт	Группа по стандарту			
ГОСТ 17479.4-87	Л	Г	Н	Т
ИСО 6743-0-81, ИСО 3498-79	F	Н	G	С

Группа и подгруппа по ГОСТ 17479.4-87	Символ ISO-L по ИСО 3498-79	Символ ISO-L по ИСО 6743-4-82	Символ ISO-L по ИСО 6743-2-81
Л-С	FD	-	FD
Г-А	-	НН	-
Г-В	НН	НН	-
Г-С	НМ	НМ	-
Т-Д	СВ	-	-

Таблица 3.5 –Современные марки гидравлических масел

Марка гидравлического масла	Период применения	Применяется в технике
ВМГЗ (-45 °С застывания)	круглогодично	Для оборудования, работающего под открытым небом, без защиты от осадков и перепадов температур. Это строительная, дорожная, лесозаготовительная техника
ВМГЗ (-60 0С застывания) прозрачное	круглогодично	Автокраны, автовышки, гидроподъемные механизмы
МГЕ -46В	с весны по осень	Для сельскохозяйственной техники, эксплуатируемой в условиях повышенной загрязнённости, запылённости, влажности.
АМГ-10	Зимний, арктический	Для гидросистем авиационной и наземной техники, работающей в интервале температур окружающей среды от -60 до +55 °С.
ЛЗ-МГ-2	Зимний, арктический	Для гидросистем, обеспечивает быстрый запуск техники и работу при температурах до -60...-65 °С.
Shell Tellus S4 VX 32, Teboil Hydraulic Deck Oil, Gazpromneft Hydraulic Nord 32, Cat TDTO 0W-20 Gold Weather, MOBIL UNIVIS HVI 26, Petro-Canada Hydrex Extreme	Арктический или круглогодично	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Ключевая важность этих масел, что они имеют высокий индекс вязкости, более 300, что позволяет маслу находиться в жидком состоянии даже при – 50 °С, тем самым не допуская перегрева насосов. Работоспособная температура от -60 °С до +75 °С.
масла класса HVLP 22 Shell Tellus S2 V 22, Teboil Hydraulic Oil 22S, Komatsu TO 10, Gazpromneft Hydraulic HVLP 22, Cat TOTD 10W, MOBIL UNIVIS N 22, TOTAL EQUIVIS ZS 22, HITACHI Super EX22HN	Зимний	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -35 0С до +80 °С.
масла класса HVLP 32 Shell Tellus S2 V 32, Teboil Hydraulic Oil 32S, Komatsu HO-MVK EX32, Gazpromneft Hydraulic HVLP 32,	Зимний или круглогодично	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -25 °С до

Cat Hydo Advanced 10W, MOBIL UNIVIS N 32, TOTAL EQUIVIS ZS 32, HITACHI Super EX32HN		+100 °С, может использоваться при высоком давлении (до 400 бар)
масла класса HVLP 46 Shell Tellus S2 V 46, Teboil Hydraulic Oil 46S, Gazpromneft Hydraulic HVLP 46, KOMATSU HO46-HM, MOBIL UNIVIS N 46, TOTAL EQUIVIS ZS 46, HITACHI Super EX46HN	с весны по осень	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -15 0С до +95 0С.
масла класса HVLP 68, 100 Shell Tellus S2 V 68, 100, Teboil Hydraulic Oil 68S, 100S, Gazpromneft Hydraulic HVLP 68, 100, MOBIL UNIVIS N 68	летний	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -10 0С до +95 0С.

Круглогодичное применение гидравлических масел класса HVLP вязкости 32 или 46 в местности с более или менее умеренного климата.

Масла класса HVLP имеют высококачественные и энергосберегающие характеристики, обладающие противоизносными свойствами и продолжительным сроком службы, разработано для всесезонного применения в гидравлических системах, работающих в тяжёлых условиях и подверженных перепадам температур, соответствует стандарту HVLP. Рекомендуются для всесезонного применения в оборудовании, которое должно эффективно работать, обеспечивая надёжность оборудования при температурах от -34°С до +90°С.

Использование высококачественного гидравлического масла позволит значительно сократить эксплуатационные затраты, связанные:

1. с плановым техническим обслуживанием (замена масла, замена фильтров, промывка системы и т.д.);
2. капитальным ремонтом оборудования (замена насосов, гидрораспределителей и т.д.)

Форма предоставления результата

Отчет о проделанной работе выполняется в соответствии с заданием. Практическая работа должна быть оформлена и сдана не позже срока, указанного преподавателем.

Критерии оценки:

Оценка «**отлично**» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы

Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки

Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если приведено неполное выполнение задания, либо в ответах на задачи допущены грубые ошибки.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие № 3

Изучение гидроприводов и гидросхем различных типов

Цель: изучить работу гидравлических схем закрытого и открытого типа

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить работу гидравлических схем

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 представлены в таблице 7.

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 рекомендуется 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..).

Таблица 3.1- Буквенные обозначения гидроаппаратов на схемах

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
АК	аккумулятор	М	электродвигатель
Б	гидробак	Мн	манометр
Д	поворотный двигатель	Н	насос
ДП	делитель потока	НА	Аксиально-поршневой насос
ДР	дроссель	НП	Пластинчатый насос
ЗМ	гидрозамок	НР	Радиально-поршневой насос
К	клапан	Р	распределитель
КП	Предохранительный клапан	РД	Реле давления
КД	Клапан давления	РП	Регулятор потока
КР	Редукционный клапан	Ф	фильтр
КО	Обратный клапан	Ц	гидроцилиндр

Гидросистема закрытого типа.

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.

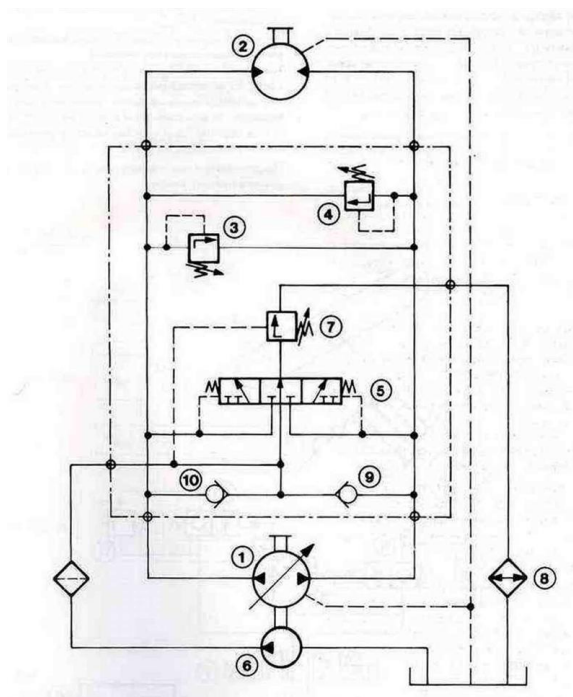


Рисунок .3.1 – Гидросистема закрытого типа

Гидросистема открытого типа

Рабочая жидкость из гидробака 3 поступает в насос 2 с переменным рабочим объемом. Насос 2 приводится от первичного электродвигателя 1 и управляется регулятором (его принцип действия и работа будут описаны в гл. 2). От насоса жидкость поступает к гидрораспределителям 6 и 8. Когда они закрыты (находятся в нейтральном положении), поток рабочей жидкости открывает

предохранительный клапан 4 и через теплообменник 11 и фильтр 12 направляется в гидробак 3. Чтобы открыть клапан 4, насосу необходимо развить давление его настройки.

При открытии гидрораспределителя 6 жидкость поступает в рабочую полость гидроцилиндра 7 и поршень со штоком начинает двигаться. Из противоположной полости жидкость через гидрораспределитель 6 поступает в линию слива. При подаче жидкости в поршневую полость из штоковой на слив поступает меньшее количество жидкости, чем вырабатывает насос (за счет разницы объемов полостей гидроцилиндра с односторонним штоком). И наоборот, при подаче жидкости в штоковую полость расход из поршневой полости на слив превышает производительность насоса.

Чтобы исключить удар поршня о крышку корпуса в конце хода, в гидроцилиндре 7 установлено регулируемое демпфирующее устройство (условное обозначение — стрелка). Распределитель 6 имеет пропорциональное электромагнитное управление, т.е. в зависимости от величины управляющего электросигнала он регулирует величину расхода, поступающего в цилиндр. Таким образом, оператор с пульта управляет скоростью выдвижения/втягивания штока гидроцилиндра.

При открытии гидрораспределителя 8 рабочая жидкость поступает в гидромотор 9, заставляя его вращаться. Из противоположной полости она через гидрораспределитель 8 поступает в сливную линию. Гидрораспределитель 8 имеет ручное управление. В этом случае оператору трудно, а часто нет необходимости регулировать частоту вращения гидромотора. Если при возрастании нагрузки необходимо снизить количество оборотов в единицу времени, то с этим справляется регулятор насоса 2. При возрастании давления он автоматически снижает расход, вырабатываемый насосом.

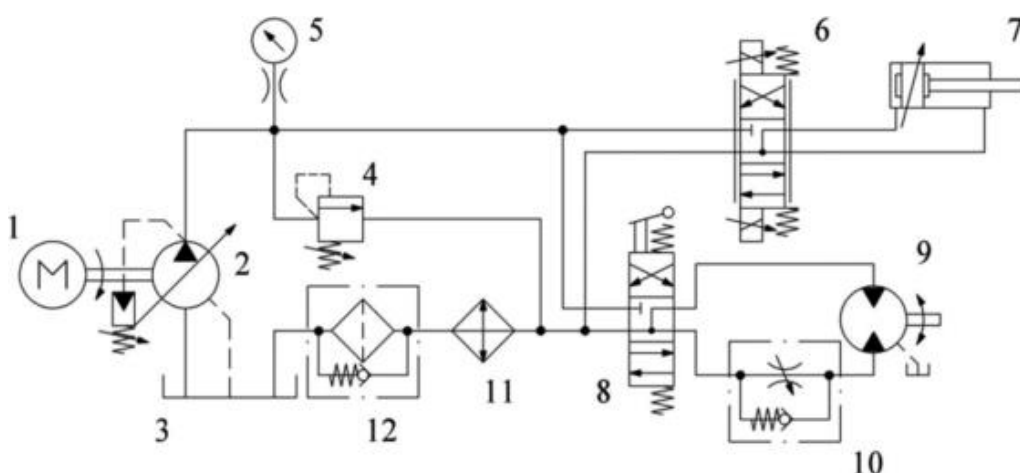


Рисунок 3.2 – Гидросистема открытого типа

Порядок выполнения работы:

1. Изучить работу гидравлических схем
2. Выполнить чертежи гидравлических схем рисунки 3.1 и 3.2 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
3. Составить схемы потоков.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

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

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 4

Чтение принципиальных гидросхем насосных станций

Цель: изучить устройство и принципиальную гидросхему насосной станции

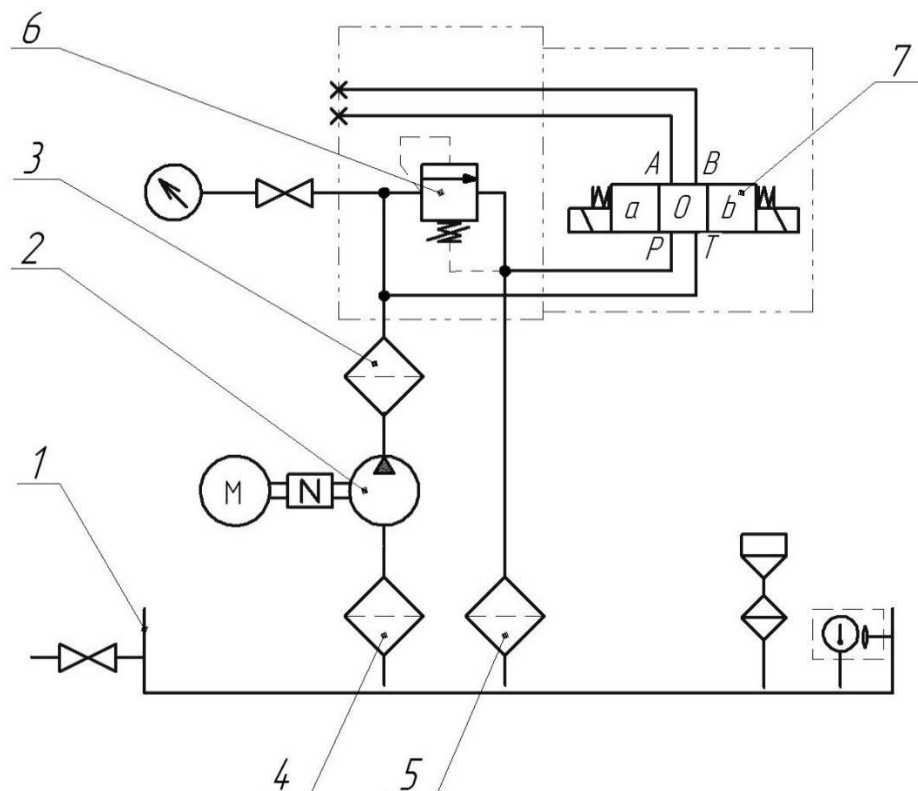
Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить работу гидравлической схемы насосной станции

Краткие теоретические сведения:



1. Бак 2. Насос 3. Фильтр напорный 4. Фильтр всасывающий
5. Фильтр сливной 6. Предохранительный клапан 7. Гидрораспределитель
Рисунок 4.1 – Типовая гидросхема насосной станции

Бак

Гидравлический бак служит для хранения циркулирующей в гидросистеме рабочей жидкости, выделения из нее воздуха и частичного охлаждения. При проектировании бака должны быть обеспечены нормальные условия всасывания и деаэрации рабочей жидкости. Размеры и форма бака тесно связаны с температурным режимом в гидроприводе, поскольку через стенки бака в окружающую среду передается некоторая часть тепловой энергии, выделяемой в процессе функционирования гидросистемы. В процессе производства все баки подвергаются обязательной проверке на герметичность и последующей окраске с использованием специальных технологий и материалов, стойких к горячему маслу. Для контроля уровня жидкости в гидробаке имеется визуальный индикатор уровня. Слив жидкости осуществляется через сливное отверстие или кран,

расположенные в нижней части гидравлического бака. Нами разработаны гидравлические баки различных конструкций и типоразмеров, ознакомиться с которыми Вы можете в соответствующем разделе каталога.

Насос

Гидравлические насосы являются силовыми элементами гидропривода, преобразующими механическую энергию вращения приводного вала в гидравлическую энергию потока рабочей жидкости, которая подается по трубопроводам к гидродвигателям. Наиболее распространенный тип насосного агрегата для нагнетания гидравлической жидкости в систему изготавливается на базе шестеренного насоса. Диапазон рабочих давлений от 2 до 310 бар, производительности от 0,5 до 100 л/мин (стандартная линейка насосов) и выше 100 л/мин. вплоть до 5000 л/мин. (поставляются под заказ). Подобные решения широко применяются в мобильной и промышленной технике. Следующий тип насосных агрегатов – с пластинчатыми насосами. Данный тип насосов обеспечивает более равномерную подачу в сравнении с шестеренными насосами и большую производительность. Диапазон рабочих давлений несколько ниже и редко превышает 160 бар (импортной промышленностью выпускаются насосы на 210 и более бар). Пластинчатые насосы могут выпускаться одно- и двухпоточными, с фиксированной и регулируемой производительностью, а также сквозным валом для установки дополнительного насоса, например, шестеренного. Данный тип насосов распространен в станкостроении и гидроприводах широкого круга применения. Насосные агрегаты с аксиально-поршневыми насосами отличаются компактностью и вытекающей из этого минимальной массой. За счет использования рабочих органов, обладающих небольшими радиальными размерами и, следовательно, сравнительно малым моментом инерции, в таких машинах реализуется возможность быстрого регулирования частоты вращения. Помимо этого, к преимуществам аксиально-поршневых насосов относится способность к функционированию при высоком давлении (до 400 бар) и высокие значения коэффициента полезного действия (до 95%). Среди недостатков машин этого типа следует отметить солидную стоимость, сложность конструкции, а также существенную пульсацию подачи. Аксиально-поршневые насосы получили наиболее широкое применение в гидроприводах машин, работающих в средних и тяжелых режимах внешних нагрузок с большой частотой включения. Возможно изготовление агрегатов с 2-3 поточными насосами приводимыми в движение одним электродвигателем, что позволяет уменьшить габариты системы и использовать различные комбинации производительности и давления при решении широкого круга задач.

Система фильтрации

Одной из основных причин неполадок в системах гидропривода является заклинивание подвижных элементов или их износ, который приводит к повышению потерь энергии и снижению рабочих характеристик. Частицы и микрочастицы находящиеся в жидкости вызывают этот износ. Свободно циркулируя по системе, микрочастицы приводят к абразивному износу в парах трения. Чем сложнее гидравлическое оборудование, тем больший ущерб принесут загрязнения в рабочей жидкости. Фильтры устраняют из рабочей жидкости частицы и микрочастицы, сохраняя тем самым высокий КПД и длительную работоспособность системы. Выбор количества фильтров и их характеристик зависит от типа сборки и подлежащих защите ее элементов:

- для стандартных гидравлических систем необходимая тонкость фильтрации составляет 25 мкм;
- для систем, в состав которых входят пропорциональные распределители необходимая тонкость фильтрации составляет 10 мкм.

Фильтры могут быть установлены:

- на всасывании
- на сливе
- в напорной линии.

Рекомендуется устанавливать фильтры таким образом, чтобы они были доступны для периодической очистки. Такая очистка может проводиться еженедельно. Также рекомендуется

снабжать фильтры визуальным или электрическим индикатором загрязненности для облегчения контроля.

Гидрораспределитель

Гидрораспределители применяются для изменения направления или пуска и остановки рабочей жидкости в гидравлических системах с возможностью изменения направления движения приемника, чаще всего поршня гидроцилиндра либо гидромотора. Современные гидрораспределители изготавливаются с ручным, электромагнитным, а кроме этого и с пневматическим и гидравлическим управлением с условным проходом 6, 8, 10, 16, 20 и 32 мм. Наибольшее распространение в гидросистемах получили золотниковые гидрораспределители благодаря простоте их изготовления, компактности и высокой надёжности в работе. Они применяются при весьма высоких значениях давления (до 350 бар) и значительных расходах (до 1100 л/мин).

Предохранительный клапан

Предохранительный клапан предназначен для защиты от механического разрушения оборудования гидросистемы и трубопроводов избыточным давлением сверх установленного, путём автоматического слива избытка рабочей жидкости в бак. Клапан также должен обеспечивать прекращение сброса жидкости при восстановлении рабочего давления.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж насосной станции рисунок 4.1 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков
3. Записать в тетрадь название и назначение каждого элемента станции.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы
Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно
Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы
Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 5

Изучение конструкции насосно-аккумуляторных станций

Цель: изучить принципиальную гидросхему НАС

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить конструкцию насосно-аккумуляторной станции

Краткие теоретические сведения:

Аккумуляторы предназначены для накопления гидравлической энергии. Кроме этого гидравлические аккумуляторы выполняют такие функции как: гашение динамических

нагрузок, пульсации, гидроударов, аварийное питание гидросистемы при отключении основного источника энергии и т.д.

В зависимости от способа накопления гидравлической энергии различают аккумуляторы грузовые (рис. 4 а), пружинные (рис. 4 б) и гидрогазовые (рис. 4 в - д). Гидрогазовые аккумуляторы по конструкции могут быть как с разделением среды так и без разделения среды

По способу разделения среды гидрогазовые аккумуляторы могут быть поршневые (рис. 4 в), баллонные (рис. 4 г) и мембранные (рис. 4 д).

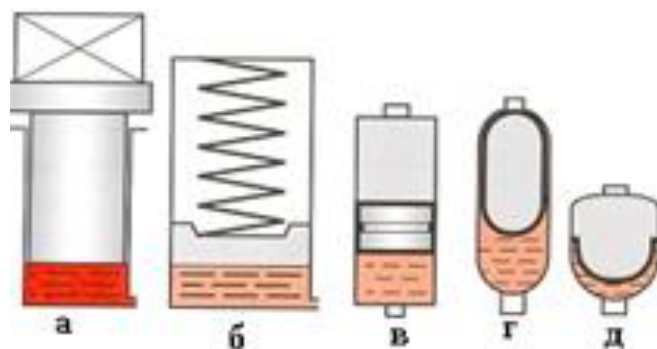


Рисунок 5.1 – Классификация гидроаккумуляторов

Баллонные и мембранные аккумуляторы, по сравнению с другими, менее инерционны и имеют меньшие размеры и массу, их недостаток - ограниченный ресурс резинового разделителя сред.

Если подача насоса больше расхода через гидродвигатели, жидкость под давлением накапливается в объеме гидроаккумулятора, если же она меньше максимального расхода гидродвигателей, аккумулятор возвращает жидкость под давлением в систему, обеспечивая вместе с насосом максимальный расход жидкости. Применение гидроаккумулятора позволяет повысить коэффициент мощности насоса, обеспечить более равномерную работу гидродвигателей с устранением пульсаций давления, создаваемых работой насоса.

Для повышения эффективности работы гидрогазовые аккумуляторы заполняются азотом под определенным давлением (давлением зарядки p_z).

Величину давления зарядки рекомендуется принимать:

- при аккумулировании энергии $0,9p_{\min}$;
- при гашении гидроударов $(0,6...0,9) p_{\text{ср}}$;
- при демпфировании пульсаций $0,6p_{\text{ср}}$, где $p_{\min}$ – минимальное рабочее давление; $p_{\text{ср}}$ - среднее рабочее давление.

С целью повышения безопасности аккумуляторы комплектуются специальными запорно-предохранительными блоками.

Гидрогазовые являются сосудами высокого давления, на которые распространяются Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденные Госгортехнадзором России 18.04.1995 г. Газовая камера аккумуляторов заряжается техническим азотом сорта II (ГОСТ 9293-74). Подключение жидкостной камеры к гидросистеме допускается только после зарядки аккумулятора азотом.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить сокращенный чертеж насосно-аккумуляторной станции рисунок 5.2 и проставить буквенно-цифровые обозначения.
2. Записать в тетрадь название и назначение каждого элемента станции.
3. Подобрать аккумуляторы для рисунка 5.2

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

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

Хорошо – есть ошибки, но на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – не верно выбраны аккумуляторы, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 6 Изучение конструкции компрессорной установки

Цель: изучить конструкцию компрессорной установки

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить принцип работы компрессорной установки

Краткие теоретические сведения:

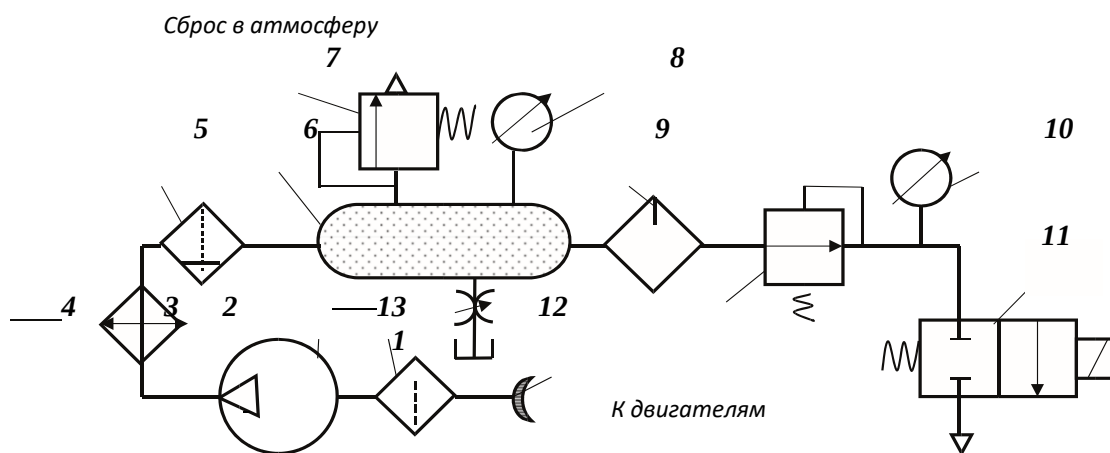


Рисунок 6 – Пневмосхема компрессорной установки.

На рисунке 6 представлена схема компрессорной установки. Основным оборудованием установки является компрессор с двигателем, маслоотделитель, охладители и ресивер (воздушный баллон).

Воздух засасывается компрессором 3 из воздухозаборника 1 через фильтр 2 и после сжатия в компрессоре поступает в теплообменный аппарат 4, где охлаждается до нужной температуры и далее протекает через влагоотделитель 5, где производится осушка — удаление влаги, выделившейся при остывании газа. Далее газ поступает в воздухосборник 6 (ресивер), который

служит для создания запаса сжатого воздуха и сглаживания пульсаций давления, возникающих в поршневых компрессорах.

Ресивер снабжен предохранительным клапаном 7, ограничивающим величину давления в системе, которое показывает электроконтактный манометр 8, включающий и отключающий компрессор по необходимости. Распределитель 11 подает газ пневмодвигателям. Для смазки контактных поверхностей на выходе из ресивера установлен маслораспылитель 9, впрыскивающий в поток газа масляную пыль, которая, оседая на поверхностях подвижных элементов, обеспечивает их смазку. Манометр 10 показывает давление на входе в пневмосистему.

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 воздухопроводах. 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 изменениях направления движения газа. Маслоотделители бывают с рыхлой засыпкой подобно воздушным фильтрам или в виде цилиндрических центробежных аппаратов — циклонов. Предохранительные клапаны устанавливаются 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 рисунка 6 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 6

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме, на защите описан принцип работы
Хорошо – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы верно
Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно
Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 7

Изучение гидросхем с дроссельным регулированием скорости гидродвигателей

Цель: изучить гидросхемы с дроссельным регулированием скорости гидродвигателей

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить работу гидросхем с дроссельным регулированием скорости гидродвигателей

Краткие теоретические сведения:

Типовые примеры установки дросселей в гидросистеме показаны на рисунке 7.1. В зависимости от необходимости дроссели могут быть установлены на напорной или сливной магистралях (рис. 7.1 а), или в ответвлении (рис. 7.1 б).

Место установки дросселя в гидросхеме определяется в зависимости от того, как именно необходимо регулировать скорость гидродвигателя.

Если необходимо регулировать скорость обоих ходов гидродвигателя, то дроссель может быть установлен на напорной магистрали (дроссель 2, рис. 7.1 а) или на сливной магистрали (дроссель 3, рис. 7.1а) или в ответвлении (дроссель 2, рис. 7.1 б).

Если необходимо регулировать скорость только одного хода гидродвигателя, то дроссель с обратным клапаном может быть установлен на рабочей гидролинии (дроссель с обратным клапаном 7, рис. 7.1а). В данном примере регулируется скорость выдвижения цилиндра 9.

Если необходимо регулировать скорость обоих ходов гидродвигателя, но скорость должна быть различной, то необходимо установить дроссели с обратным клапаном на обоих рабочих гидролиниях.

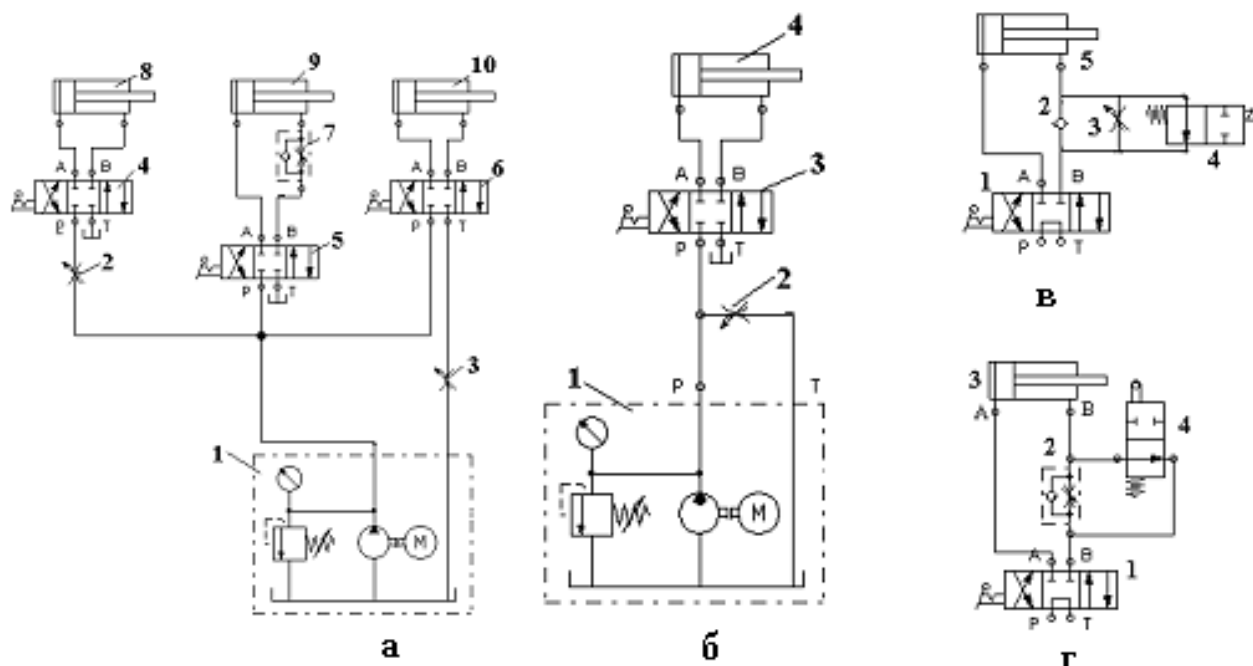


Рисунок 7.1 Типовые примеры установки дросселя в гидросхемах

Часто необходимо регулировать скорость не всего хода гидродвигателя, а только какой-либо его части. В этом случае применяется так называемая ступенчатая регулировка скорости (рис. 7 в и г). В примере на рис. 7 в скорость выдвижения цилиндра 5 изменится только при включении распределителя 4 в правую позицию. Скорость втягивания цилиндра не регулируется. На рисунке 7 г показан пример «путевой» регулировки скорости. Скорость выдвижения цилиндра 3 изменится при «наезде» штока на кулачок распределителя 4.

Недостатки дроссельного регулирования скорости

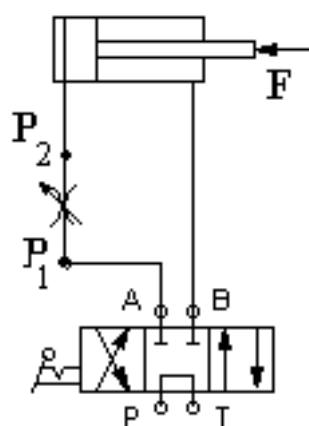


Рисунок 7.2. Дроссельное регулирование скорости

Рассмотрим влияние нагрузки на скорость перемещения гидроцилиндра при его выдвижении (рис. 7.2). Если при выдвижении штока внешняя нагрузка F будет увеличиваться, то в поршневой полости цилиндра давление будет повышаться, поэтому перепад на дросселе $\Delta P = P_1 - P_2$ будет уменьшаться.

Расход жидкости через дроссель определяется формулой Торричелли:

$$Q = \mu \varphi \sqrt{2\Delta P / \rho} \quad (7.1)$$

где: ΔP - перепад давления в отверстии дросселя;

μ -коэффициент расхода;

φ - площадь проходного сечения;

ρ - плотность.

Как видно из формулы, если величина перепада ΔP уменьшится, то и величина расхода также уменьшится. Таким образом, скорость перемещения гидродвигателя при дроссельном способе регулирования зависит от внешней нагрузки.

Дроссельное регулирование скорости гидродвигателя применяется только в том случае, когда он преодолевает постоянное технологическое сопротивление и не требует поддержания постоянства скорости при изменении сопротивления. При изменении внешней нагрузки на гидродвигателе на дросселе изменяется перепад давления, что приводит к изменению скорости гидродвигателя.

Решение задач

Задача №1. Скорость движения поршня гидроцилиндра регулируется с помощью дросселя, проходное сечение которого в данный момент равно $S_{др}=40 \text{ мм}^2$, а коэффициент расхода $\mu=0,65$. Диаметр поршня $D = 80 \text{ мм}$, его ход $h = 360 \text{ мм}$. Определить время движения поршня, если усилие на штоке $F=4 \text{ кН}$, давление перед дросселем $p_1 = 1,3 \text{ МПа}$. Жидкость масло АМГ-10 ($\rho= 850 \text{ кг/м}^3$). Дроссель включён последовательно в напорной магистрали. Потерями давления в гидролинии между дросселем и гидроцилиндром пренебречь.

После решения изменить значение усилия $F=8 \text{ кН}$ и решить еще раз

Решение. Давление на выходе из дросселя при отсутствии потерь в трубопроводе равно давлению в гидроцилиндре:

$$P_2 = \frac{F}{S_{\Pi}} \quad (7.2)$$

Расход жидкости, поступающей в гидроцилиндр, равен расходу через дроссель, который находим по формуле (2)

$$Q = \mu S_o \sqrt{\frac{2\Delta p_{др}}{\rho}}, \quad (7.3)$$

Скорость перемещения поршня

$$v_{\Pi} = \frac{Q}{S_{\Pi}} \quad (7.4)$$

Тогда время полного хода поршня будет

$$t = \frac{h}{v_{\Pi}} \quad (7.5)$$

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертежи гидросхем рисунка 7 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 7.1
3. Выполнить решение задачи
4. Сделать вывод по решению задачи

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, задача решена верно, на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, задача решена верно на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 8

Изучение гидросхем с объемно-дрессельным регулированием скорости гидродвигателей

Цель: изучить гидросхемы с объемно-дрессельным регулированием скорости гидродвигателей

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму;

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить работу гидросхем с объемно-дрессельным регулированием скорости гидродвигателей

Краткие теоретические сведения:

Объемное регулирование

Данный способ регулирования основан на изменении объема рабочих камер гидромашин - насосов и гидромоторов.

Регулирование рабочего объема насоса

Подачу объемного насоса можно вычислить по формуле:

$$Q = q \times n \times \eta \quad (8.1)$$

где q - объем рабочей камеры насоса

n - частота вращения вала насоса

η - объемный КПД

Получается, что изменения объем рабочей камеры насоса, можно регулировать расход жидкости, подаваемой в напорный трубопровод при постоянной частоте вращения.

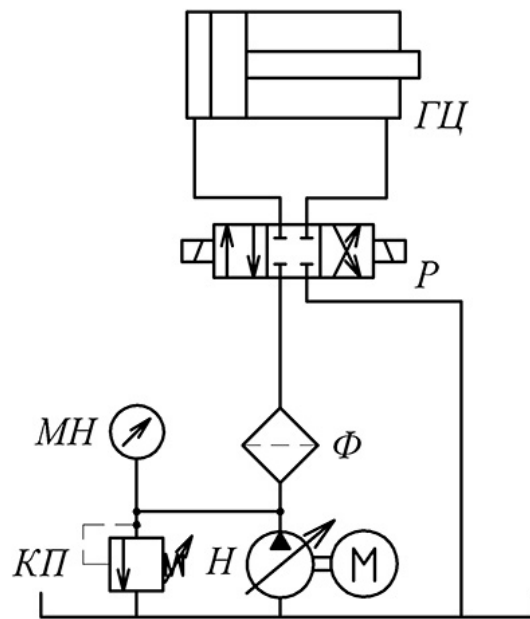
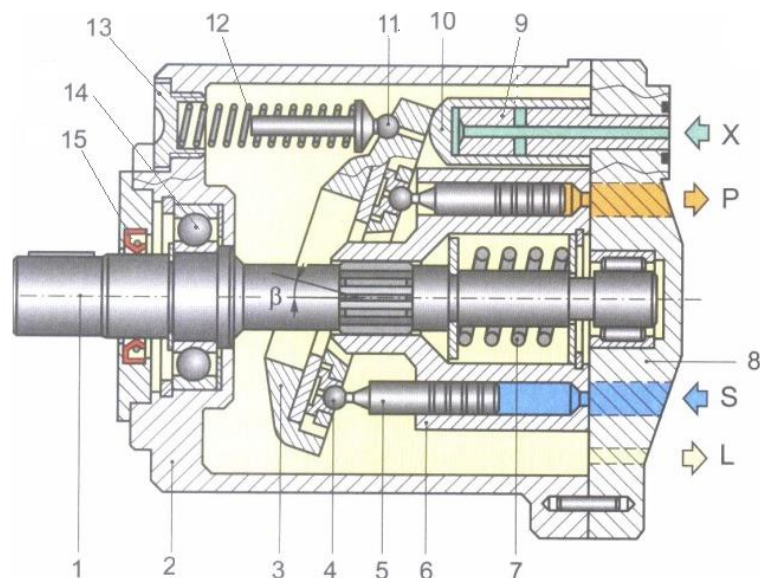


Рисунок 8.1 -Схема объемного регулирования гидропривода

Насосы, конструкция которых позволяет изменять объем рабочей камеры называют регулируемыми. Наибольшее распространение получили регулируемые пластинчатые и аксиально-поршневые насосы и гидромоторы

Регулируемым называют гидромотор (насос), в конструкции которого предусмотрена возможность изменения объема рабочей камеры. Наиболее часто используются регулируемые аксиально-поршневые моторы (насосы), существуют конструкции регулируемых пластинчатых и радиально-поршневых гидромоторов.



1-вал; 2 – корпус; 3 – наклонный диск; 4 – шарнир поршня; 5 – поршень; 6 – блок цилиндров; 7- пружина; 8 – крышка; 9 – плунжер цилиндра регулировки; 10 – гильза цилиндра регулировки; 11 – подпятник пружины; 12- регулируемая пружина; 13- регулировочная втулка; 14- подшипник; 15 – армированная манжета

Рисунок 8.2 -Регулируемый аксиально-поршневой насос с наклонным диском

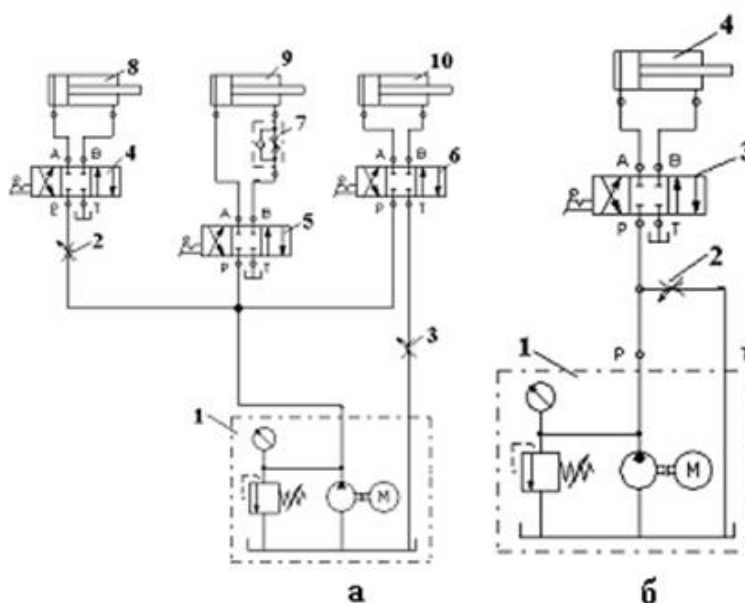
Дроссельное регулирование

$$Q_H = Q_{ГД} + Q_{сЛ} \quad (8.2)$$

Qсл - расход отправляемый на слива

В зависимости от схемы установки регулируемого гидравлического сопротивления - дросселя, различают три типовых схемы дроссельного регулирования гидропривода, представлены на рисунке 8.3:

1. Последовательное
 - 1.1 в линии нагнетания
 - 1.2 в линии слива
2. Параллельное



а- последовательное подключение б- параллельное подключение
Рисунок 8.3 – Типовые схемы подключения дросселей

Объемно-дроссельный или машинно-дроссельный способ регулирования скорости выходного звена объемного гидропривода является комбинацией двух способов- объемного и дроссельного. Его особенность заключается в том, что в гидроприводе с постоянным давлением питания и с дроссельным регулированием скорости при последовательном включении дросселя вместо насосной установки, содержащей нерегулируемый насос с переливным клапаном, используется насосная установка, содержащая регулируемый насос с автоматическим регулятором подачи, рисунок 8.4

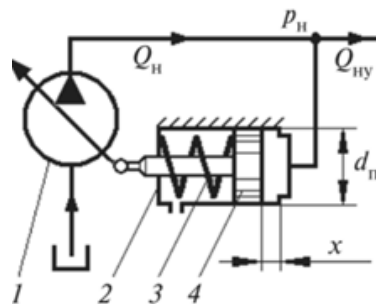


Рисунок 8.4 – Автоматический регулятор подачи насоса.

Насосная установка, схема которой приведена на рисунке 12, работает следующим образом. Пока давление P_n на выходе насоса меньше давления P_r настройки регулятора, поршень 4 под действием пружины 3 занимает крайнее правое положение, рабочий объем насоса равен максимальному и подача насоса максимальна.

При превышении давления P_n значения давления P_r поршень 4 начинает сдвигаться влево, тем самым уменьшая подачу насоса. В крайнем левом положении поршня 4, подача насоса будет минимальной.

На рисунке 8.5 приведена схема гидропривода с объемно-дрессельным регулированием скорости движения поршня гидроцилиндра 5 при последовательном включении гидродросселя 3 на выходе из гидроцилиндра.

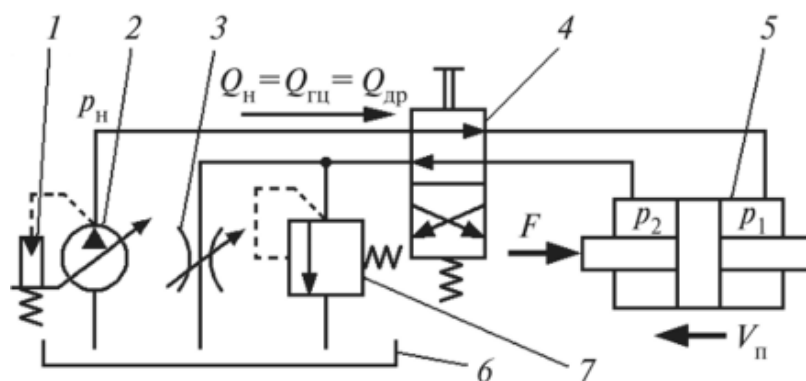


Рисунок 8.5- Схема объемно-дрессельного регулирования

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 8.5 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 8.5
3. Подобрать насос для гидросхемы 8.5

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, насос выбран верно, на защите описан принцип работы верно

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

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 9

Построение функциональной циклограммы гидропривода

Цель: научиться составлять функциональную циклограмму

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: составить функциональную циклограмму

Краткие теоретические сведения:

Циклограмма – это диаграмма, показывающая время и последовательность выполнения операций в процессе.

Функциональная циклограмма— таблица пооперационных состояний всех элементов гидропривода, служащая для визуальной проверки срабатывания элементов, участвующих в операции.

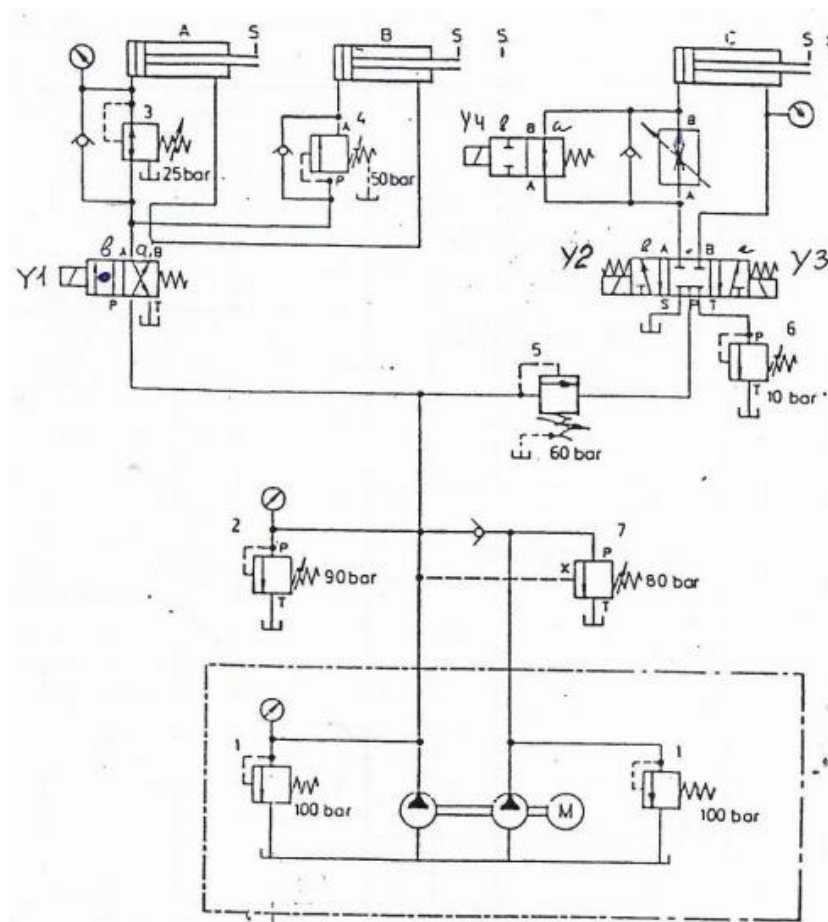


Рисунок 9.1 – Гидросхема гибочного станка

Таблица 9.1 – Циклограмма гидропривода гибочного станка (Европейский стандарт VDI 3260)

Наименование	Символ	состояние	Диаграмма функционирования								Шаг	Описание процесса
Кнопка «ПУСК»		1 0										
Распределитель 4/2	P1	b a										
г/цилиндр	Ц1	1 0										
Клапан последовательности	КП4	б а										
г/цилиндр	Ц2	1 0										
Клапан последовательности	КП5	б а										
Распределитель 5/3	P2	a 0 б										
г/цилиндр	Ц3	1 0										
Распределитель 2/2	P3	a б										

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 9.1 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 9.1
3. Заполнить таблицу 9.1

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, циклограмма составлена верно

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, циклограмма составлена верно, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 10

Чтение принципиальных гидросхем оборудования ПАО «ММК» с функциями напорных клапанов

Цель: изучение гидросхем оборудования ПАО «ММК» с функциями напорных клапанов

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить гидросхему гидропривода листовых ножниц

Краткие теоретические сведения:

В зависимости от места установки напорного клапана в гидросистеме и величины его настройки, он может выполнять самые различные функции: предохранительную, подпорную, последовательности срабатывания, торможения и др. Часто в зависимости от выполняемой функции клапан так и называют: тормозной или последовательности срабатывания или предохранительный и т.д. Рассмотрим основные функции, выполняемые напорными клапанами в гидросистеме:

1. *Аварийная функция* – клапан устанавливается в насосной станции и служит для защиты насосов, настраивается на самое высокое давление в гидросистеме.

2. *Переливная функция* – клапан устанавливается в насосных или насосно-аккумуляторных станциях преимущественно крупного станочного и металлургического оборудования и настраивается таким образом, чтобы быть открытыми, служит для создания заданного давления в системе. По конструкции такие клапаны имеют электрогидравлическое управление. При отключенном электромагните пилота основной запорный элемент клапана открыт, что позволяет разгружать насосную станцию. Часто такие клапаны выполняют роль блокировки, т.е. разгружает насос при отключении электромагнита.

3. *Предохранительная функция* – клапан устанавливается в блоке управления между насосной станцией и распределителем, создает в гидросистеме рабочее давление и защищает гидросистему от повышения давления, настраивается на рабочее давление.

4. *Подпорная функция* - устанавливается между распределителем и гидродвигателем таким образом чтобы жидкость проходила через него при сливе из гидродвигателя, служит для создания подпорного противодействия в гидродвигателе, которое обеспечивает плавность его движения. Настройка такого клапана должна быть меньше рабочего и зависит величины нагрузки на двигателе.

5. *Функция торможения* – клапан устанавливается между распределителем и гидродвигателем в отдельной гидролинии, затормаживает движение выходного звена при нулевой позиции распределителя, т.е. при самопроизвольном движении выходного звена гидродвигателя. Давление настройки зависит от внешней нагрузки. Для предотвращения кавитации при затормаживании в противоположной полости гидродвигателя устанавливается обратный клапан, через который рабочая жидкость самопроизвольно подсасывается из маслобака в гидродвигатель.

6. *Функция последовательности срабатывания* - он устанавливается между распределителем и гидродвигателем таким образом, чтобы жидкость проходила сначала через него, а потом в гидродвигатель. Поскольку клапан является нормально закрытым, он создаёт сопротивление. Клапан служит для того чтобы выходные звенья нескольких гидродвигателей срабатывали поочередно. Давление настройки клапана должно быть меньше рабочего и зависит от времени задержки срабатывания гидродвигателей.

7. *Функция понижения давления* - клапан устанавливается между распределителем и гидродвигателем в отдельной гидролинии, настраивается на другое давление, ниже чем предохранительный, позволяет создавать другую величину давления в отдельной части гидросистемы.

8. *Функция ступенчато регулирования давления* - создание заданного количества настроек давления для регулирования силовой характеристики гидродвигателя в неограниченном диапазоне.

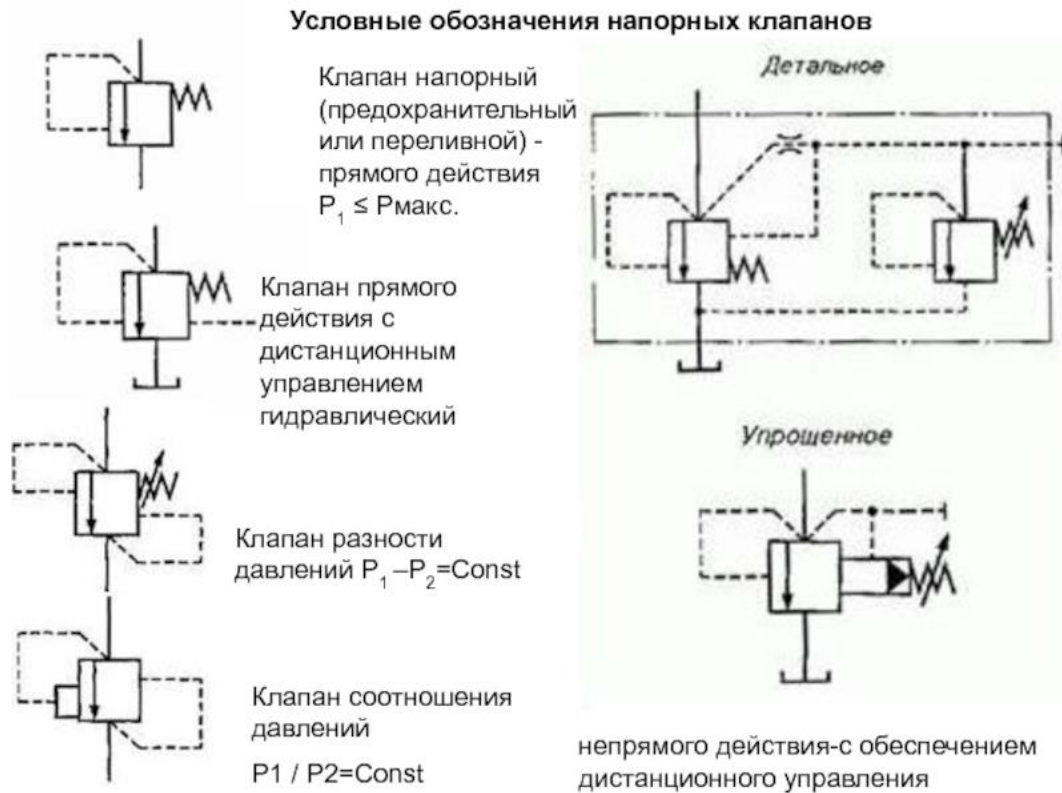


Рисунок 10.1 . Условные обозначения напорных клапанов

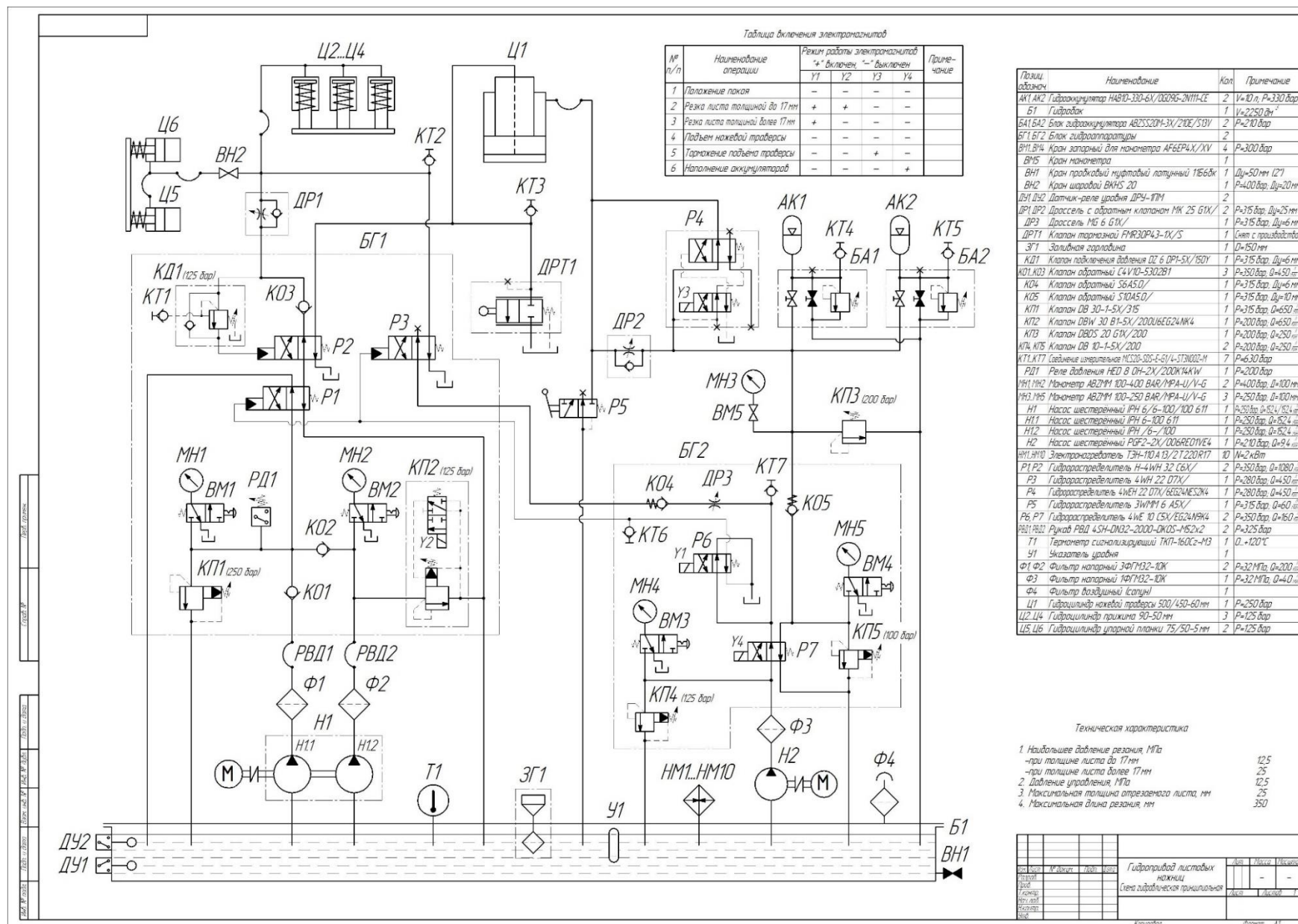


Рисунок 10.2— Гидросхема листовых ножниц

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 10.2 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 10.2
3. Составить циклограмму рисунка 10.2

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, циклограмма составлена верно

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, циклограмма составлена верно, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 11**Чтение принципиальных гидросхем оборудования ПАО «ММК»**

Цель: Изучение гидросхем оборудования ПАО «ММК»

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить гидросхему гидропривода сталкивателя обреза ЛПЦ 9 ПАО «ММК»

Краткие теоретические сведения:**Сталкиватель обреза**

Пять сталкивателей обреза размещены на передней панели концевых ножниц (А) и представляют собой рычажную конструкцию гидравлического действия. Задачей сталкивателя отрезков является сталкивание концевых отрезков, которые слишком короткие для транспортировки по рольгангу, после резки концов листа в канал для отрезков, расположенный между столом нижнего ножа (В) и качающимся рольгангом. Для этого гидроцилиндр (С) приводит в действие разъемный рычаг (D) и опускает его вниз. В результате этого тележка сталкивателя (Е) опускается на последний направляющий стол рольганга и перемещается в направлении стола нижнего ножа. Шарнир разъемного рычага опирается на пружину сжатия (F), так что направление тележки сталкивателя осуществляется равномерно по рольгангу. В отведенном положении расстояние между тележкой сталкивателя и верхней кромкой рольганга составляет около 475 мм.

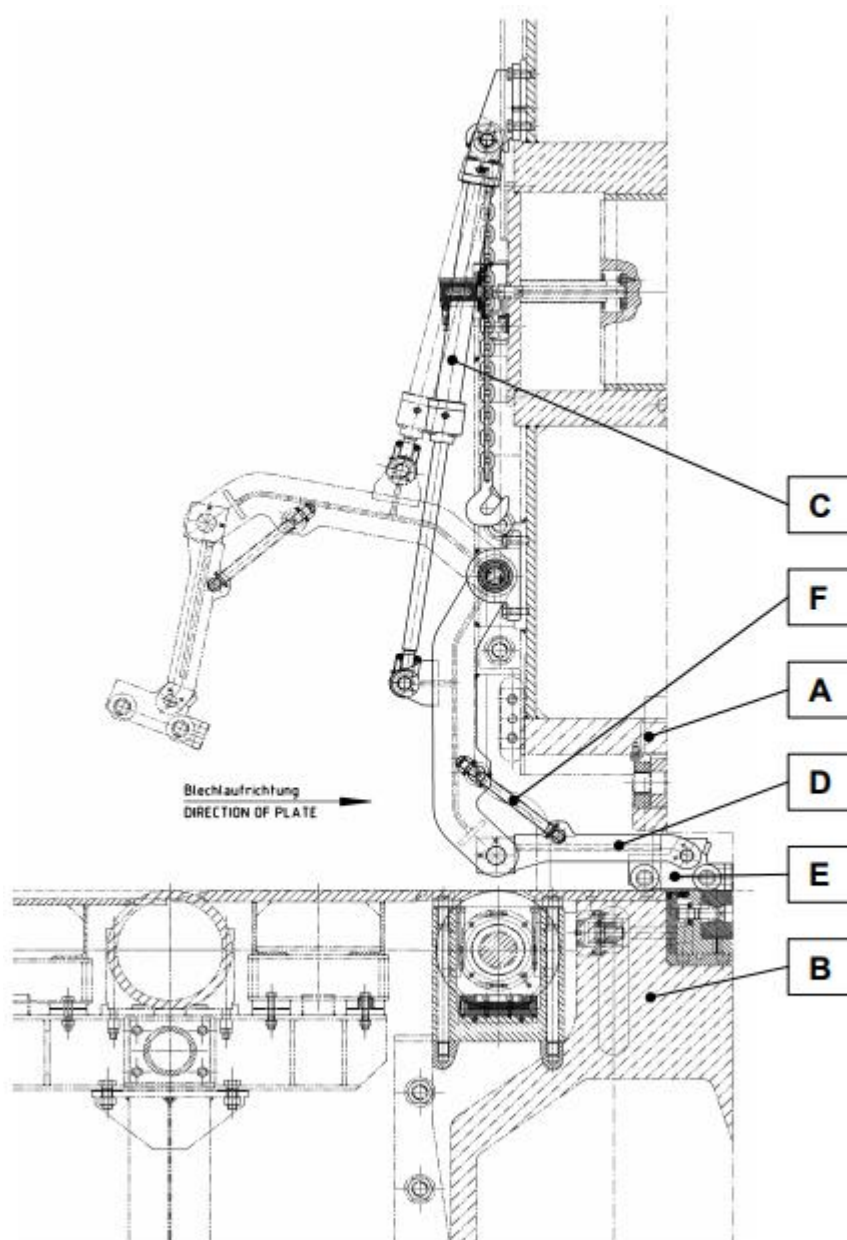


Рисунок 11.1 – Конструкция сталкивателя отрезков

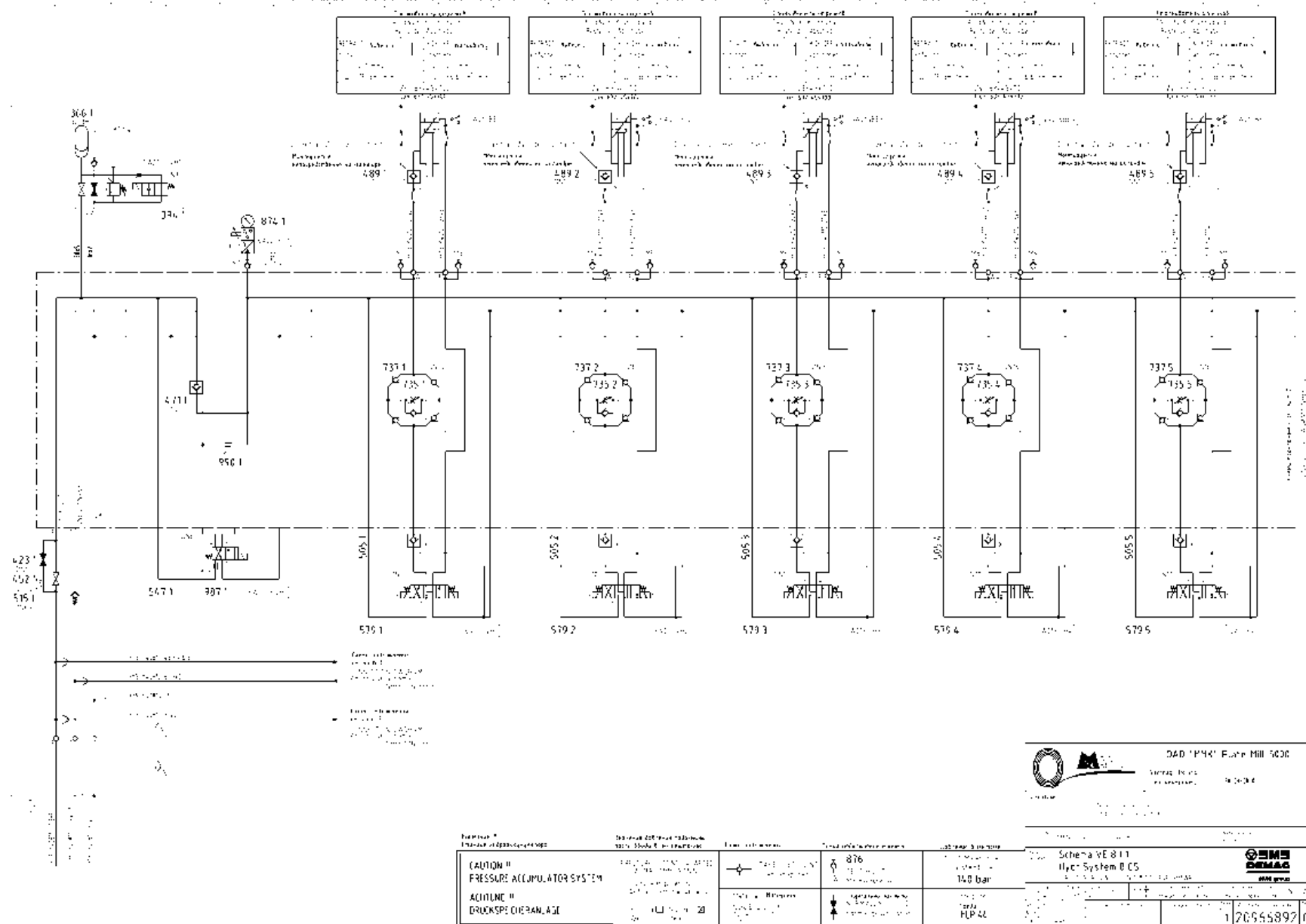


Рисунок 11.2 – Гидросхема сталквателя обреза ЛПЦ 9 ПАО «ММК»

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 11.2 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 11.2
3. Подобрать гидроаппаратуру для рисунка 11.2

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, гидроаппаратура выбрана верно

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, гидроаппаратура выбрана верно, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 12**Изучение схем приводов с применением встраиваемых клапанов**

Цель: изучить схем приводов с применением встраиваемых клапанов

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить гидросхему со встраиваемыми клапанами гидропривода ДСП ЭСПЦ ПАО «ММК»

Краткие теоретические сведения:

Гидроаппараты встраиваемого исполнения зачастую не имеют индивидуальных корпусных деталей: их монтируют в монтажных гнездах гидроблока, который может использоваться также для монтажа стыковых или модульных аппаратов. Все элементы аппарата объединены в одном установочном патроне, который в виде полнофункционального устройства вставляется в монтажное гнездо.

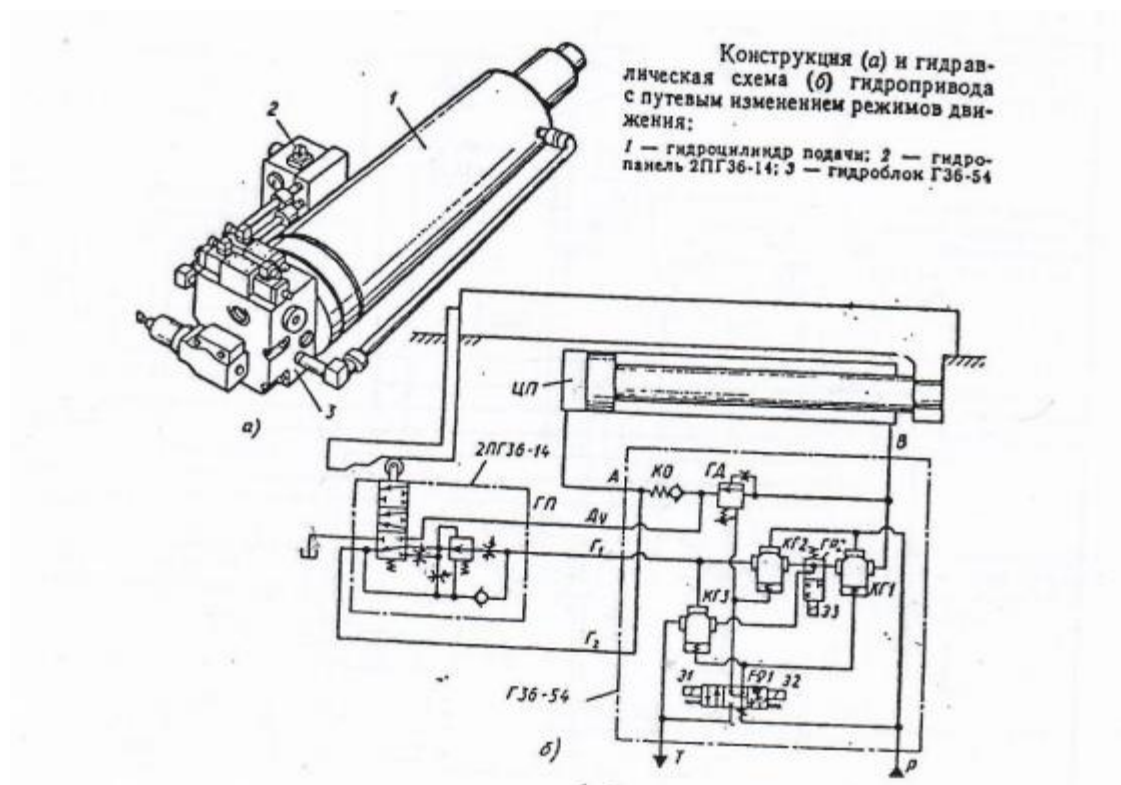
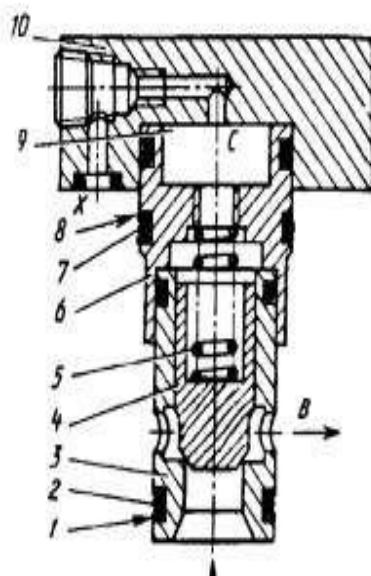


Рисунок 14.1 – Конструкция и гидросхема применения встраиваемого клапана



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; С – выходит в надклапанную полость 9.

Рисунок 14.2 – Конструкция гидроуправляемого встраиваемого клапана

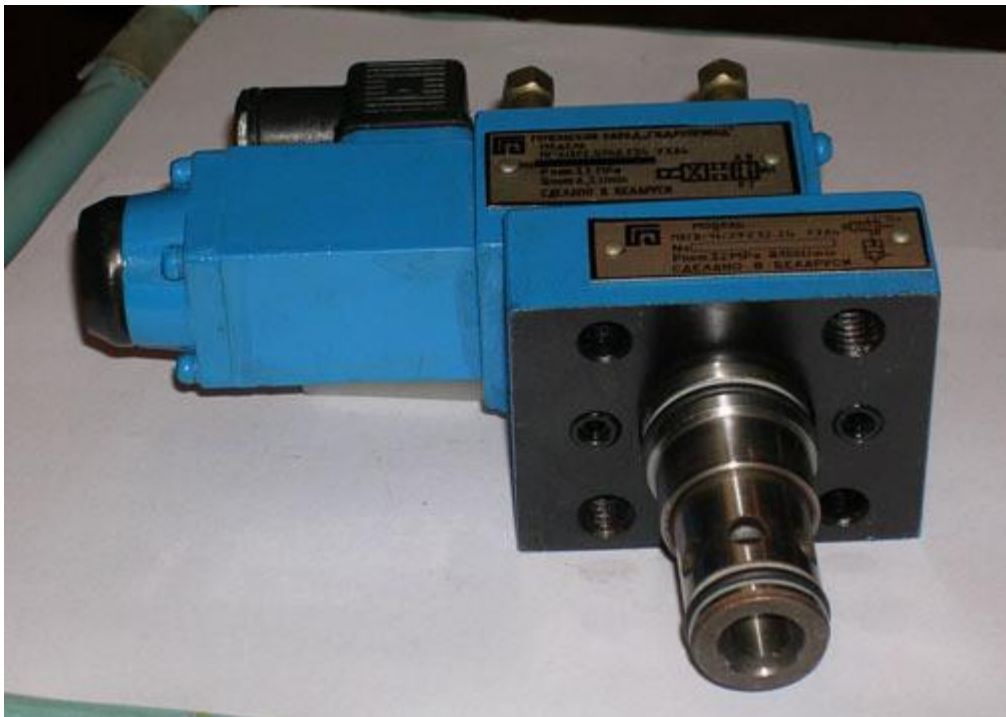


Рисунок 14.3 – Гидроуправляемый встраиваемый клапан МКГВ

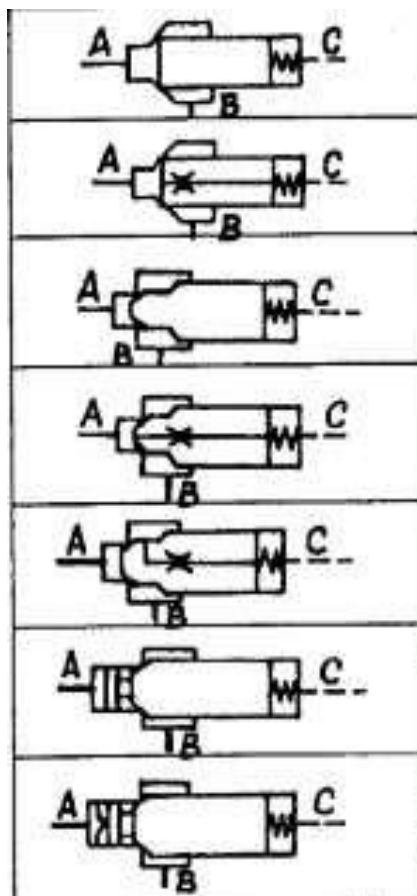


Рисунок 14.4– схемы гидроуправляемых встраиваемых клапанов

В качестве примера применения встраиваемых гидроуправляемых клапанов изучим гидросхему гидропривода подъема электродов ДСП ЭСПЦ ПАО «ММК»

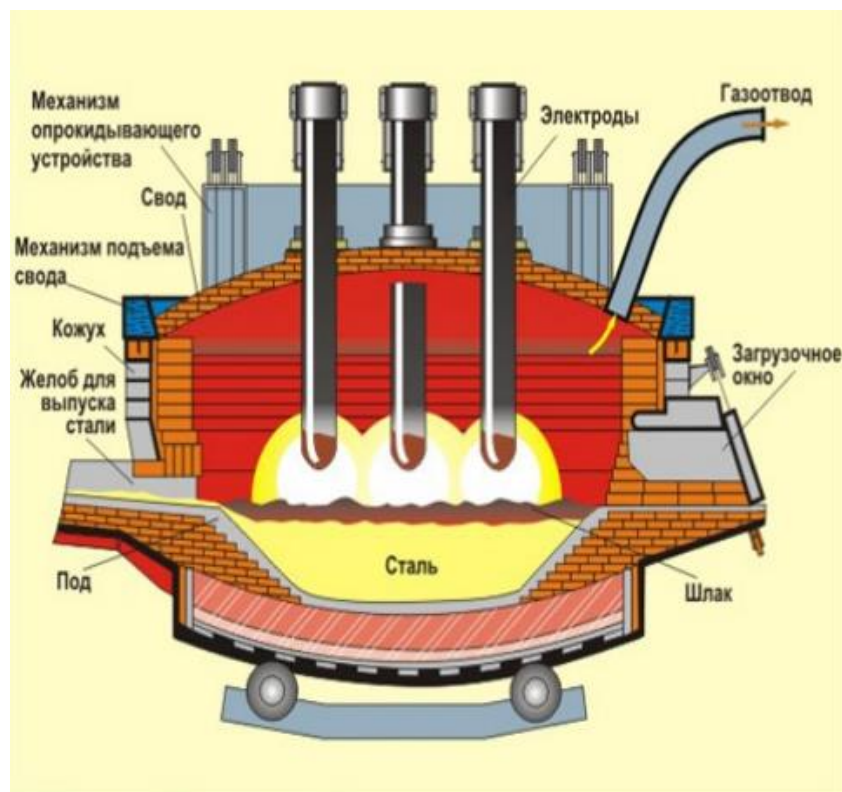
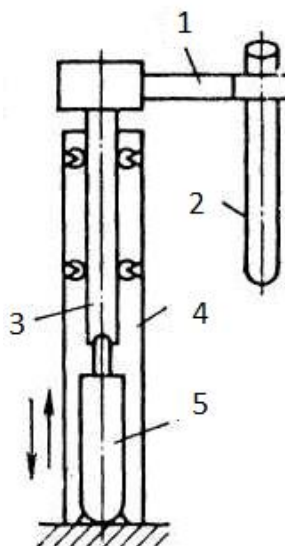


Рисунок 14.5 – Производство стали в электропечах

Механизм подъема электродов

Механизм подъема электродов – это коробчатая металлоконструкция. Она служит для осуществления вертикального движения графитового электрода, закрепленного на плече держателя электрода. Подъемное движение осуществляется гидравлически за счет цилиндра; опускание происходит за счет веса подъемной стойки, несущей конструкции и графитового электрода.



- 1- рукав электродержателя, 2- электрод, 3 – подвижная стойка, 4- неподвижная стойка 5- гидроцилиндр

Рисунок 14.5 – Гидравлический механизм подъема электродов

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 14.5 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 14.5
3. Подобрать гидроаппаратуру для рисунка 14.5

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, гидроаппаратура выбрана верно

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, гидроаппаратура выбрана верно, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 13**Чтение принципиальных схем с электрогидравлическим и электропневматическим управлением оборудования ПАО «ММК»**

Цель: изучить принципиальных схем с электрогидравлическим и электропневматическим управлением оборудования ПАО «ММК»

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить гидросхему стыкосварочной машины НТА ЛПЦ 5 ПАО «ММК»

Краткие теоретические сведения:

Электрогидравлическая система стыкосварочной машины предназначена для выполнения технологических операций по сварке концов полосы стального рулонного листа в составе непрерывно-травильного агрегата.

Приводы переднего края полосы. Выполняются следующие операции:**Установка переднего края полосы.**

Подъём. Установлен двухпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P24), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц1) в двух направлениях и удерживать в поднятом положении. Обратный клапан (KO12) предотвращает опускание цилиндра при падении давления в напорном коллекторе.

Зажим. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P15), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц2) вверх-вниз и надёжно удерживать в поднятом положении с помощью одностороннего гидрозамка (ЗМ1).

Высечные ножницы. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P1), который позволяет перемещать исполнительные цилиндры в двух направлениях, и дроссельная шайба (ДР1) для ограничения скорости перемещения

Центрователи высечных ножниц. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P13), который в средней позиции соединяет поршневые полости гидроцилиндров (Ц30 и Ц32) с напорным коллектором и, за счет разности площадей, разводит упоры. Также установлен дроссель (ДР3) для ограничения скорости перемещения каждого цилиндра. В полости нагнетания установлен редукционный клапан (КР2) для снижения давления и ограничения усилия сжатия полосы.

Центрователь переднего края полосы. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P2), который позволяет перемещать исполнительные цилиндры (Ц25, Ц26) в двух направлениях, и дроссельная шайба (ДР4) для ограничения скорости перемещения.

Приводы заднего края полосы. Выполняются следующие операции:

Нож. Верхний суппорт. Установлены два трёхпозиционных четырёхлинейных гидрораспределителя (P22 и P23), которые позволяют перемещать исполнительный механизм (Ц4 и Ц5) с быстрой и медленной скоростью при включении одного или двух распределителей соответственно. Гидрозамок (ЗМ3), установленный в штоковой полости удерживает цилиндры в поднятом положении.

Прошивной пресс. Установлен трёхпозиционный четырёхлинейный гидрораспределитель (P18), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц33) в двух направлениях.

Гратосниматель. Перемещение осуществляется посредством гидромотора (М). Установлены два трёхпозиционных четырёхлинейных гидрораспределителя (P3 и P4), которые позволяют вращать исполнительный механизм с быстрой и медленной скоростью. Для ограничения скорости установлены два дросселя (ДР5 и ДР6) в напорной линии распределителей.

Сведение резцов осуществляется с помощью цилиндра (Ц14). Трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P5) позволяет перемещать исполнительный цилиндр в двух направлениях. Редукционный клапан (КР1) поддерживает давление на входе гидрораспределителя. Скорость перемещения ограничивается дросселем (ДР7), установленным на выходе гидрораспределителя.

Установка заднего конца полосы.

Подъём. Установлен двухпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P25), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц17) в двух направлениях и удерживать в поднятом положении. Обратный клапан (КО13) предотвращает опускание цилиндра при падении давления в напорном коллекторе.

Зажим. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P19), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц18) вверх-вниз и надёжно удерживать в поднятом положении с помощью одностороннего гидрозамок (ЗМ2).

Перемещение. Установлены два трёхпозиционных четырехлинейных гидрораспределителя (P20 и P21), которые позволяют перемещать исполнительный механизм с быстрой и медленной скоростью при включении одного или двух распределителей соответственно.

Прижим неподвижной и подвижной станины. Осуществляется с помощью четырёх цилиндров (Ц6, Ц7, Ц8, Ц9), работающих попарно. Поршневые полости каждой пары цилиндров соединены с трёхпозиционным четырехлинейным гидрораспределителем (P27 и P28). Штоковые полости средней пары гидроцилиндров соединены с дренажем, а пары крайних гидроцилиндров соединены с двухпозиционным гидрораспределителем (P32).

Распределитель P26 подключает распределители, соединенные с поршневыми полостями гидроцилиндра прижима к магистрали высокого давления в режиме удержания. При этом обратный клапан КО17 закрывается. Давление в цилиндрах прижима контролируется с помощью реле давления РД1...РД5.

Зажим клина шарнира. Для перемещения цилиндра (Ц20) двухстороннего действия установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (P14).

Центрователь внутренний. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (Р6), который позволяет перемещать исполнительные цилиндры (Ц21 и Ц22) в двух направлениях, и дроссель на выходе распределителя (ДР18) для ограничения скорости перемещения.

Поворот нижнего суппорта ножниц. Установлен двухпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (Р9), который позволяет перемещать исполнительный цилиндр (Ц34) в двух направлениях, и дроссель (ДР9) для ограничения скорости перемещения.

Центрователь заднего края полосы. Установлен трёхпозиционный четырехлинейный гидрораспределитель (Р7), который позволяет перемещать исполнительные цилиндры (Ц23 и Ц24) в двух направлениях, и дроссель (ДР10) для ограничения скорости перемещения.

Таблица 13. 1 Исходные данные

Вариант	Часть схемы для практической работы
1	Установка переднего края полосы
2	Установка заднего края полосы
3	Прижим неподвижной станины
4	Прижим подвижной станины
5	Перемещение подвижной станины
6	Центрователи высечных ножниц
7	Верхний суппорт
8	Гратосниматель
9	Сведение резцов

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидросхемы рисунка 13.1 по вариантам и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рисунка 13.1
3. Подобрать гидроаппаратуру для рисунка 13.1

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, гидроаппаратура выбрана верно

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

Удовлетворительно – есть ошибки в схеме потоков, гидроаппаратура выбрана верно, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 14**Чтение и составление принципиальных электрических схем управления**

Цель: изучить и составить принципиальные электрические схемы управления

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить 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.

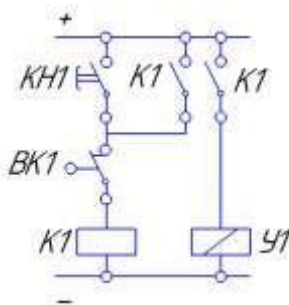


Рисунок 14.1 – Вариант 1 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра.

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.

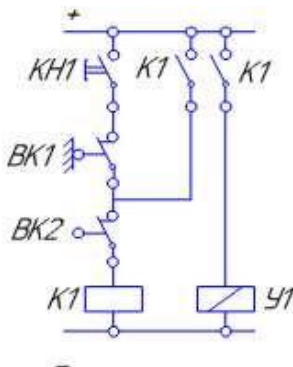


Рисунок14.2 – Вариант 2 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертежи рисунков 25 и проставить буквенно-цифровое обозначение.

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, насос выбран верно, на защите описан принцип работы верно

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

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 15

Выбор исходных данных и обоснование принципиальной гидросхемы

Цель: изучить методику выбора исходных данных и обоснования принципиальных гидросхем.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: выбрать исходные данные и составить принципиальную гидравлическую схему

Краткие теоретические сведения

Выбор номинального давления $P_{\text{ном}}$ является ответственным шагом, так как от него зависят габаритные размеры, стоимость и надежность работы гидропривода.

При выборе номинал. давления следует руководствоваться следующими соображениями: малые давления приводят к возрастанию габаритных размеров и веса, но способствует плавной и устойчивой работе привода; большие давления, снижая габаритные размеры и вес, приводят к удорожанию привода, уменьшают срок службы гидрооборудования.

Номинальное давление (МПа) в гидросистемах назначают в соответствии с нормальным рядом давлений по ГОСТ 12455-80: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125.

Номинальное давление обычно выбирают на основании существующих рекомендаций и статических данных, полученных при практическом использовании оборудования.

По давлению различают гидроприводы **низкого (до 1,6 МПа), среднего (1,6-6,3 МПа) и высокого (6,3-20 МПа) давлений**. Первые применяются главным образом в подъемно-транспортных и строительных и дорожных машинах простейших конструкций, где имеются незначительные нагрузки. Приводы среднего давления мощностью до 20 кВт применяются часто, обеспечивая высокие жесткость и прочность; их преимущество - возможность использования дешевых пластинчатых и шестеренных насосов. Приводы высокого давления на базе поршневых насосов применяют главным образом в металлургическом оборудовании, а также в мощных ПТМ, например экскаваторах, мобильных кранах с телескопической стрелой, а также манипуляторах с разомкнутой кинематической цепью. Приводы позволяют получить большую выходную мощность при ограниченных размерах гидродвигателей.

Таблица 15.1- Исходные данные для расчёта

Параметр	значение
1. Усилие на штоке, F, кН	
2. Рабочее давление, P, МПа	
3. Скорость рабочего хода, U, м/мин	
4. Ход штока, L, мм	
5. Длина линии всасывания, $l_{вс}$, м	
6. Длина линии слива, $l_{сл}$, м	
7. Длина линии нагнетания, $l_{наг}$, м	
8. Время выдвижения, t, сек	

- После таблицы с исходными данными следует выполнить принципиальную гидросхему. При её выполнении следует соблюдать требования ГОСТа.

- Схема должна содержать буквенные обозначения всех её элементов, которые ставятся без полочек сверху справа условного обозначения. Схема должна отражать весь гидропривод, включая энергетическую часть гидросистемы.

- При необходимости энергетическую часть гидросистемы можно выполнить на отдельной схеме, указав наименование всех её магистралей.

- После гидросхемы следует построить циклограмму работы всего гидропривода. *Циклограмма* отражает последовательность срабатывания каждого элемента гидросистемы за один цикл её работы.

- Обоснование гидросхемы должно отражать **подробное** описание её работы в соответствии с циклограммой и назначение, и конструктивные особенности каждого её элемента (функции, выполняемые клапанами, их необходимость в данном месте схемы, тип управления, номер схемы распределителей и т.п.).

Порядок выполнения работы:

1. Заполнить таблицу 15.1
2. Выполнить чертеж принципиальной гидравлической схемы
3. Составить схему потоков
4. Составить циклограмму

Форма представления результата:

Отчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

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

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

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

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 16 **Выбор насоса**

Цель: изучить методику выбора насоса

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: рассчитать параметры и подобрать насос

Краткие теоретические сведения

16.2: Определяем полезную мощность исполнительного звена гидродвигателя по формулам 16.1 и

На штоке гидроцилиндра $N_{ц}$, кВт:

$$N_{ц} = \frac{Fv}{1000} \quad (16.1)$$

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

$$N_{м} = \frac{M n}{9552,5} \quad (16.2)$$

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 3 -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 16.3:

$$N_n = K_{з.у.} K_{з.с.} (z_{ц} N_{ц} + z_{м} N_{м}) \quad (16.3)$$

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, по формуле 16.4:

$$Q = \frac{N_n}{P_{ном}} \quad (16.4)$$

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 по формуле 16.5:

$$V_0 = 10^3 \frac{Q}{n_{ном} \eta_0}, \text{ см}^3, \quad (16.5)$$

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 4 - 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 по формуле 16.6:

$$Q_n = 10^{-3} V_0 n_{ном} \eta_0 \quad (16.6)$$

Мощность, кВт, необходимую для привода насоса, определяем по формуле 16.7:

$$N_n = \frac{Q_n p}{60 \eta_n} \quad (16.7)$$

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить расчет
2. Выбрать насос и выписать его основные характеристики

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, насос выбран не верно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 17 Выбор рабочей жидкости, фильтров и гидроаппаратуры

Цель: изучить методику выбора рабочей жидкости, фильтров и гидроаппаратуры

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести выбор рабочей жидкости, фильтров и гидроаппаратуры

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 17.1 - Рекомендуемая кинематическая вязкость минеральных масел при температуре 50°

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

Таблица 17.2- Зависимость класса вязкости от кинематической вязкости

Показатель	Значение показателя															
Класс вязкости	2	3	5	7	10	15	22	32	46	68	100	150	220	320	460	680
Кинематическая вязкость при температуре 50 °С, мм ² /с (сСт)	1,9	3,0	4,0	6,0	9,0	13,0	19,0	29,0	41,0	61,0	90,0	135	198	288	414	612
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	2,5	3,5	5,0	8,0	11,0	17,0	25,0	35,0	51,0	75,0	110,0	165	242	352	506	748

Затем в соответствии с выбранной вязкостью выбирают марку рабочей жидкости.

Таблица 17.3 –Современные марки гидравлических масел

Марка гидравлического масла	Период применения	Применяется в технике
ВМГЗ (-45 °С застывания)	круглогодично	Для оборудования, работающего под открытым небом, без защиты от осадков и перепадов температур. Это строительная, дорожная, лесозаготовительная техника
ВМГЗ (-60 °С застывания) прозрачное	круглогодично	Автокраны, автовышки, гидроподъемные механизмы
МГЕ -46В	с весны по осень	Для сельскохозяйственной техники, эксплуатируемой в условиях повышенной загрязнённости, запылённости, влажности.
АМГ-10	Зимний, арктический	Для гидросистем авиационной и наземной техники, работающей в интервале температур окружающей среды от -60 до +55 °С.
ЛЗ-МГ-2	Зимний, арктический	Для гидросистем, обеспечивает быстрый запуск техники и работу при температурах до -60...-65 °С.
Shell Tellus S4 VX 32, Teboil Hydraulic Deck Oil, Gazpromneft Hydraulic Nord 32, Cat TDTO 0W-20 Gold Weather, MOBIL UNIVIS HVI 26, Petro-Canada Hydrex Extreme	Арктический или круглогодично	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Ключевая важность этих масел, что они имеют высокий индекс вязкости, более 300, что позволяет маслу находиться в жидком состоянии даже при – 50 °С, тем самым не допуская перегрева насосов. Работоспособная температура от -60 °С до +75 °С.
масла класса HVLP 22 Shell Tellus S2 V 22,	Зимний	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного

Teboil Hydraulic Oil 22S, Komatsu TO 10, Gazpromneft Hydraulic HVLP 22, Cat TOTD 10W, MOBIL UNIVIS N 22, TOTAL EQUIVIS ZS 22, HITACHI Super EX22HN		производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -35 0С до +80 0С.
масла класса HVLP 32 Shell Tellus S2 V 32, Teboil Hydraulic Oil 32S, Komatsu HO-MVK EX32, Gazpromneft Hydraulic HVLP 32, Cat Hydo Advanced 10W, MOBIL UNIVIS N 32, TOTAL EQUIVIS ZS 32, HITACHI Super EX32HN	Зимний или круглогодично	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -25 0С до +100 0С, может использоваться при высоком давлении (до 400 бар)
масла класса HVLP 46 Shell Tellus S2 V 46, Teboil Hydraulic Oil 46S, Gazpromneft Hydraulic HVLP 46, KOMATSU HO46-HM, MOBIL UNIVIS N 46, TOTAL EQUIVIS ZS 46, HITACHI Super EX46HN	с весны по осень	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -15 0С до +95 0С.
масла класса HVLP 68, 100 Shell Tellus S2 V 68, 100, Teboil Hydraulic Oil 68S, 100S, Gazpromneft Hydraulic HVLP 68, 100, MOBIL UNIVIS N 68	летний	Применяются на современной отечественной и импортной технике, где имеется гидросистема с насосами всех типов (в т.ч. импортного производства), работающие при давлении до 25 Мпа. Работоспособная температура от -10 0С до +95 0С

Для подходящей марки рабочей жидкости выписывают все параметры и объясняют все её свойства.

Выбор гидроаппаратуры

В данном разделе необходимо обосновать выбор применяемой гидроаппаратуры согласно принципиальной гидросхеме. При выборе аппаратуры учитываются Ду, 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. Ду.
5. $\Delta P_{ап}^0$ – 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 17.4 - Классы чистоты масла для различных узлов гидропривода

Узлы гидропривода	Номинальная тонкость фильтрации	Класс чистоты по ГОСТ 17216-71
Насосы шестеренные на давление до 2,5 МПа; насосы и моторы пластинчатые нерегулированные на давление до 6,3 МПа	40	14-15
Насосы пластинчатые нерегулированные на давление 12,5-16 МПа; насосы пластинчатые регулированные на давление до 6,3 МПа; насосы и моторы аксиально-поршневые регулированные и нерегулированные 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

По таблице 17.4 необходимо определить, какой класс чистоты необходимо поддерживать в проектируемой гидросистеме.

Затем на основе таблицы 17.5 необходимо выбрать номинальную тонкость фильтрации рабочей жидкости, которая зависит от рабочего давления, таким образом можно выбрать способ установки фильтра и его конкретный типоразмер и конструкцию.

Таблица 17.5—Достижимые классы чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 172 16-71

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	13	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.

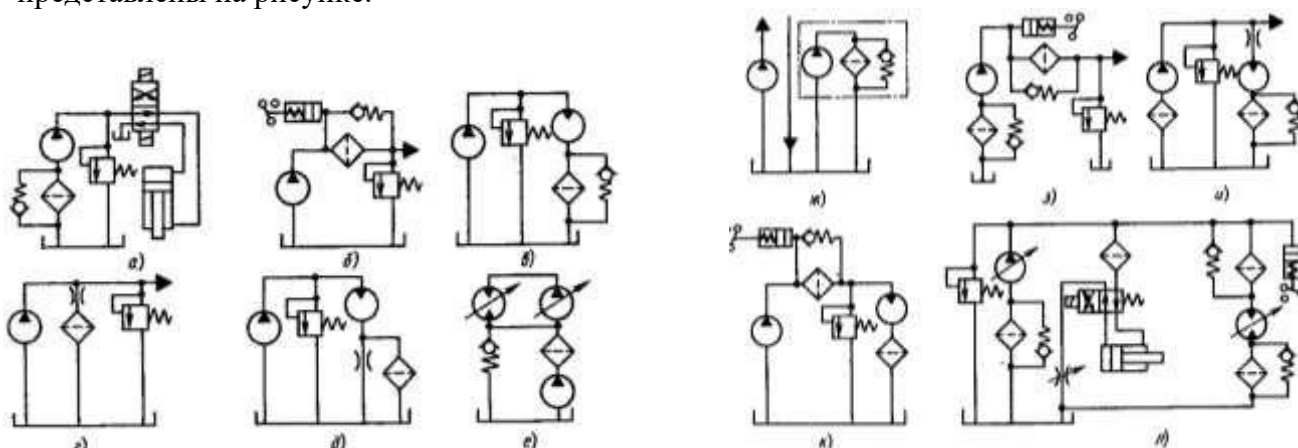


Рисунок 17.1 – различные способы установки фильтров

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать рабочую жидкость, фильтры и гидроаппаратуру

Форма представления результата:

Отчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в выборе рабочей жидкости

Удовлетворительно – есть ошибки в выборе рабочей жидкости и гидроаппаратуры

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 18

Определение основных параметров гидроцилиндров

Цель: изучить методику определения основных параметров гидроцилиндров

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести расчет основных параметров гидроцилиндра

Краткие теоретические сведения:

В качестве исполнительных механизмов в гидроприводе применяются силовые цилиндры. Гидроцилиндр – исключительный по своей красоте механизм, позволяющий непосредственно, без

кинематических преобразований получить прямолинейное движение. Цилиндры отличаются высоким КПД, предельной простотой и компактностью, облегчающей возможность встройки в самые разнообразные машины и оборудования.

Определяем диаметр поршня гидроцилиндра, по формуле 18.1:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot P}} \quad (18.1)$$

где: F- усилие на штоке, Н;

P – рабочее давление, Па.

В соответствии с ГОСТ 12447-80 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= мм,

Диаметр штока принимается из соотношения, по формуле 18.2

$$d = (0,4 \div 0,7) \cdot D \quad (18.2)$$

В соответствии с ГОСТ 12447-80 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); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900).

По ГОСТ 12447-80 принимаем d =.....мм.

По европейскому стандарту DIN 3320 при выборе диаметров поршня и штока должно выполняться условие, по формуле 18.3:

$$\frac{S_{шт.п}}{S_n} = 0,6 \div 0,8 \quad (18.3)$$

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

S_п - площадь поршня.

Определяем площадь поршня, по формуле 18.4:

$$S_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (18.4)$$

Определяем площадь штока, по формуле 18.5:

$$S_{шт} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (18.5)$$

Определяем площадь штоковой полости, по формуле 18.6:

$$S_{шт.п.} = S_n - S_{шт} \quad (18.6)$$

$$\frac{S_{шт.п.}}{S_n} =$$

Сила трения в уплотнениях определяется в зависимости от типа уплотнения. Поэтому для дальнейшего расчёта сначала необходимо выбрать тип уплотнения в зависимости от рабочего давления и скорости выдвижения штока. В таблице 18.1 представлены типы уплотнений.

Таблица 18.1 –Типы уплотнений

Тип уплотнений	Условия применения
Шевронное резинотканевое по ГОСТ 22704-77	$P_{раб} \leq 63 \text{ МПа};$ $v_{выдв} \leq 3 \text{ м/с}.$
Манжеты уплотнительные по ГОСТ 14896-84	$P_{раб} \leq 50 \text{ МПа};$ $v_{выдв} \leq 0,5 \text{ м/с}.$
Кольца поршневые по ГОСТ 2 А54-1-72	$P_{раб} \leq 50 \text{ МПа};$ $v_{выдв} \leq 7,5 \text{ м/с}.$

Уплотнения гидравлического цилиндра

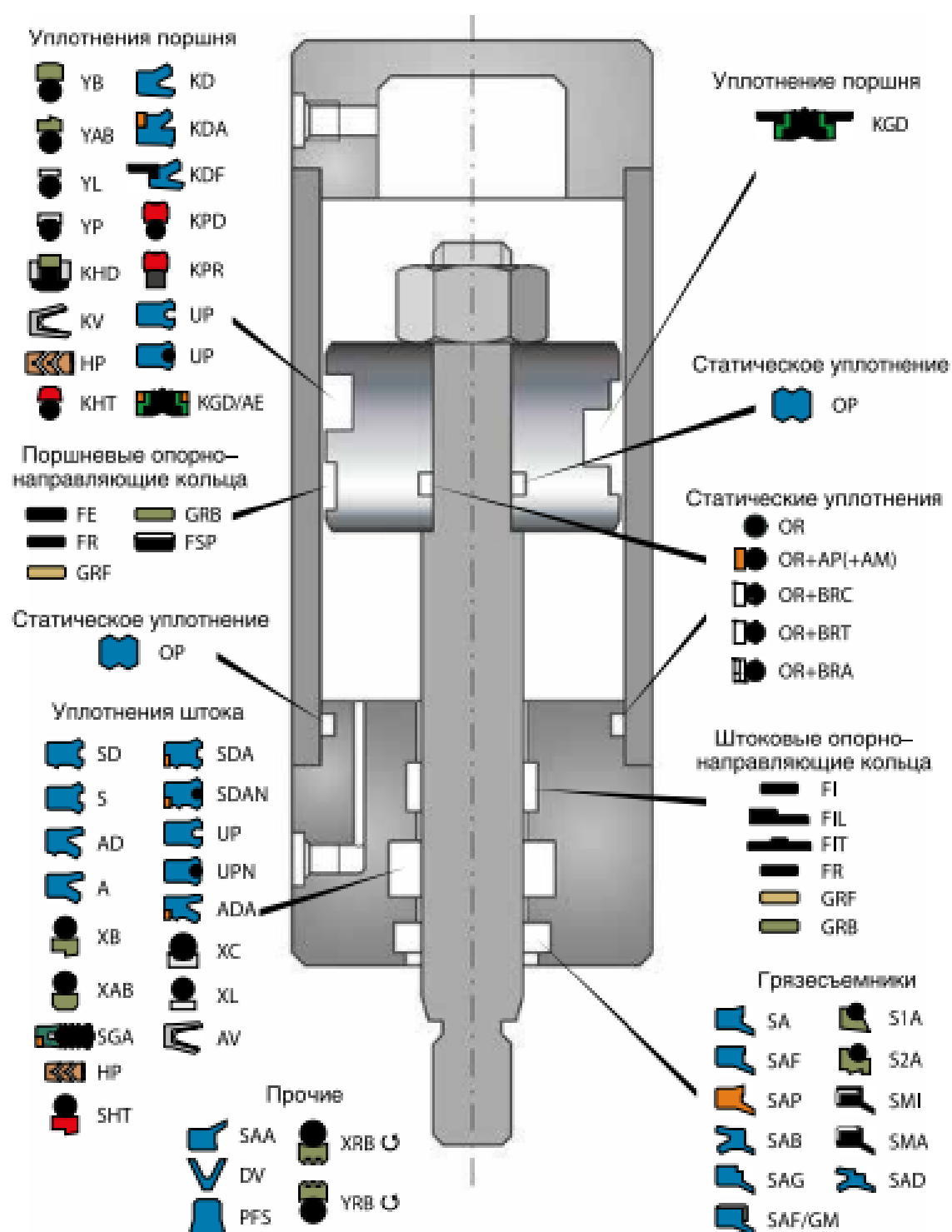


Рисунок -18.1 – Виды уплотнений гидроцилиндра

Для *шевронных, V образных резиновых уплотнений и фторопластовых уплотнений* любой конструкции сила трения в уплотнениях определяется по формуле, 18.7:

$$T = \pi DH(P + P_k) \mu, \text{ Н} \quad (18.7)$$

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 и может быть равным $n = 2 \div 10$

При $P \leq 6,3$ 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 18.8:

$$T = \pi D b \mu (P + n P_k), \text{ Н} \quad (18.8)$$

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/.

Порядок выполнения работы:

1. Произвести расчет основных параметров гидроцилиндра
2. Выбрать тип уплотнений штока и поршня и провести расчет силы трения

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете гидроцилиндра

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете гидроцилиндра и выборе типа уплотнения

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Практическое занятие № 19 Расчёт силовых гидроцилиндров на прочность

Цель: изучить методику расчета гидроцилиндра на прочность

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести расчет гидроцилиндра на прочность

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.

Определение толщины гильзы и крышек

Толщина δ гильзы для цилиндров определяется по формуле 19.1

$$\delta = \frac{1,25P_{\text{раб}} \cdot D}{2,3[\sigma_p] - P_{\text{раб}}} + a, \text{ м} \quad (19.1)$$

где: $P_{\text{раб}}$ – рабочее давление;

D – диаметр поршня (плунжера);

$[\sigma_p]$ – допустимое напряжение растяжения, для сталей рекомендуется $[\sigma_p] = 50 \div 60$ МПа;

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

Внешний диаметр цилиндра, определяется по формуле (19.2):

$$D_0 = D + 2\delta \quad (19.2)$$

Толщину крышек цилиндра определяют по формуле 19.3

$$\delta_{\text{кр}} = 0,43D \sqrt{\frac{1,25P_{\text{раб}}}{[\sigma_p]}} \quad (19.3)$$

Проверка: должно также выполняться условие:

$$\delta_{\text{кр}} \geq 1,5\delta$$

Если в гидроцилиндре имеется демпфер, то толщина крышки должна быть увеличена на длину хвостовика l .

Расчет крепления крышек к гильзе гидроцилиндра

Расчет на прочность крепления крышек и гильзы выполняется в зависимости от его вида по одной из приведённых формул.

1) если соединение крышек с корпусом сварные, то необходимо проверить прочность сварного шва по формуле 19.4

$$\sigma = \frac{1,25F_{\text{шт}}}{3,14 \cdot D_{\text{ср}} \cdot \delta} \leq [\sigma_{\text{св}}] \quad (19.4)$$

где $F_{\text{факт}}$ – фактическое усилие на штоке;

$D_{\text{ср}}$ – средний диаметр цилиндра по сварному шву;

$[\sigma_{\text{св}}]$ – допускаемое напряжение для сварного шва;

$[\sigma_{\text{св}}] = 80$ МПа.

2) если крышки крепятся к гильзе при помощи резьбового соединения, то внутренний диаметр резьбы выбирается по ГОСТ 9150-81, таблица 82 с.582 /1/, при этом необходимо соблюдать условие:

$$d_{вн} \geq D_0$$

Принимаем резьбу , таблица 82 с.582 /1/

Прочность резьбового соединения проверяется по формуле 19.5:

$$\sigma_{см} = \frac{1,25F_{шт} \cdot P}{\pi \cdot H d_{ср} (d_n - d_{вн})} \leq [\sigma_{см}] \quad (19.5)$$

где P – шаг резьбы;

H – длина резьбы, находящейся в соединении, $H = (9 \div 12)P$;

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

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение на смятие, $[\sigma_{см}] = 180$ МПа.

3) 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 19.6:

$$d_{б} = \sqrt{\frac{4KF_{шт}}{\pi[\sigma_p]Z}}, \text{ м} \quad (19.6)$$

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

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

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

$[\sigma_p] = 120 \div 160$ МПа.

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

Расчет крепления гидроцилиндра к машине

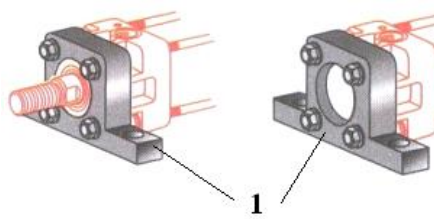
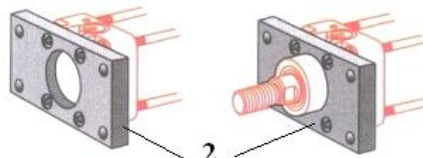
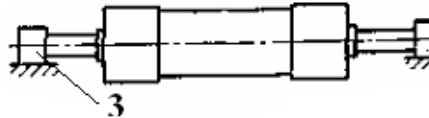
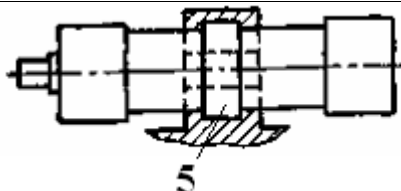
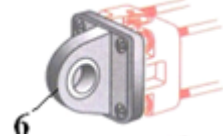
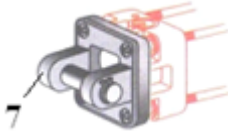
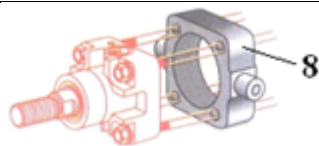
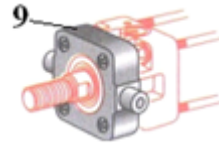
В зависимости от конструкции механизма, приводимого гидроцилиндром, важным является способ монтажа гидроцилиндра.

Способ крепления оказывает существенное влияние на эксплуатационные показатели гидропривода и приводимого механизма, поэтому при его выборе необходимо учитывать, чтобы

- на штоке не возникали радиальные нагрузки;
- цилиндр не терял устойчивость при полностью выдвинутом штоке.

Современные производители гидроцилиндров предусматривают для одного и того же типоразмера и модели разные варианты закрепления, что даёт возможность подобрать необходимые параметры цилиндра и конструктивные особенности. Стандартные способы неподвижного и подвижного закрепления цилиндров приведены в таблице 19.1

Таблица 19.1 - Способы установки гидроцилиндров

1.	Крепление цилиндров при помощи лап 1; лапы могут быть у основания цилиндра или по его оси, могут располагаться у крышек или у гильзы, могут быть выполнены за одно с крышкой или гильзой или быть съёмными; в качестве лап может служить прямоугольная крышка, в которой имеются крепёжные отверстия;	
2.	при торцовом креплении цилиндра используется фланец 2, который может располагаться у сквозной или глухой крышек, или посередине;	
3.	крепление за двухсторонний или односторонний неподвижные штоки 3;	
4.	крепление цилиндра в седле 5: гидроцилиндр устанавливается буртами в седле, сверху на бурты надевают хомут, который прикрепляется к седлу болтами;	
5.	шарнирные крепления: проушина 6 у задней головки;	
6.	шарнирные крепления: вилка 7 у задней головки;	
7.	шарнирные крепления: с цапфой 8 посередине;	
8.	шарнирные крепления: цапфа 9 у передней головки или с цапфой у задней головки;	
9.	шарнирные крепления: с шаровой опорой 10 у задней головки или у гильзы.	

Наиболее распространенными способами крепления силовых цилиндров к машине являются проушина или вилка с отверстием под палец; цапфы; лапы или шаровая опора.

Проушина, вилка, цапфа, шаровая опора могут быть выполнены съёмными или за одно с основными деталями гидроцилиндра.

Расчет на прочность крепления цилиндра выполняется в зависимости от его вида по одной из приведённых формул.

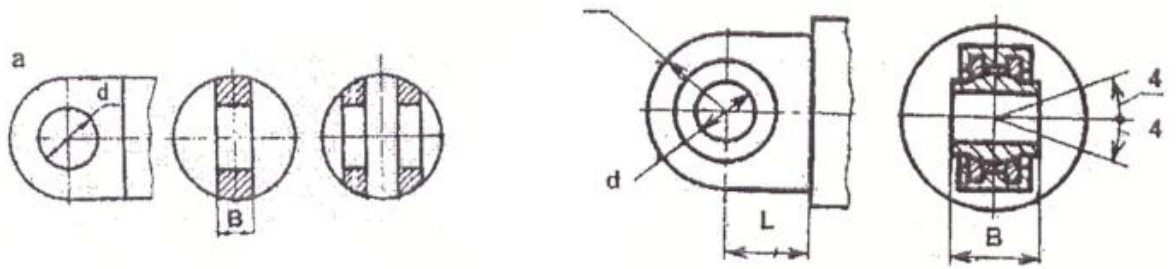


Рисунок 19.1 – Конструкция проушины

- 1) Диаметр отверстия $d_{ц}$ цапфы или проушины определяется по формуле 19.7:

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{1.25KF_{шт}}{g}} \quad (19.7)$$

где K – коэффициент отношения $\frac{d_{ц}}{B_{ц}}$; 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 – удельное давление, для закаленной поверхности $g=30 \div 42$ МПа; для незакаленной $g=20 \div 25$ МПа.

Напряжение смятия цапфы, определяется по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{шт}}{2d_{ц}L} \leq [\sigma_{см}], \quad (19.8)$$

где: L – рабочая длина цапфы, см. рисунок 19.1

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия.

Напряжение смятия проушины:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{шт}}{d_{проуш.}b} \leq [\sigma_{см}], \quad (19.9)$$

где b – ширина проушины.

- 2) Диаметр шаровой пяты определяется по формуле 19.10

$$d_b = \sqrt{\frac{4F_{шт}}{\pi \cdot g}} \quad (19.10)$$

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

$$d_l = \sqrt{\frac{4F_{шт}}{\pi [\tau_{ср}] Z}} \quad (19.11)$$

где Z – количество отверстий в лапах под болты, $Z=4 \div 8$;

$[\tau_{ср}]$ – напряжение среза, $[\tau_{ср}]=80$ МПа.

Далее определяется резьба болтов (табл. 82, с.582 /1/).

Расчет штока на прочность

Чаще всего гидроцилиндр нагружен по следующей схеме, с.124, /2/:

1) только центральные продольные сжимающие нагрузки P (рисунок 19.2).

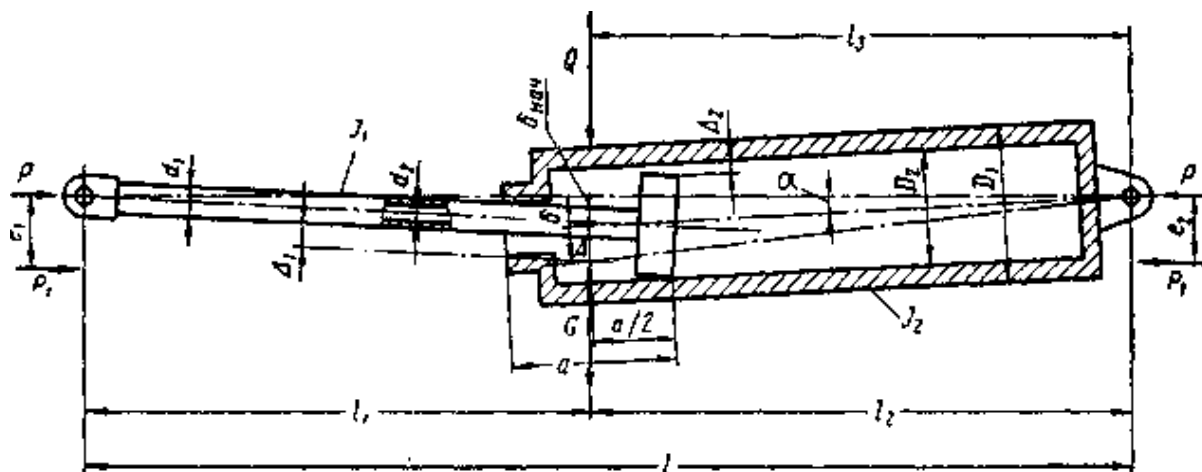


Рисунок 19.2-Схема нагружения силового гидроцилиндра

Далее необходимо определить по чертежу в соответствии со схемой нагружения величину размеров l, l_1, l_2 , а.

Для дальнейшего расчёта понадобятся дополнительные данные, такие как моменты сопротивления и инерции, значения зазоров посадок поршня и штока и др.

Моменты инерции штока J_1 и гильзы J_2 и момент сопротивления штока W определяются по формулам 19.12, 19.13 и 19.14:

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d^4}{64}; \quad \text{cm}^4 \quad (19.12)$$

$$J_2 = \frac{\pi \cdot D^4}{64}; \text{ cm}^4 \quad (19.13)$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32}, \quad \mathbf{M}^3 \quad (19.14)$$

По табл.35, с.125 /2/ определяем значения зазоров $\Delta_1 u \Delta_2$ 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 по формуле 19.15:

$$\mathbf{P}_{\kappa p} = \left(\sqrt{\frac{\mathbf{P}_{\kappa p}}{J_1}} \right)^2 J_1 \quad (19.15)$$

где значение $\sqrt{\frac{P_{кр}}{J_1}}$ определяется по графикам рис.103-110 /2/, с.127-134(см. приложение), в зависимости от значений $\sqrt{\frac{J_2}{J_1}}$; $\frac{\ell_2}{\ell_1}$; ℓ_1 .

Примечание: в данную формулу необходимо подставлять значение J_1 в см^4 , затем полученное значение необходимо умножить на 10, в этом случае ответ получается в Н.

Проверка: если $P_{кр} > F_{шт}$, то условие устойчивости выполняется.

Расстояние от головки штока гидроцилиндра до места наибольшего прогиба под нагрузкой определяется по формуле 19.16

$$X = 505d^2 \sqrt{\frac{1}{F_{ум}}}, \text{ см} \quad (19.16)$$

где $F_{шт} : 10 = \text{кгс}$; d в см.

Если $X \geq \ell_1$, то для дальнейшего расчёта необходимо воспользоваться методикой, представленной ниже. Если $X < \ell_1$, методику расчёта смотри /2/, с.137.

Прогиб штока определяется по формуле 19.17

$$\delta = \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)\ell_1\ell_2}{2a\ell} + \frac{G\ell_1\ell_2}{2F_{ум}\ell} \cos \alpha \quad (19.17)$$

где G – вес цилиндра, Н; (1 кг=10Н)

Внимание: все величины должны быть в системе СИ!

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

Наибольшее напряжение от сжатия определяется по формуле 19.18:

$$\sigma = \frac{F_{ум}}{S_{ум}} + \frac{F_{ум}\delta}{W}, \text{ Па} \quad (19.18)$$

где $S_{шт}$ и W – площадь и момент сопротивления штока.

Запас прочности штока, определяется по формуле 19.19:

$$n = \frac{\sigma_m}{\sigma} \quad (19.19)$$

где σ_m – предел текучести материала штока, выбирается из таблицы 5а, с.88 /1/ для углеродистых сталей или из табл. 8, с.90 /1/ для легированных сталей.

Порядок выполнения работы:

3. Произвести расчет гидроцилиндра на прочность
4. Выбрать способ соединения крышки и гильзы, а также способ соединения гидроцилиндра к машине

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете гидроцилиндра на прочность, верный расчет штока на прочность

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете

Неудовлетворительно – работа не выполнена

Практическое занятие № 20

Расчёт гидродвигателей вращательного движения

Цель: изучить методику расчёта гидродвигателей вращательного движения

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести расчет основных параметров аксиально-поршневой гидромашины.

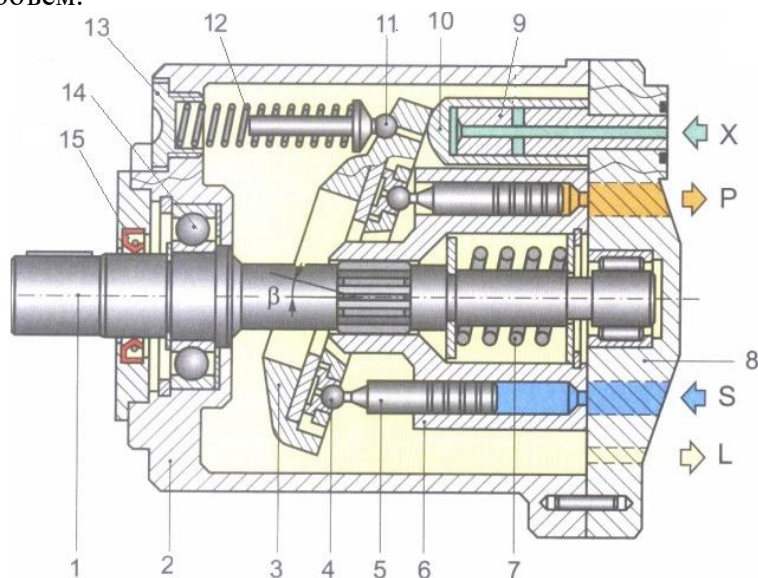
Краткие теоретические сведения

Аксиально-поршневые гидромоторы - это разновидность роторно-поршневых гидромашин с аксиальным расположением цилиндров (т.е. располагаются вокруг оси вращения блока цилиндров, параллельны или располагаются под небольшим углом к оси). Моторы и насосы данного типа имеют аналогичную конструкцию.

Аксиально-поршневые гидромоторы с наклонным блоком используются в приводах мобильных машин, станочных гидроприводах, прессах и способны работать на давлениях до 450 бар, развиваемый крутящий момент при этом достигает 6000 Нм. Частоты вращения достигают 5000 об/мин.

Гидромоторы данного типа как правило реверсивные, и в обязательном порядке требуют подключения дренажной линии.

Конструктивно аксиально-поршневые гидромоторы могут иметь постоянный и регулируемый рабочий объем.



1-вал; 2 – корпус; 3 – наклонный диск; 4 – шарнир поршня; 5 – поршень; 6 – блок цилиндров; 7- пружина; 8 – крышка; 9 – плунжер цилиндра регулировки; 10 – гильза цилиндра регулировки; 11 – подпятник пружины; 12- регулируемая пружина; 13- регулировочная втулка; 14- подшипник; 15 – армированная манжета

Рисунок 20.1 -Регулируемый аксиально-поршневой гидромотор с наклонным диском

Методика расчета основных параметров аксиально-поршневой гидромашины

Расчет поршневой группы

Исходными параметрами являются частота вращения n ($n=1500$ об/мин) эффективная (полезная) подача $Q_{эф}$, давление нагнетания p_n и величины механического $\eta_{мех}$ и объёмного η_o КПД.

Таблица 20.1 Исходные данные

Вариант	Эффективная подача $Q_{эф}$, л/мин	Давление P , МПа	Вариант	Эффективная подача $Q_{эф}$, л/мин	Давление P , МПа
1	20	6,3	7	80	20
2	30	10	8	90	22
3	40	12	9	100	25
4	50	14	10	110	32
5	60	16	11	120	35
6	70	18	12	130	35

Таблица 20.2 -Значения коэффициентов полезного действия объёмных гидромоторов

ТИП НАСОСА	Общий КПД η_n	Объёмный КПД η_o
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

По заданной эффективной подаче $Q_{эф}$ определяется теоретическая (расчетная) подача Q_m , по формуле 20.1:

$$Q_m = \frac{Q_{эф}}{\eta_o} \quad (20.1)$$

Исходя из заданной частоты вращения n , определяют рабочий объем насоса q , по формуле 20.2:

$$q = \frac{Q_m}{n} \quad (20.2)$$

Таблица 20.3 Рекомендуемое число цилиндров гидромотора

Расход на один оборот в $см^3$	До 100	100-250	Свыше 250
Рекомендуемое число цилиндров z	7	9	11

После определения q из каталога выбирается насос, имеющий ближайший больший рабочий объём.

Крутящий момент аксиально-поршневого гидромотора определяется по формуле 20.3

$$M = \frac{\Delta p \cdot q}{2 \cdot \pi} \quad (20.3)$$

Полезная мощность на валу гидромотора N_m , кВт, определяется по формуле 20.4

$$N_{\text{м}} = \frac{M n}{9552,5} \quad (20.4)$$

Порядок выполнения работы:

5. Произвести расчет аксиально-поршневой гидромашины
6. Выбрать по полученным данным гидромотор, рассчитать мощность

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме
- Хорошо – есть ошибки в расчете, верно выбран гидромотор
- Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, не верно выбран гидромотор
- Неудовлетворительно – работа не выполнена

Практическое занятие № 21 Гидравлический расчет трубопровода

Цель: изучить методику гидравлического расчета трубопровода

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму
- У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести гидравлический расчет трубопровода

Методика расчета

Согласно рекомендациям стандарта СЭВ РС 3644- 72 при выборе скорости в *напорном* трубопроводе учитывают рабочее давление

Таблица 21.1 скорость в напорном трубопроводе

Р _{раб} , МПа	2,5	6,3	16	32	63	100
υ _{нап} , м/с	2	3,2	4	5	6,3	10

Для *сливных* магистралей υ_{сли} = 1,5÷2,5 м/с.

Для *всасывающих* υ_{вс} < 1,6 м/с.

Внутренний диаметр всасывающих, напорных и сливных трубопроводов определяется по формуле 20.1:

$$D_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \nu}}, \text{ м} \quad (21.1)$$

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.

Минимально допустимая толщина стенки трубопроводов, определяется по формуле 20.2:

$$\delta_{mp} = \frac{PDy}{2[\sigma_{вр}]} Kб, мм \quad (21.2)$$

где P - рабочее давление, МПа;

$Kб$ -коэффициент безопасности, $Kб= 4÷8$;

$[\sigma_{вр}]$ – временное сопротивление растяжению материала трубы, МПа; $[\sigma_{вр}]$ выбирается из таблицы 21.2 для выбранной марки стали.

Таблица 21.2 - Механические свойства сталей, применяемых для гидравлических трубопроводов

Механические свойства	Марки стали								
	10	20	35	45	10Г2	15Х	20Х	40Х	30ХГСА
Временное сопротивление растяжению $[\sigma_{вр}]$, МПа	343	412	510	589	422	412	431	618	491

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

$$\Delta P_{уд} = \rho v_n \cdot a \quad (21.3)$$

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.

Порядок выполнения работы:

7. Произвести гидравлический расчет трубопровода

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете, расчет выполнен в полном объеме

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, расчет выполнен не в полном объеме

Неудовлетворительно – работа не выполнена

Практическое занятие № 22

Расчет потерь давления в гидросистеме

Цель: изучить методику расчета потерь давления в гидросистеме

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму
- У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести провести расчет потерь давления в гидросистеме

Методика расчета

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

- А) Определение потери давления в линии всасывания, определяется по формуле 23.1

$$\Delta P_v = \Delta P_{fv} + \Delta P_{lv} + \Delta P_{mv} \quad (22.1)$$

где ΔP_{fv} - потери давления на всасывающем фильтре (при условии, если он есть);
 ΔP_{lv} - линейные потери в линии всасывания;
 ΔP_{mv} - местные потери.

- Б) Определяем потери давления в линии нагнетания, определяется по формуле 23.2

$$\Delta P_n = \Sigma \Delta P_{an} + \Delta P_{ln} + \Delta P_{mn} \quad (22.2)$$

где $\Sigma \Delta P_{an}$ - потери давления в аппаратуре, установленной на линии нагнетания;
 ΔP_{ln} - линейные потери давления в линии нагнетания;
 ΔP_{mn} - местные потери в линии нагнетания.

- В) Потери давления в линии слива, определяется по формуле 23.3

$$\Delta P_{sl} = \Sigma \Delta P_{ap} + \Delta P_{lsl} + \Delta P_{msl} \quad (22.3)$$

где $\Sigma \Delta P_{ap}$ - потери давления в аппаратуре, установленной в линии слива;
 ΔP_{lsl} , ΔP_{msl} - линейные и местные потери давления в линии слива.

Потери давления в аппаратуре определяются по формуле 23.4

$$\Delta P_{ap} = \Delta P_{ap}^0 \left(\frac{Q}{Q_{ном}} \right)^2, \text{ МПа} \quad (22.4)$$

где ΔP_{ap}^0 - потери давления в аппарате при номинальном расходе, МПа;

Q- расчётный расход;
 $Q_{\text{ном}}$ - номинальный расход..

Линейные потери давления в магистралях определяются по формуле 23.5:

$$\Delta P_{\text{л}} = \frac{\lambda \rho l}{2Dy} v^2 \quad (22.5)$$

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 по формулам 23.6, 23.7 и 23.8

$$Re = \frac{v \cdot Dy}{\nu}, \quad (22.7)$$

где: v – скорость движения жидкости в линии, м/с,
 ν – вязкость, м/с²

$$\text{Для ламинарного режима: } \lambda = \frac{64}{Re} \quad (22.8)$$

$$\text{Для турбулентного режима: } \lambda = 0,1 \left(\frac{\Delta}{Dy} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (22.9)$$

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

Местные потери напора определяются по формуле 23.10:

$$\Delta P_{\text{м}} = 0,21 \frac{Q^2}{Dy^4} \sum_1^n \zeta, \text{ МПа} \quad (22.10)$$

где: Q- расход, л/мин;
 Dy - диаметр трубы, мм;
 $\sum_1^n \zeta$ - суммарный коэффициент местных сопротивлений, см. таблицу 22.1

Таблица 22.1 - Коэффициенты местных потерь

Вид местного сопротивления	Значение коэффициент
Присоединительный штуцер (вентиль)	0,15
Плавное расширение	0,36
Золотниковый распределитель	0,4
Обратный клапан	0,3
Предохранительный клапан	0,2
Гидрозамок	0,35
Фильтр на нагнетании	0,5
Регулируемый дроссель	0,4
Вход масла в гц	1,5
Выход масла из гц	0,5
Из 2х трубопроводов в один	2÷2,5

Из одного трубопровода в 2	1÷1,5
Изгиб трубы плавный	0,15
Изгиб трубы резкий	1,5÷2

Порядок выполнения работы:

1. Произвести расчет потерь давления в гидросистеме

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете, расчет выполнен в полном объеме

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, расчет выполнен не в полном объеме

Неудовлетворительно – работа не выполнена

Практическое занятие № 23 Проверочный расчёт гидропривода

Цель: изучить методику проверочного расчета гидропривода

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму
- У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести проверочный расчет гидропривода

Методика расчета

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 определяется по формуле 23.1:

$$P_1 = \frac{F_{шт} / k_{тр} + S_{шт.н} \Delta P_{сл}}{S_n} + \Delta P_{нан}, ПА \quad (23.1)$$

- при втягивании штока, определяется по формуле

$$P_2 = \frac{F_{шт} / k_{тр} + S_n \Delta P_{сл}}{S_{шт.п}} + \Delta P_{нан}, Па \quad (23.2)$$

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, $м^2$.

Действительный расход рабочей жидкости, определяется по формуле 23.3:

$$Q_d = Q_{дн} - \Delta Q_{ут} \quad (23.3)$$

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

$\Delta Q_{ут}$ – величина утечек.

$$\Delta Q_{ут} = K_y \cdot P_1, л/мин \quad (23.4)$$

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

Действительная скорость штока гидроцилиндра, определяется по формуле 23.5

$$v_{ш} = \frac{Q_d \eta_0}{S_n}, м/с \quad (23.5)$$

Расхождение между заданными P_z и действительными P_d параметрами определяются по формуле 23.6:

$$\Pi = \frac{P_z - P_d}{P_z} 100\% \quad (23.6)$$

Порядок выполнения работы:

1. Произвести проверочный расчет гидропривода

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете, расчет выполнен в полном объеме

Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, расчет выполнен не в полном объеме

Неудовлетворительно – работа не выполнена

Практическое занятие № 24 **Определение мощности и КПД гидропривода**

Цель: изучить методику расчета мощности и КПД гидропривода

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: произвести расчет мощности и КПД гидропривода

Методика расчета

Полная мощность гидропривода равна мощности, потребляемой насосом, кВт, определяется по формуле 24.1

$$N_n = \frac{Q_n p_n}{60 \eta_n}, \text{ кВт} \quad (24.1)$$

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, определяется по формуле 24.2

$$N_{цд} = \frac{F v_{ц}}{1000} \quad (24.2)$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

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

Полный КПД проектируемого гидропривода, определяется по формуле 24.3:

$$\eta_{сн} = \frac{N_{пол}}{N_n} \quad (24.3)$$

Объем гидробака определяется в зависимости от производительности насоса по формуле 24.4:

$$Vб = 1,2 (3 \div 5) Q_n \quad (24.4)$$

Порядок выполнения работы:

1. Произвести проверочный расчет гидропривода

Форма представления результата:

Расчет оформить согласно ГОСТ на листах формата А4

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме

Хорошо – есть ошибки в расчете, расчет выполнен в полном объеме
Удовлетворительно – есть ошибки в расчете, расчет выполнен не в полном объеме
Неудовлетворительно – работа не выполнена

Лабораторное занятие № 1

Сборка и регулировка гидропривода возвратно-поступательного движения

Цель: научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать гидропривод возвратно-поступательного движения

Краткие теоретические сведения:

Провести сборку на гидравлическом стенде схемы, представленной на рисунке 1

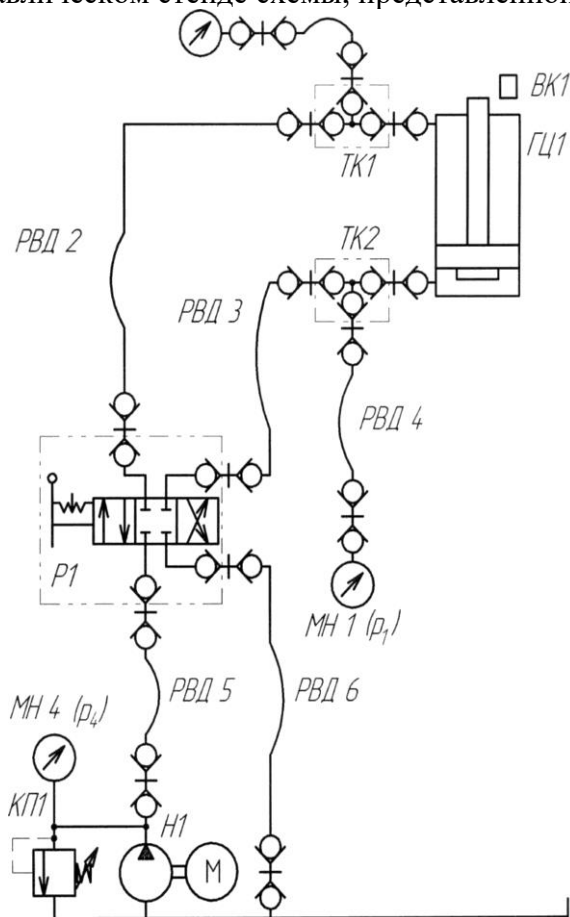


Рисунок 1 – Гидросхема гидропривода возвратно поступательного движения

Порядок выполнения работы:

1 Собрать гидравлическую схему на стенде.

Форма представления результата:

Представление собранной гидросхемы на стенде

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – собранная гидросхема не работает.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 2

Сборка и регулировка гидропривода вращательного движения

Цель: научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать гидропривод вращательного движения.

Краткие теоретические сведения:

Провести сборку на гидравлическом стенде схемы, представленной на рисунке 2

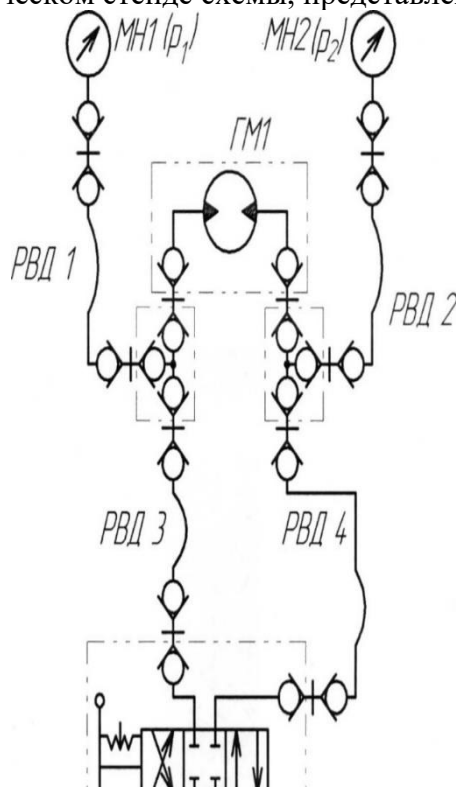


Рисунок 2 – Гидросхема гидропривода вращательного движения

Порядок выполнения работы:

1 Собрать гидравлическую схему на стенде.

Форма представления результата:

Представление собранной гидросхемы на стенде

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – собранная гидросхема не работает.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 3

Сборка и регулировка гидропривода с параллельным подключением двух гидродвигателей

Цель: научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать гидропривод с параллельным подключением двух гидродвигателей

Краткие теоретические сведения:

Провести сборку на гидравлическом стенде схемы, представленной на рисунке 3

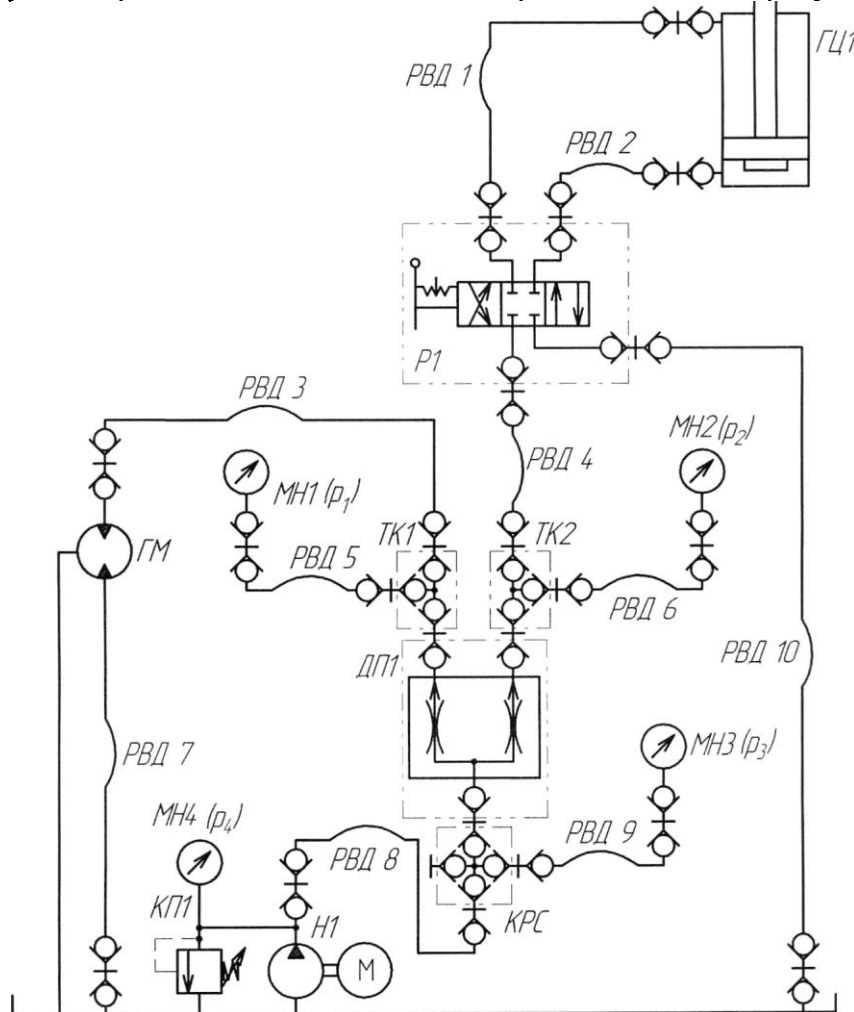


Рисунок 3 – Гидросхема гидропривода с параллельным подключением двух гидродвигателей

Порядок выполнения работы:

1.Собрать гидравлическую схему на стенде.

Форма представления результата:

Представление собранной гидросхемы на стенде

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – собранная гидросхема не работает.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 4

Сборка и регулировка пневмопривода возвратно-поступательного движения

Цель: научиться производить сборку пневмопривода на пневматическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать пневмопривод возвратно-поступательного движения.

Краткие теоретические сведения:

Провести сборку на пневматическом стенде схемы, представленной на рисунке 4

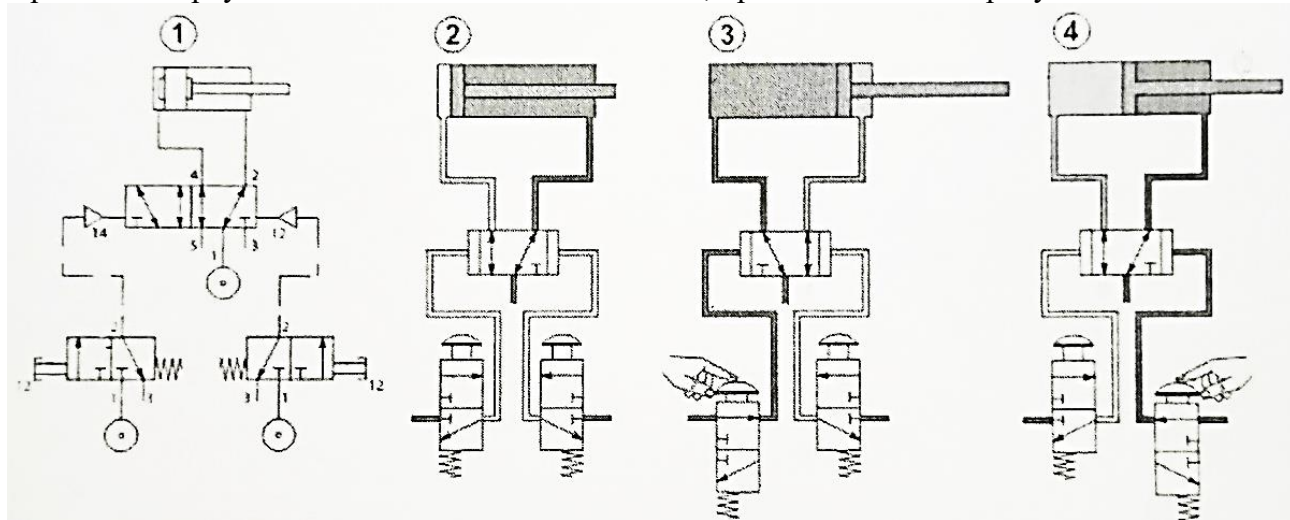


Рисунок 4 – Пневмопривод возвратно поступательного движения

Порядок выполнения работы:

1.Собрать пневматическую схему на стенде.

Форма представления результата:

Представление собранной пневмосхемы на стенде

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Сборка и регулировка пневмопривода с параллельным подключением нескольких пневмодвигателей

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Задание: собрать пневмопривод возвратно-поступательного движения.

Провести сборку на пневматическом стенде схемы, представленной на рисунке 5

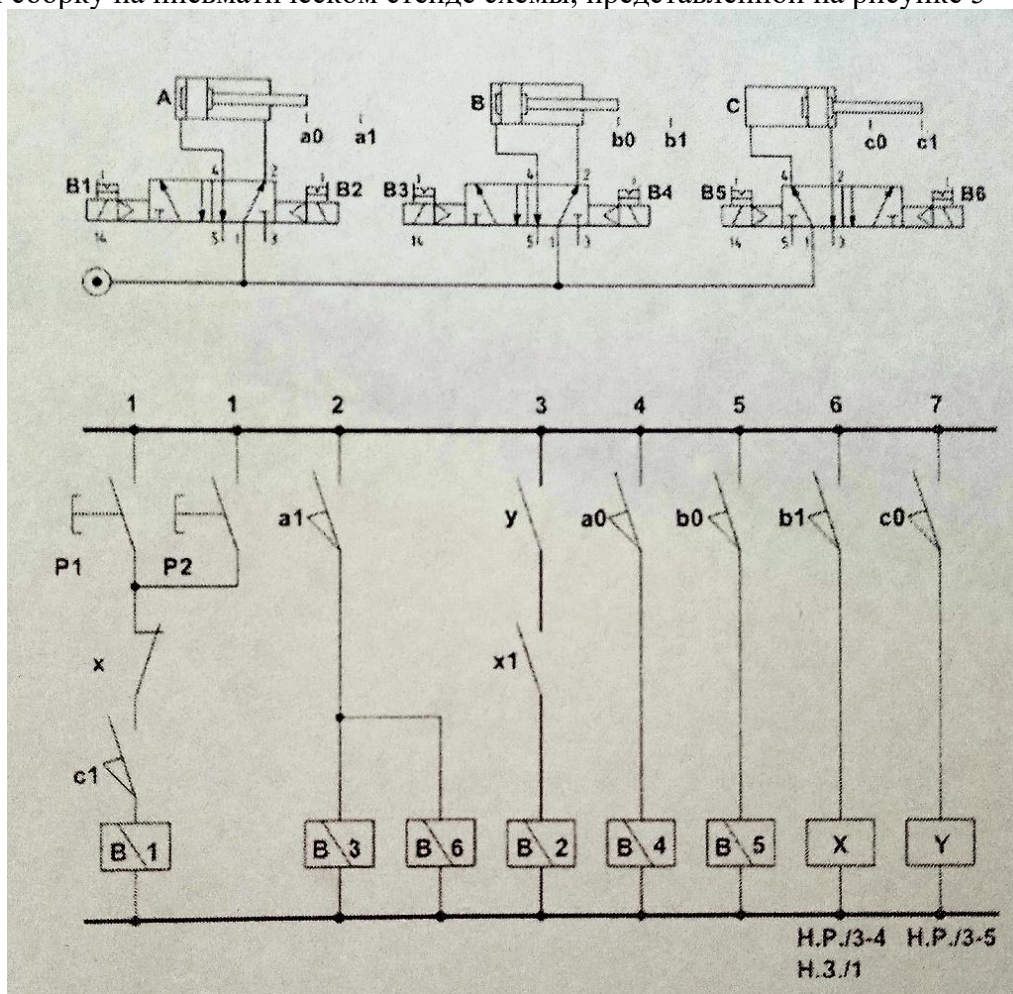


Рисунок 5 – Пневмопривод возвратно поступательного движения

Порядок выполнения работы:

1.Собрать пневматическую схему на стенде.

Форма представления результата:

Представление собранной пневмосхемы на стенде

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – гидравлическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – собранная пневмосхема не работает.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 6
Изучение конструкции насосной установки

Цель: Научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: провести исследование насосной станции

Краткие теоретические сведения:

Собрать на гидравлическом стенде схему рис. 6 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).

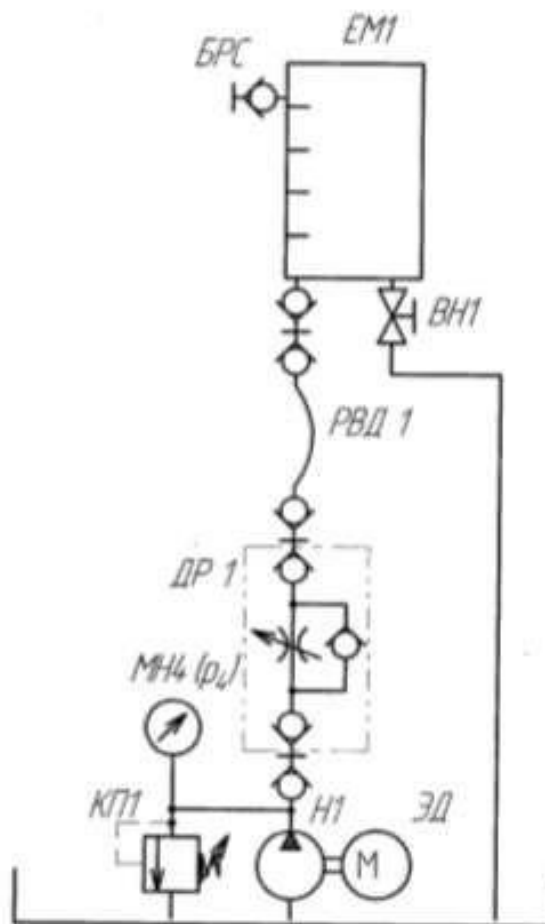


Рисунок 6 – насосная станция

Таблица 1 – Данные лабораторных исследований

параметр	Номер опыта				
	1	2	3	4	5
Давление P_1 на выходе насоса, МПа					
Объем жидкости поступившей в ЕМ 1, л					
Промежуток времени					

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидравлической схемы рис.6 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Собрать на гидравлическом стенде схему рис.6, заполнить таблицу 1.
3. Составить схему потоков
4. По заданному давлению и расходу подобрать гидравлический насос

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 выбран насос, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 7

Исследование характеристик гидроаккумулятора

Цель: Научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: провести исследование характеристик гидроаккумулятора

Краткие теоретические сведения:

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рисунок 7). Открыть кран ВН1. Закрыть кран ВН2.

2. Включить питание приводящего электродвигателя ЭД насоса Н1. Установить частоту вращения приводного двигателя 50 Гц вращая ручку потенциометра на частотном регуляторе, частота отображается на ЖК дисплее над потенциометром.

3. Переключить распределитель Р1 в положение, обеспечивающее наполнение аккумулятора. Наполнение аккумулятора наблюдать по росту давления на манометре МН5 и МН1. Окончание зарядки аккумулятора характеризуется выравниванием давления на выходе насоса и давления в аккумуляторе.

4. Выключить распределитель.

5. Переключить распределитель в положение, обеспечивающее наполнение емкости из аккумулятора. При необходимости дросселем ДР1 уменьшить расход для более медленного наполнения емкости.

6. Закрыть кран ВН1. Наполнить емкость до какого либо начального уровня V_0 .

7. Вновь зарядить аккумулятор.

8. Выпуская из аккумулятора поочередно порции жидкости ΔV_t записывать количество жидкости в емкости и величину давления в аккумуляторе. Рекомендуется выпускать порции жидкости $\Delta V_t \ll 0,2$ л для обеспечения значений объема в емкости, соответствующих делениям шкалы.

9. Результаты замеров записать в таблицу 2

Таблица 2 Результаты лабораторных исследований

Параметр	Номер опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
Начальное давление в аккумуляторе на момент начала выпуска очередной порции жидкости Р1, МПа							
Начальное значение объема жидкости в емкости перед							

выпуском очередной порции жидкости V_1 , л							
Начальное давление в аккумуляторе на момент начала выпуска очередной порции жидкости p_k , МПа							
Начальное значение объема жидкости в емкости перед выпуском очередной порции жидкости V , л							
Время набора объема ΔV жидкости Δt , с							
Среднее значение расхода жидкости Q_t , за интервал времени Δt , л/мин							
Промежуток времени набора первого объема Δt , с							
Расход через первый выход делителя потока Q_i , л/мин							

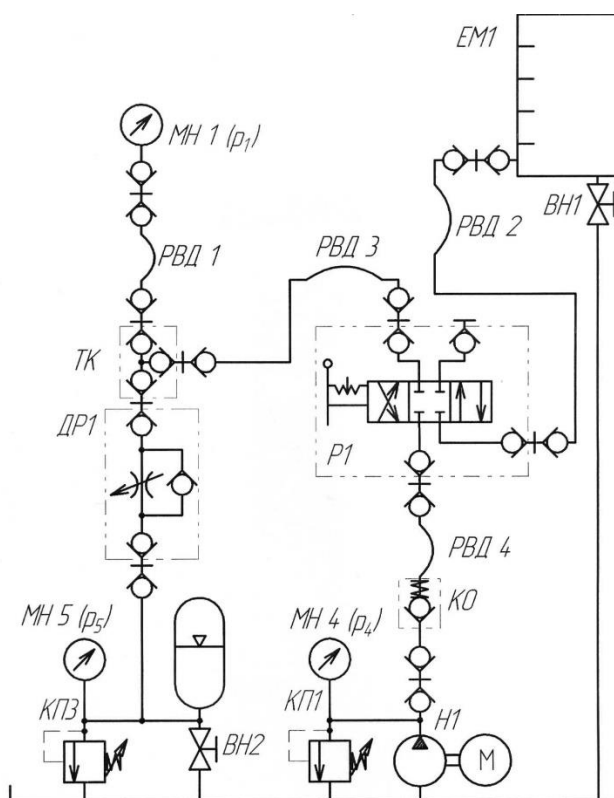


Рисунок 7 – гидросхема с аккумулятором

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидравлической схемы рис.7 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Собрать на гидравлическом стенде схему рис.7, заполнить таблицу 2.
3. Составить схему потоков

4. По заданному давлению и расходу подобрать гидроаккумулятор

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 выбран гидроаккумулятор, есть ошибки в схеме потоков, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 8
Сборка и регулировка гидропривода с гидроаккумулятором

Цель: научиться производить сборку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: провести сборку и регулировку гидропривода с аккумулятором

Краткие теоретические сведения:

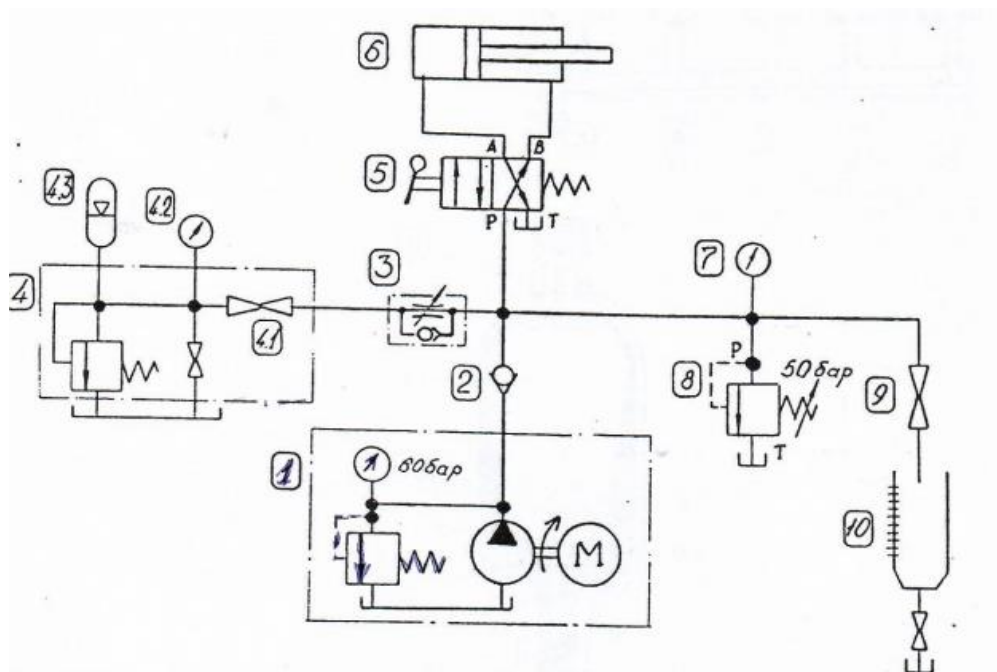


Рисунок 8– гидросхема возврата поступательного движения с аккумулятором

1. Собрать на учебном стенде гидравлическую схему в соответствии с принципиальной схемой (рисунок 8).

2. Закрывать кран 9, включить насосную установку и настроить клапан 8 на давление 5 МПа.
3. Полностью открыть дроссель 3, вращая регулировочный винт против часовой стрелки до упора
4. Открыть кран 4.1 и зарядить гидроаккумулятор до давления 5 МПа по манометру 4.2
5. Закрывать кран 4.1
6. Выключить насосную установку
7. Открыть кран 4.1 и включая распределитель 5 на выдвижение и втягивание штока, посчитать число быстрых ходов штока. Показания записать в таблицу 3
8. Повторить пункты 2,3, 4,5,6,7
9. Закрывать дроссель 3 на 0,4 регулировочного винта
10. Открыть кран 4.1 и включая распределитель 5 на выдвижение и втягивание штока, посчитать число медленных ходов штока. Показания записать в таблицу 3
11. Провести аналогичные измерения, настроив клапан 8 на давление 4, 3 и 2 МПа

Таблица 3 Результаты лабораторных исследований

Давление , МПа	5		4		3		2	
Число ходов	быстрые	медленные	быстрые	медленные	быстрые	медленные	быстрые	медленные
Расход жидкости в емкости , л								

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж гидравлической схемы рис.8 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Собрать на гидравлическом стенде схему рис.8, провести опыты и заполнить таблицу 3.

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 –на защите описан принцип работы верно

Удовлетворительно –на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 9

Исследование характеристик дросселя с обратным клапаном

Цель: научиться производить сборку и настройку гидропривода на гидравлическом стенде

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: провести исследование характеристик дросселя с обратным клапаном

Краткие теоретические сведения:

Собрать гидравлическую схему по рис.9, открыть кран ВН1. Открыть дроссель ДР1, открыть регулятор расхода РР1.

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

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

Снять показания с манометров МН2 и МН1. Внести полученные значения в таблицу 4.

Уменьшая открытие регулятора расхода РР1 до минимального давления перед дросселем 0,5 МПа заполнить таблицу 4.

Построить график расходно-перепадной характеристики

Таблица 4 –Результаты опытов

Давление перед дросселем при полностью открытом регуляторе расхода 4 МПа								
Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	
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 5.

Таблица 5 –Результаты опытов

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 6.

Таблица 6- Результаты опытов

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°								

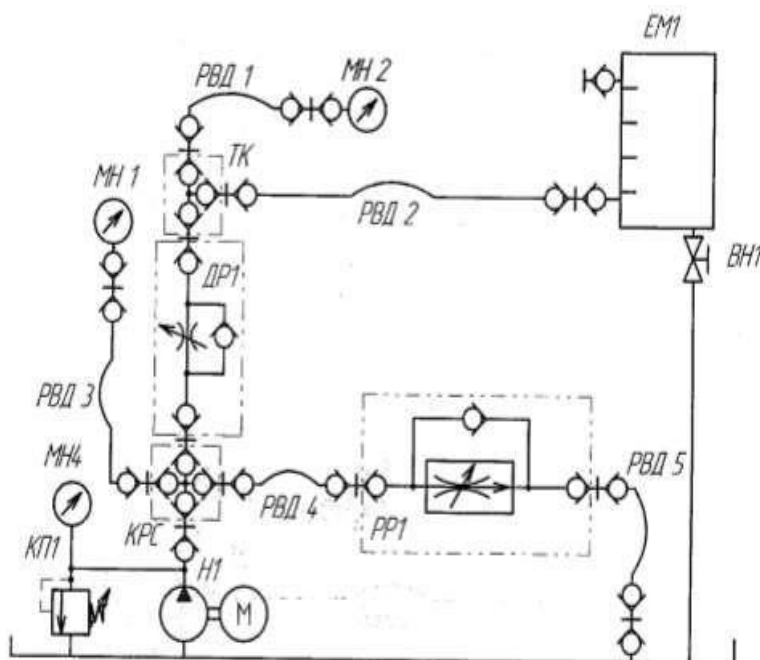


Рисунок 9— схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.9 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 9.
3. Заполнить таблицы 4, 5, 6.
4. Подобрать дроссель и регулятор расхода для рис. 9.

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

Лабораторное занятие № 10

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:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: 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 КР2 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 КР2 равным 4 МПа.

Заполнить в таблицу 7 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 КР2 давление оставить 4 МПа. Измерить объем жидкости в емкости ЕМ1 за время.

Регулируя на дросселе ДР1 давление постоянным 1 МПа с помощью клапана КР2 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 8. Построить графики зависимости расхода от перепада давления.

Таблица 7 – результаты исследований части 1

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 8 – Результаты исследований части 2

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°							

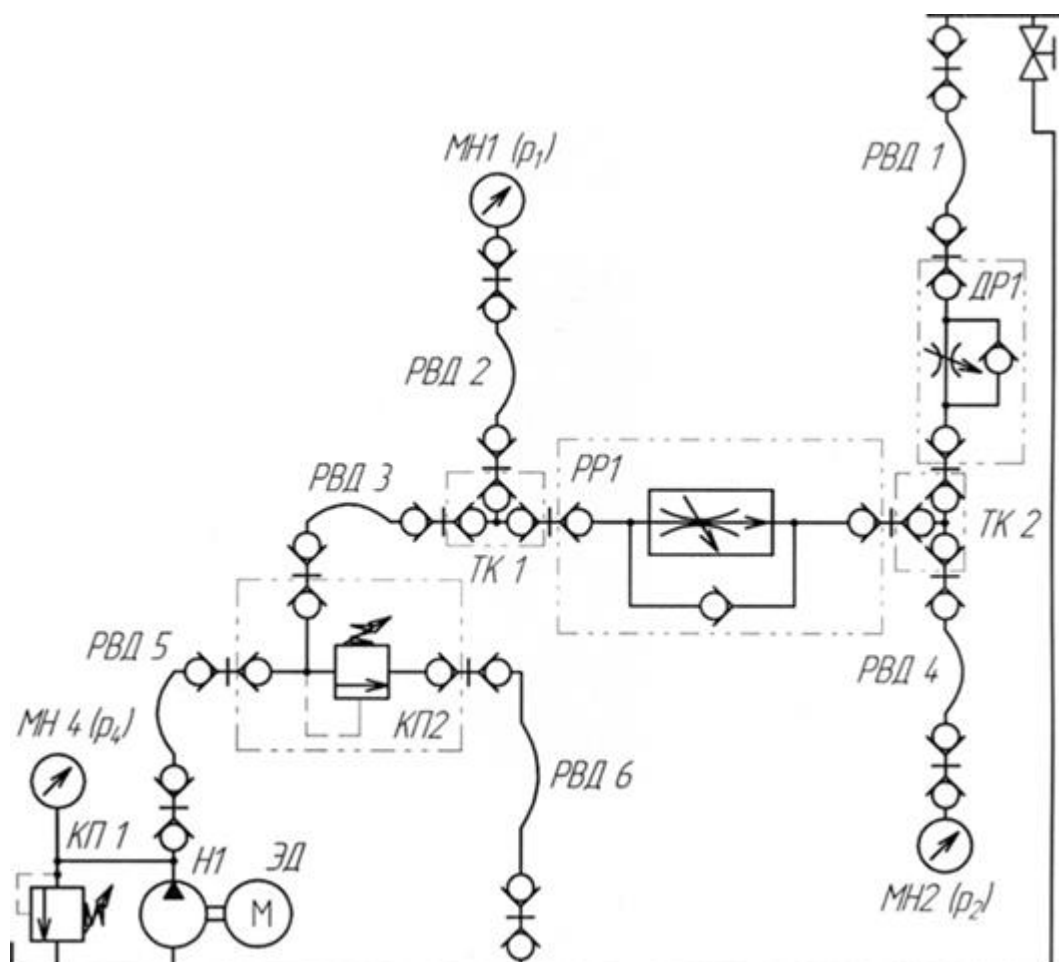


Рисунок 10 – гидравлическая схема

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.10 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 10
3. Заполнить таблицы 7, 8.

4. Подобрать дроссель и регулятор расхода для рис. 10.
5. Построить графики зависимости расхода от перепада давления.

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

Лабораторное занятие № 11

Сборка и регулировка гидросистем с функциями напорного клапана

Цель: определение расходно-перепадной характеристики предохранительного клапана

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: изучить принципы работы предохранительного клапана

Краткие теоретические сведения:

Собрать схему рисунок 11

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

Включить насос. Закрыть 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 9

Записать значения давлений промежуточных точек в таблицу 9

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. 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.

Повторить действия для давления настройки 4, 5 МПа. И заполнить таблицы 9 соответственно.

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

Таблица 9 Данные исследований

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	Роткр	Рк1	Рк2	Рнастр 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				
Промежуток времени Δt , с				
Расход через клапан Q , л/мин				
Давление настройки клапана $p_{настр}=4$ МПа				
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	Роткр	Рк1	Рк:	Рнастр 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				
Промежуток времени Δt , с				
Расход через клапан Q , л/мин				
Давление настройки клапана $p_{настр}=5$ МПа				
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	Роткр	Рк1	Рк2	Рнастр 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	00			
Расход через клапан Q , л/мин	0			

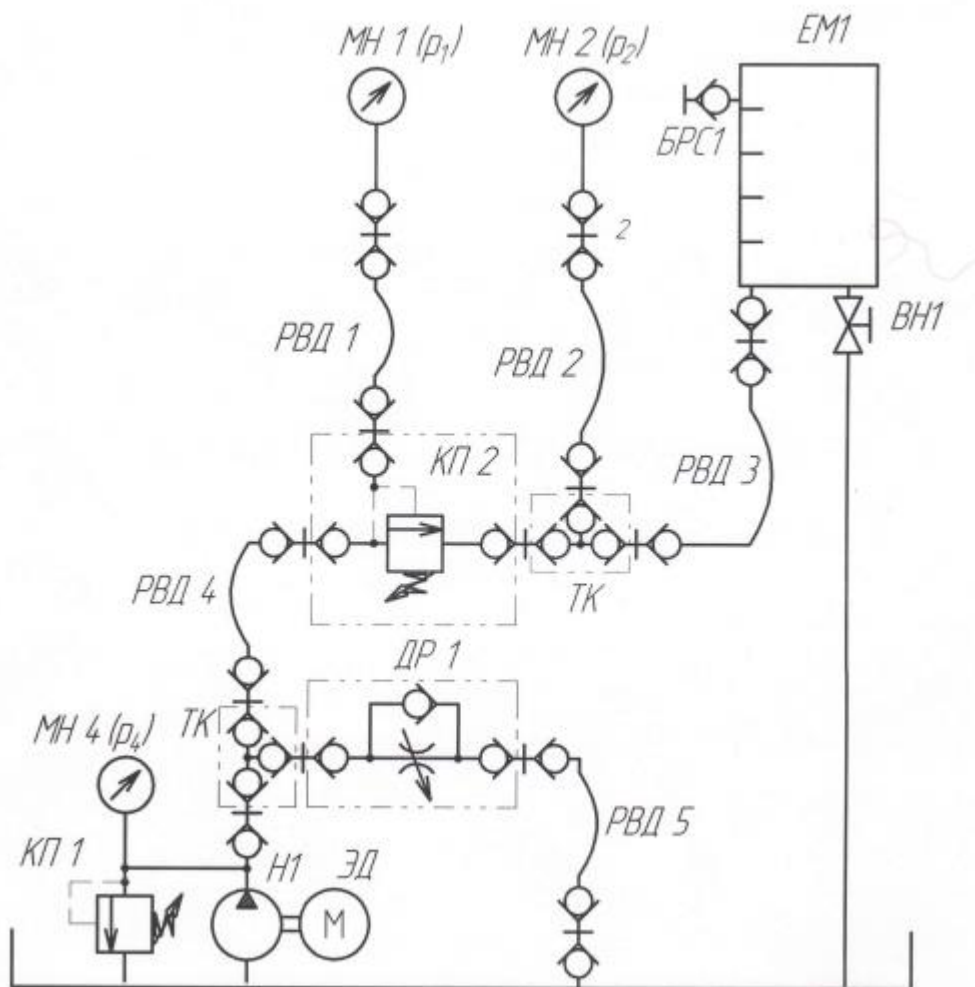


Рисунок 11 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.11 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 11
3. Составить циклограммы для рис.11
4. Подобрать клапан предохранительный.
5. Построить графики
6. Сделать общий вывод по результатам 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

Лабораторное занятие № 12
Сборка и регулировка гидросистем с функциями напорного клапана

Цель: определить расходно-перепадные характеристики предохранительного клапана

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.02 Выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: изучить принципы работы предохранительного клапана

Краткие теоретические сведения:

Собрать схему рисунок 12

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 10

Записать значения давлений промежуточных точек в таблицу 10

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 10 –Результаты исследований

Параметр	Номер опыта			
	1	2	3	4
Давление p_1 на входе клапана КП2, МПа	Роткр	Рк1	Рк2	Рнастр ⁼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			

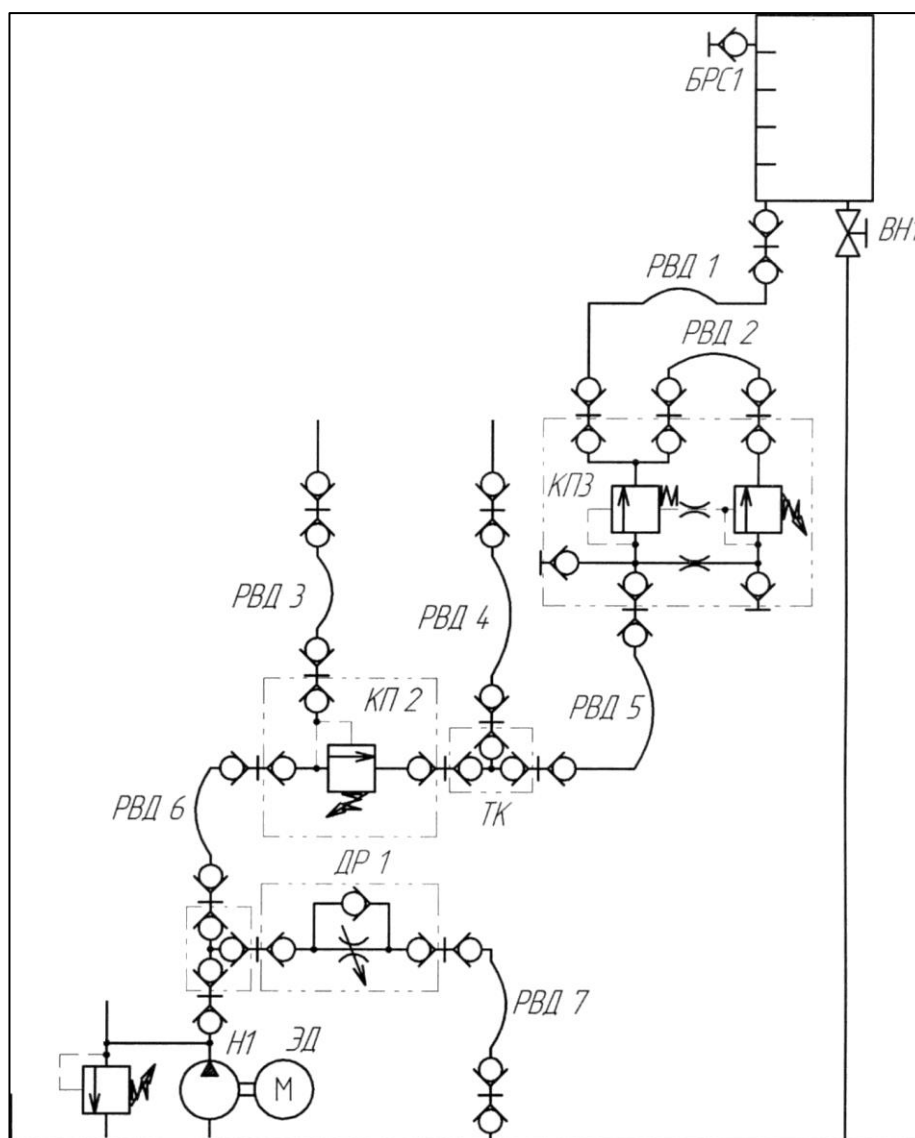


Рисунок 12 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.12 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 12.
3. Составить циклограммы для рис. 12.
4. Подобрать клапан предохранительный.
5. Построить графики
6. Сделать общий вывод по результатам 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

Лабораторное занятие № 13

Исследование характеристик трехлинейного редукционного клапана

Цель: определить характеристики трехлинейного редукционного клапана

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;
- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.2.02 писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;
- У 2.2.03 пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: изучить принципы работы трехлинейного редукционного клапана

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рисунок 13

Открыть клапан КП2, закрыть дроссель ДР1. Включить насос.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редукционный 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 11.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редукционный 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 11.

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 5 МПа. Редукционный 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 11.

Часть 2а

Клапаном КП2 настроить давление по манометру МН1 на значение 4 МПа. Редукционный клапан настроить на давление 2 МПа по манометру МН2. Записать значения в таблицу 12.

Постепенно открывая дроссель ДР1 контролировать давление по манометру МН1 4 МПа. Принимая данные значения за предельную точку $p_{2к}$. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время. Записать значения в таблицу 12.

Разбиваем диапазон на промежуточные точки. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время для каждой точки. Записать значения в таблицу 12.

Часть 2б

Собрать схему рис.14.

Открыть предохранительный клапан КП2. Постепенно закрывая клапан КП2 настроить значение давления по манометру МН1 2 МПа. Закрыть кран ВН1 и измерить объем жидкости за время. Записать значения в таблицу 12.

Закреть клапан КП2 на значение давления 2,5, 3, 3,5 МПа по манометру МН1. Для каждого значения давления измерить объем жидкости за время. Записать значения в таблицу 12. Построить график зависимостей изменение давление выхода и давления входа.

Построить график зависимостей изменение давления выхода и расхода.

Таблица 11 –Результаты исследований

Параметр	Номер опыта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Давление настройки редуционного клапана 2 МПа									
Давление перед редуционным клапаном p_b , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана p_d , МПа	0								
Давление настройки редуционного клапана 3 МПа									
Давление перед редуционным клапаном p_b , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана p_d , МПа	3								

Давление настройки редуционного клапана 4 МПа									
Давление перед редуционным клапаном p_b , МПа	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Давление на выходе редуционного клапана p_d , МПа	4								

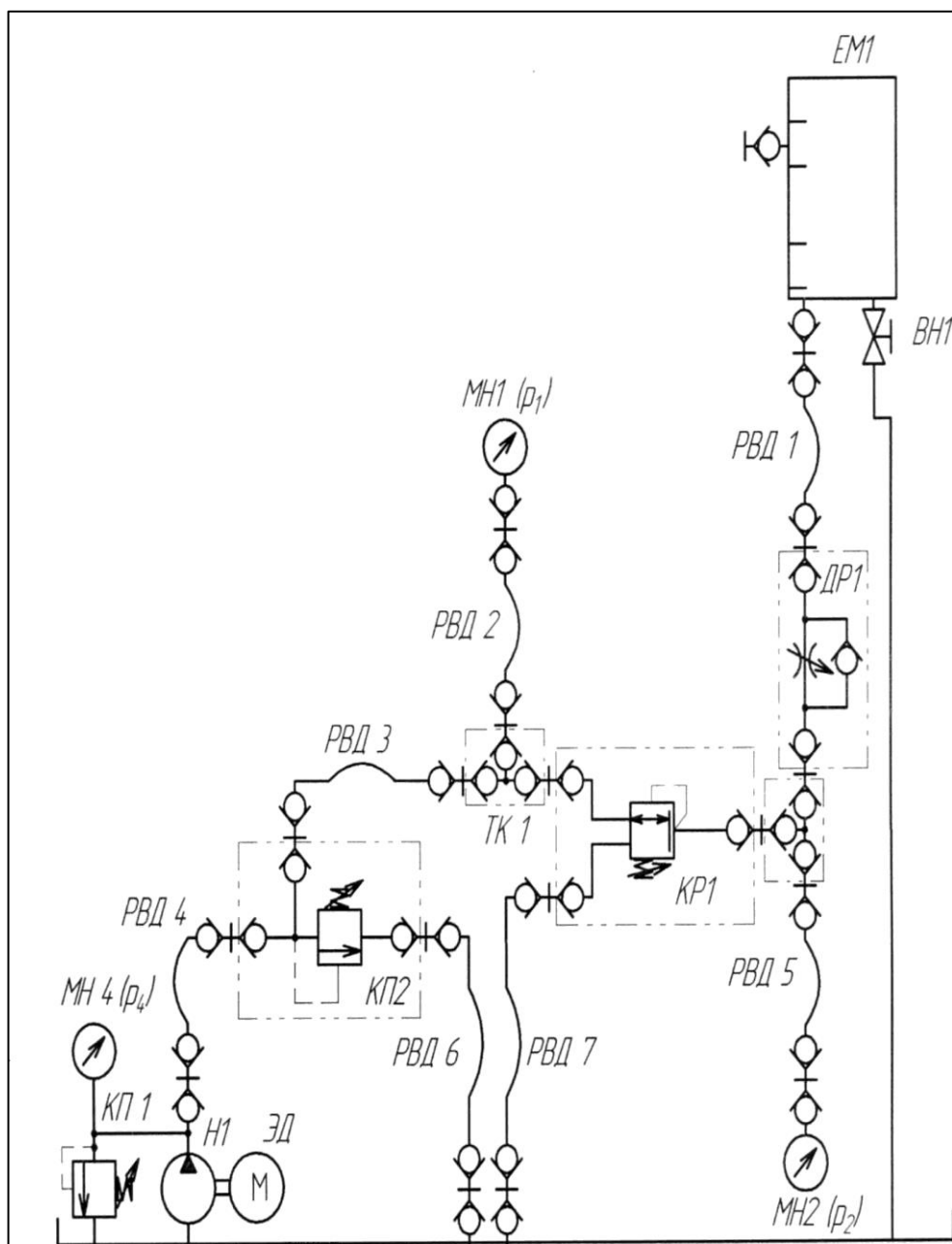


Рисунок 13.1 – схема гидравлическая

Таблица 12 Данные полученные в ходе исследования

Параметр	Номер опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Давление в линии Р редукционного клапана, р _р МПа				Р20	Р21	Р22	Р23	Р2К
	0	0	0	4	4	4	4	4
Давление в линии А редукционного клапана, р ₂ , МПа	3,5	3	2,5	2				
Объем V жидкости, поступающей в ЕМ1, л				0				
Промежуток времени				00				

At, с								
Прямой расход (линия Р—>А) через редуционный клапан Q, л/мин	0	0	0	0				
Обратный расход (линия А—>Т) через редуционный клапан Q, л/мин				0	0	0	0	0
Температура рабочей жидкости, t°								

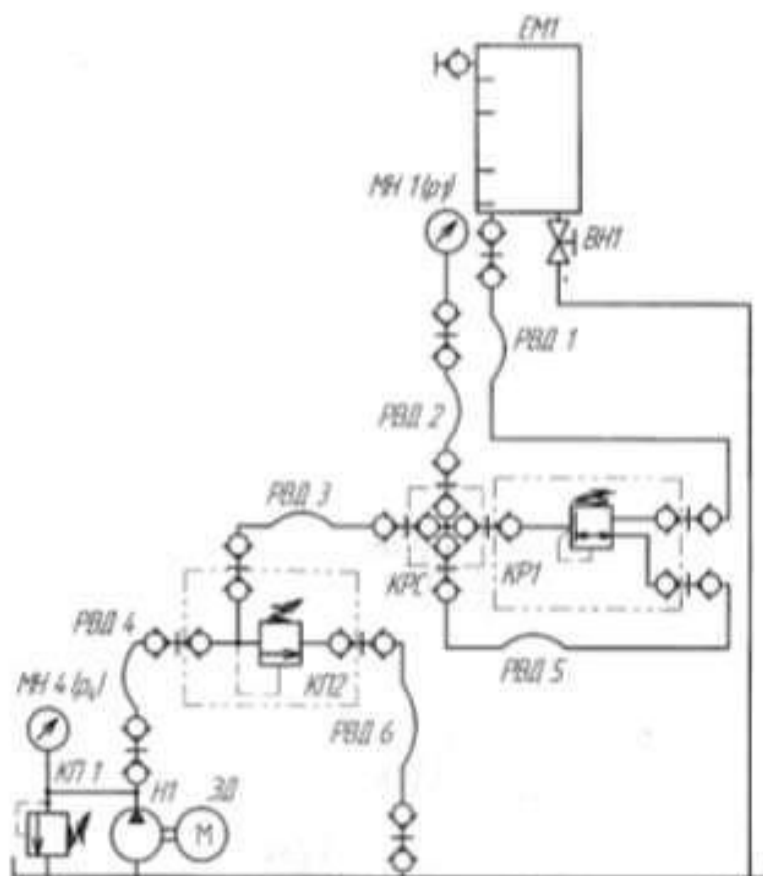


Рисунок 13.2 – схема гидравлическая

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертеж схемы рис.13.1, 13.2 и проставить буквенно-цифровое обозначение.
2. Составить схему потоков для рис. 13.1, 13.2
3. Составить циклограммы для рис. 13.1, 13.2
4. Подобрать клапан редуционный.
5. Заполнить таблицы 11, 12.
6. Построить графики.
7. Сделать общий вывод по результатам 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 редукционный, есть ошибки в схеме потоков и циклограмме, на защите описан принцип работы неверно

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 14**Исследование гидропривода дроссельного регулирования с применением гидрозамка**

Цель: изучить способ регулирования при помощи гидрозамка

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.04 составлять функциональную циклограмму;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.1.06 выбирать гидродвигатели, гидромашины, гидроаппаратуру, кондиционеры рабочего тела и вспомогательные устройства с требуемыми техническими характеристиками;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.2.02 писать схемы потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода;

У 2.2.03 пользоваться Государственными стандартами при выборе стандартных изделий;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: изучить принципы регулирования

Краткие теоретические сведения:

Часть 1

Собрать схему рис.14.1.

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

Часть 2

Собрать схему рис.14.2

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

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

Лабораторное занятие № 15

Сборка и регулировка пневмосистемы с логическими клапанами «ИЛИ». Применение логической операции «Или» при подключении распределителя

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать пневмосистемы с логическими клапанами «ИЛИ»

Краткие теоретические сведения:

На рисунке 17 представлена пневматическая принципиальная схема Инверсия сигнала «с» реализована за счёт применения в качестве конечного выключателя 3/2 нормально открытого распределителя В левом верхнем углу приведена часть схемы, непосредственно реализующая заданную логическую функцию .

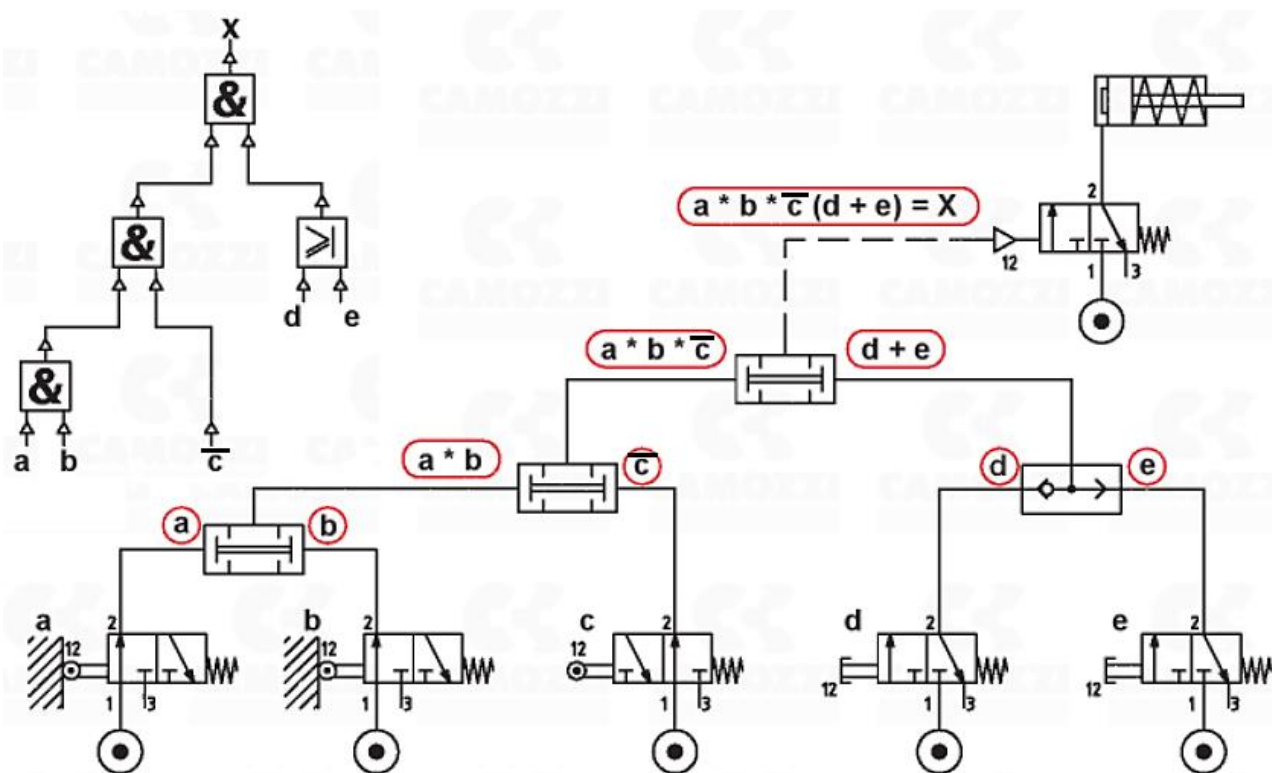


Рисунок 15 – Схема пневматическая принципиальная

Порядок выполнения работы:

1 Начертить схему рис.17.

2 Собрать пневмосхему на стенде.

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – пневматическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 16**Изучение блоков электрического управления лабораторных стендов**

Цель: Изучить принцип работы электрических блоков управления

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: изучить блоки электрического управления

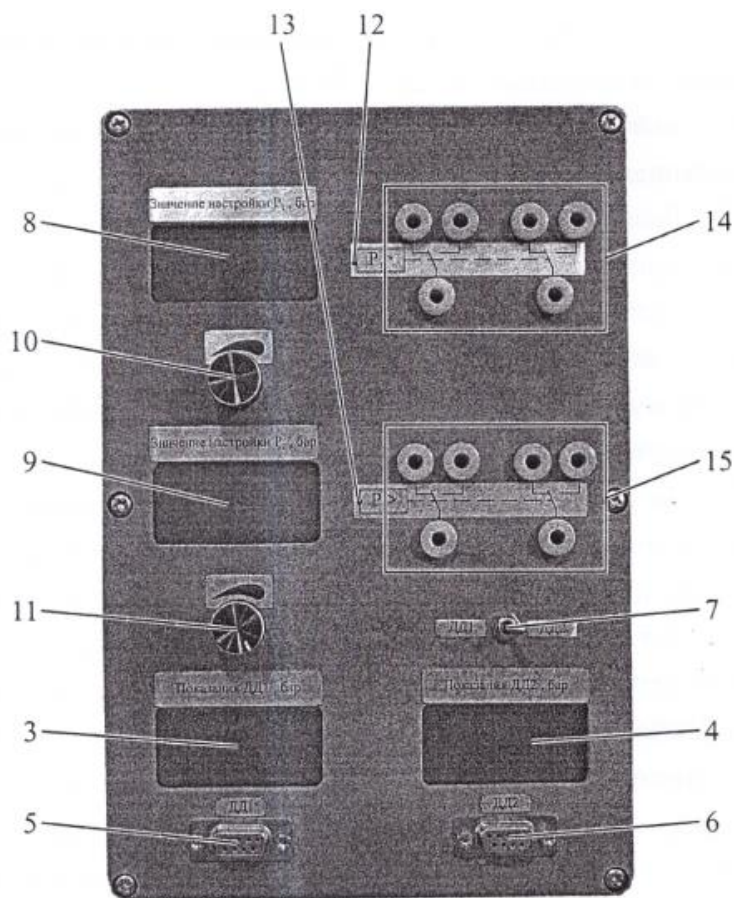
Краткие теоретические сведения:

Рисунок 16. Блок индикаторов для датчиков давления (БИДД):

1 — гнезда для подключения питания БИДД (+24В); 2 - разъем для подключения к БКУ; 3, 4 - индикаторы показаний датчиков давления; 5, 6 — разъемы для подключения датчиков давления; 7 — тумблер переключения измеряемой величины датчика; 8, 9 — индикаторы настройки величины давления датчиков для включения реле; 10,11 — потенциометр, служащий для задания величины давления настройки реле; 12, 13 — светодиоды индуцируют включение реле; 14, 15 - гнезда для подключения переключающих контактов реле.

Блок индикации датчиков позволяет подключать к разъемам 5 и 6 датчики давления. Электронная система преобразования и обработки сигналов с датчиков кроме индикации показаний датчиков позволяет использовать систему в качестве дискретного реле давления. Релейные выходы системы (поз.14 и 15) имеют по две группы переключающих контактов. Значения давления переключения контактов устанавливается с помощью потенциометров 10 и 11. Тумблер поз.7 позволяет выбрать датчик давления, по которому будет происходить работа в режиме реле давления. Верхняя группа контактов поз.14 соответствует настройкам с помощью потенциометра поз.10 значения давления переключения верхней группы контактов (P1), нижняя группа контактов поз.15 соответствует настройкам с помощью потенциометра поз.11 значения давления переключения нижней группы контактов (P2). Верхняя группа соответствует включению «реле» давления при достижении давления P1 и выключению «реле» при давлении P1-3(бар), нижняя группа значению включения давления P2 и отключению при давлении P2-6 бар. Таким образом, в дальнейшем описании лабораторных работ при использовании датчиков давления совместно с описанными блоками и модулями в режиме реле давления буду применяться обозначения, соответствующие обозначениям реле давления. Обозначение приведено на рис. 16.1. В электрических схемах пример обозначения приведён на рис.16.2

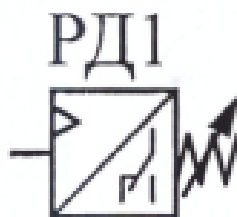


Рисунок 16.2 Обозначение датчика давления при его использовании совместно с блоком электронных реле в гидравлических схемах

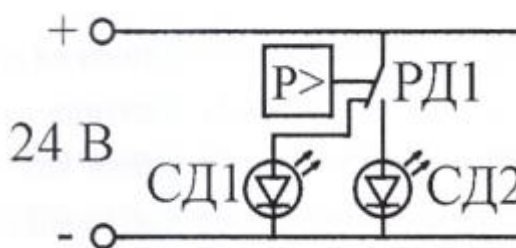
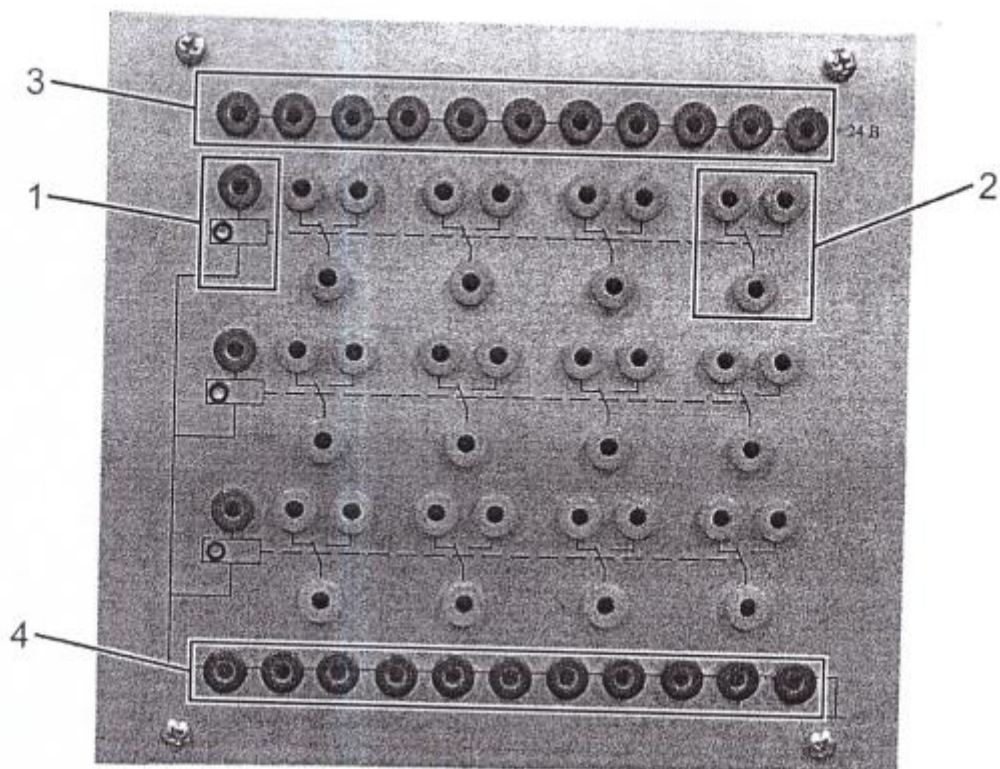
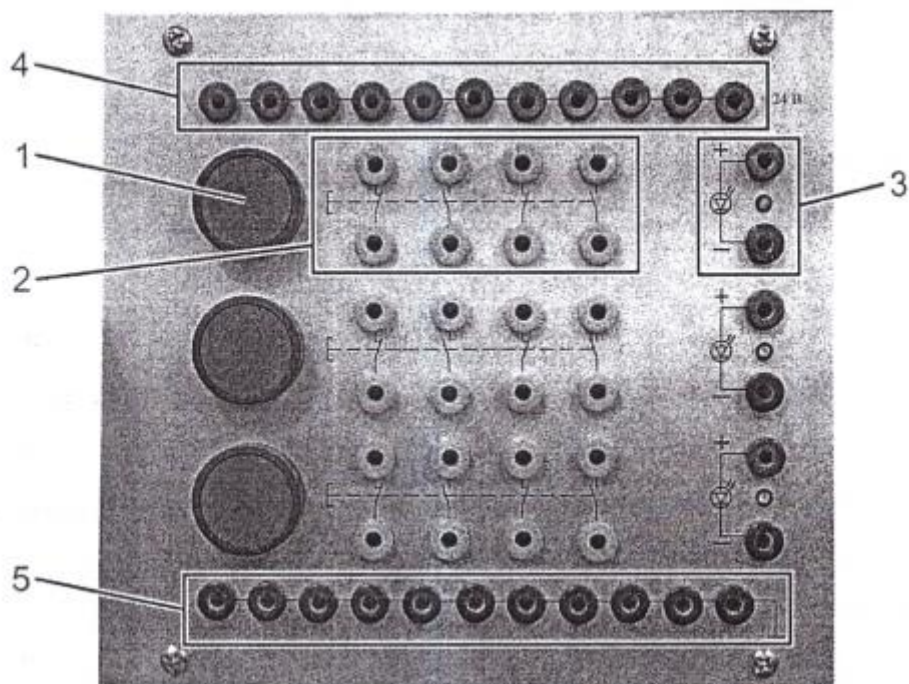


Рисунок 16.3. Обозначение датчика давления при их использовании совместно с блоком индикации датчиков давления (БИДД) в электрических схемах в качестве реле давления



16.4- Блок электрических реле

На панели размещены три блока, состоящих из гнезд | для подачи питания на катушку реле, четырех групп гнезд 2 для подключения переключающих контактов реле, Также на панели размещены гнезда 3 с напряжением + 24В, гнезда 4 с напряжением -24В.



16.4- Блок электрических кнопок

На панели размещены три блока, состоящих из кнопки 1, группы гнезд 2 для подключения к контактам кнопки 1, светодиодные индикаторы 3 с гнездами для подачи питания на светодиод. Также на панели размещены гнезда 4 с напряжением + 24В, гнезда 5 с напряжением -24В.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить принцип работы электрических блоков
2. Собрать пневмо и гидросхемы на стендах с использованием электрических блоков

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 17

Сборка и регулировка гидросхем с применением логических операций «ИЛИ» при управлении исполнительным механизмом

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

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

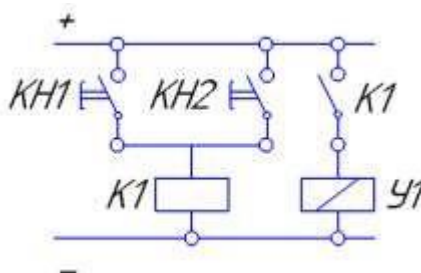


Рисунок 17- Применение логической операции «Или» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

1. Начертить электрическую схему рис.17.
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

Лабораторное занятие № 18**Применение логической операции «И» при подключении распределителя**

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение:

Методические указания, конспект лекций, стенд гидравлический

Задание: собрать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

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

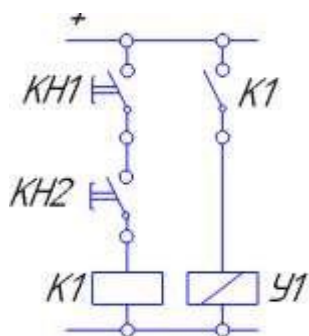


Рисунок 18 - Применение логической операции «И» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.18
- 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

Лабораторное занятие № 19

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

Цель: изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать 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.

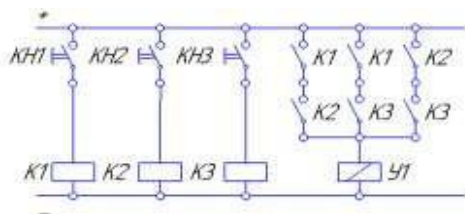


Рисунок 19.1 – Вариант 1 Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя.

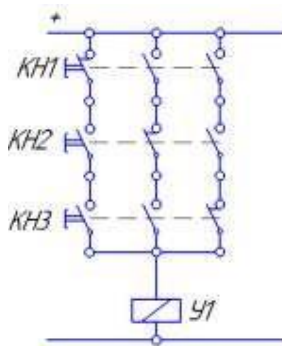


Рисунок 19.2 – Вариант 2 Применение логических функций «Или» и «И» одновременно при подключении распределителя.

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.19.1, 19.2.
- 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

Лабораторное занятие № 20

Сборка и регулировка гидросхем с управлением от нескольких входных сигналов

Цель: изучить принцип работы гидросхем с управлением от нескольких входных сигналов

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

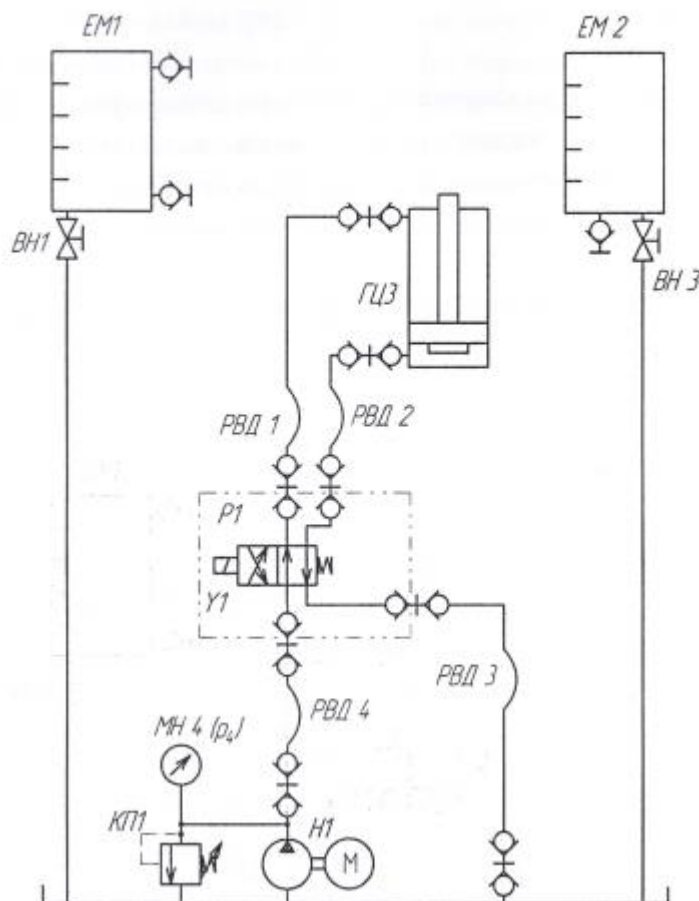


Рисунок 20.1 Схема гидравлическая

Задание

Для управления гидравлическим цилиндром двустороннего действия используются три электрические кнопки. При нажатии и удержании одновременно только двух из трех электрических кнопок должен начать выдвигаться шток цилиндра. После отпускания хотя бы одной любой из двух нажатых или нажатии трех кнопок шток цилиндра должен начать обратное движение, т.е. втягивание штока, в исходное состояние. Силовой распределитель моностабильного типа.

Порядок выполнения работы:

- 1 Составить электрическую схему
- 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

Лабораторное занятие № 21

Реализация схемы «с самоподхватом» при подключении распределителя

Цель: изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать электрические схемы управления

Краткие теоретические сведения:

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

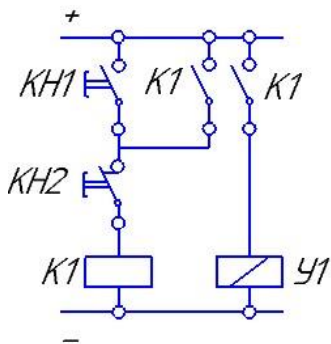


Рисунок 21 - Реализация схемы «с самоподхватом» при подключении распределителя

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.21.
- 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

Лабораторное занятие № 22

Сборка и регулировка гидросхем с электромеханическим датчиком положения штока с электрическим дискретным выходным сигналом

Цель: изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать 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.

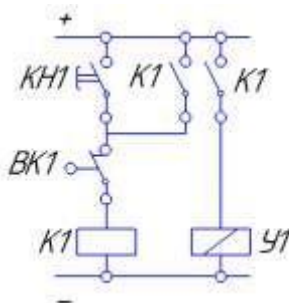


Рисунок 22.1– Вариант 1 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра.

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.

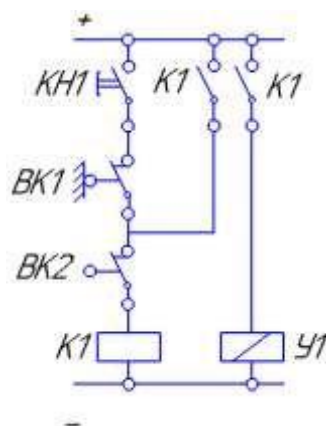


Рисунок 22.2 – Вариант 2 Изучение схем включения электромеханического датчика положения штока гидроцилиндра

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.22.1, 22.2.
- 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

Лабораторное занятие № 23

Сборка и регулировка гидросхем с датчиком положения штока индуктивного типа с электрическим дискретным выходным сигналом

Цель: Изучить принцип работы логических операций

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать 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.

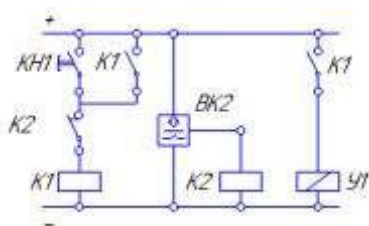


Рисунок 23.1 – Вариант 1 Изучение схем включения датчика положения тока гидроцилиндра индуктивного типа

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.

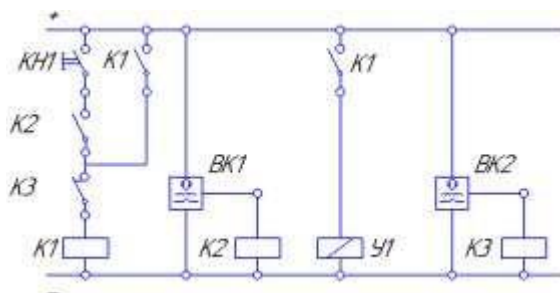


Рисунок 23.2 - Вариант 2 Изучение схем включения датчика положения тока гидроцилиндра индуктивного типа

Порядок выполнения работы:

- 2 Начертить электрическую схему рис.23.1, 23.2.
- 3 Сконструировать гидравлическую схему.
- 4 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

Лабораторное занятие № 24 Сборка и регулировка гидросхем с реле времени

Цель: Изучить принцип работы гидросхем с реле времени

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать гидросхемы с реле времени

Краткие теоретические сведения:

Управление гидроприводом вращательного действия (гидромотором) осуществляется кнопкой. При нажатии кнопки КН1 без ее удерживания начинается вращение вала гидромотора. Вал вращается в течении заданного времени, например 10 с, после чего происходит остановка вращения вала. При выключенном приводе поток от насоса необходимо направлять на слив в бак с помощью распределителя разгрузки.

Для управления вращением вала гидромотора использовать гидрораспределитель с запертым центром 4/3 (использовать один электромагнит управления), для управления разгрузкой насоса использовать распределитель с одним электромагнитом моностабильный 4/2.

Разработать и собрать гидравлическую и электрическую схемы.

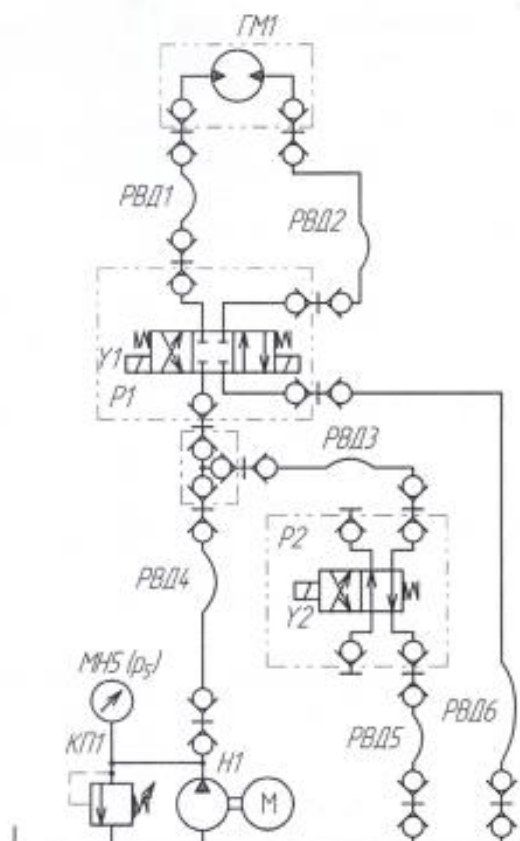


Рисунок 24.1 –Схема гидравлическая

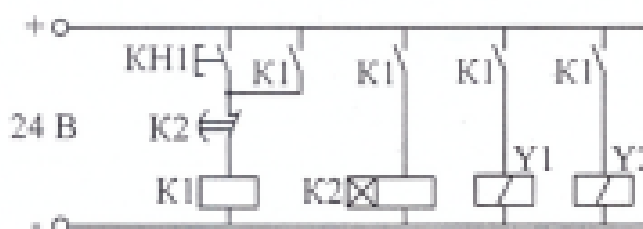


Рисунок 24.2 Схема электрическая

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.24.1, 24.2.
- 2 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

Лабораторное занятие № 25**Сборка и регулировка гидросхем циклического управления на основе электроконтактных устройств**

Цель: изучить принцип работы гидросхем циклического управления на основе электроконтактных устройств

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: собрать гидросхемы циклического управления на основе электроконтактных устройств

Краткие теоретические сведения:

При кратковременном нажатии электрической кнопки должен начать выдвигаться шток гидравлического цилиндра . После отпускания кнопки шток цилиндра должен продолжить выдвижение до достижения им конечного положения, ‘контролируемого’ датчиком ВК2. После ‘достижения штоком конечного выключателя ВК2 шток начинает втягиваться до исходного положения, которое в свою очередь контролируется датчиком ВК1. При достижении втянутого состояния шток гидроцилиндра вновь повторяет цикл выдвижение-втягивание, после чего происходит автоматическая остановка штока в исходном (втянутом) состоянии. Для управления гидроцилиндром использовать распределитель двухпозиционный моностабильный.

Задание:

— разработать и собрать гидравлическую схему; — разработать и собрать электрическую схему;

Регистр в цифровой технике — последовательное или параллельно: логическое устройство, используемое для хранения п-разрядных двоичных чисел: и выполнения преобразований над ними. В случае релейно — контактных схем и» является реле, которое хранит бинарное значение: 0 — выключено, 1 — включено.

В данном решении каждый контур реле суммируется с последующим и остаётся включённым до полного выполнения задания.

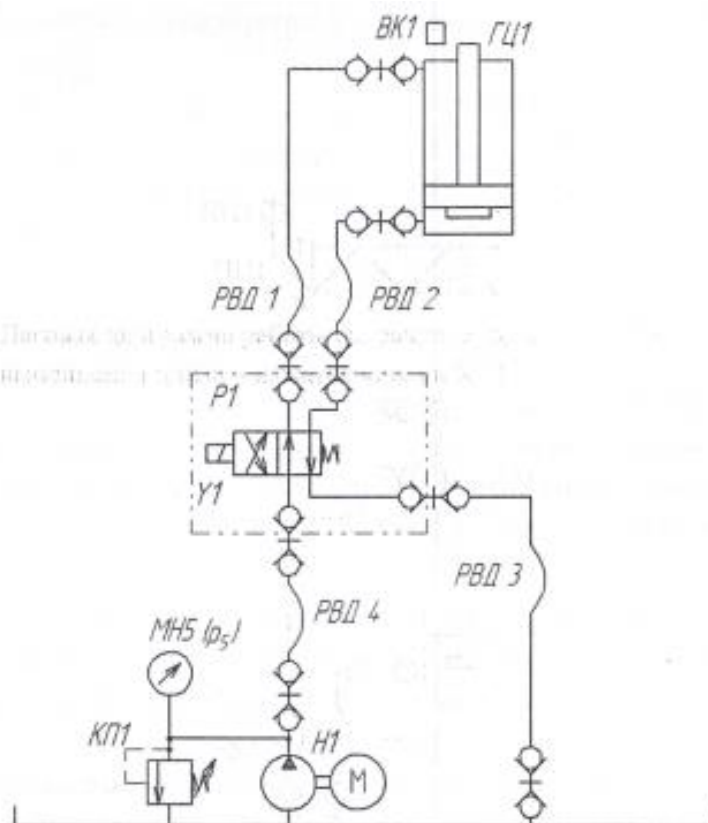


Рисунок 25.1 –Схема гидравлическая

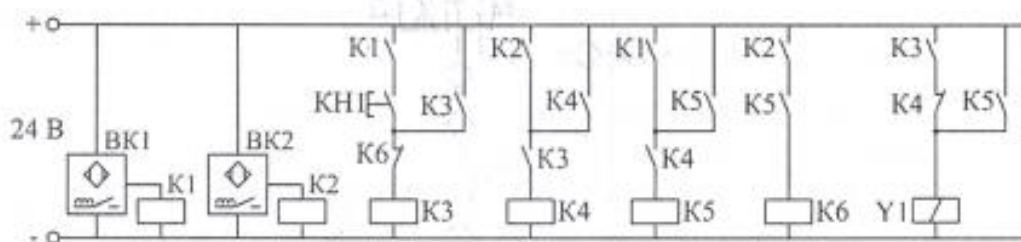


Рисунок 25.2 Схема электрическая

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.25.1, 25.2.
- 2 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

Лабораторное занятие № 26

Сборка и регулировка пневмосхем с электроуправлением

Цель: изучить принцип работы пневмосхем с электроуправлением

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать пневмосхемы с электроуправлением

Краткие теоретические сведения:

Определение:

Открытый или **Разомкнутый** контакт подразумевает, что ток не проходит через него, поскольку две части не соединены, нет механической связи.

Закрытый или **Замкнутый** контакт- ток проходит через него, благодаря наличию механической связи между частями.

Контакты могут коммутироваться по-разному: ручным, механическим или электрическим воздействием. Такие устройства нашли применение во множестве электрических компонентов, таких как переключатели, девиаторы, кнопки, реле, дистанционные выключатели, хронометрические устройства (таймеры) и т. д.

Электрическое соединение в этих элементах обычно выполнено с использованием клемм или фастонов (соединительные системы FASTOM -плоский вставляющийся изолированный наконечник).

Схематически на пневматических схемах силовые линии распределения сжатого воздуха отображаются непрерывными линиями, а линии управления — штриховыми линиями.

Электрический источник питания отображается двумя непрерывными горизонтальными отрезками, выделенными жирно, линии электрических цепей более тонкие и могут отражать функции катушек дистанционных выключателей или реле, соответствующих контактов, кнопок, датчиков и пр.

Чтение электрической схемы осуществляется сверху вниз и слева направо. Рекомендуется нумеровать каждую линию электрической цепи и указывать на контакте идентифицирующую букву, обозначающую реле, частью которого она является.

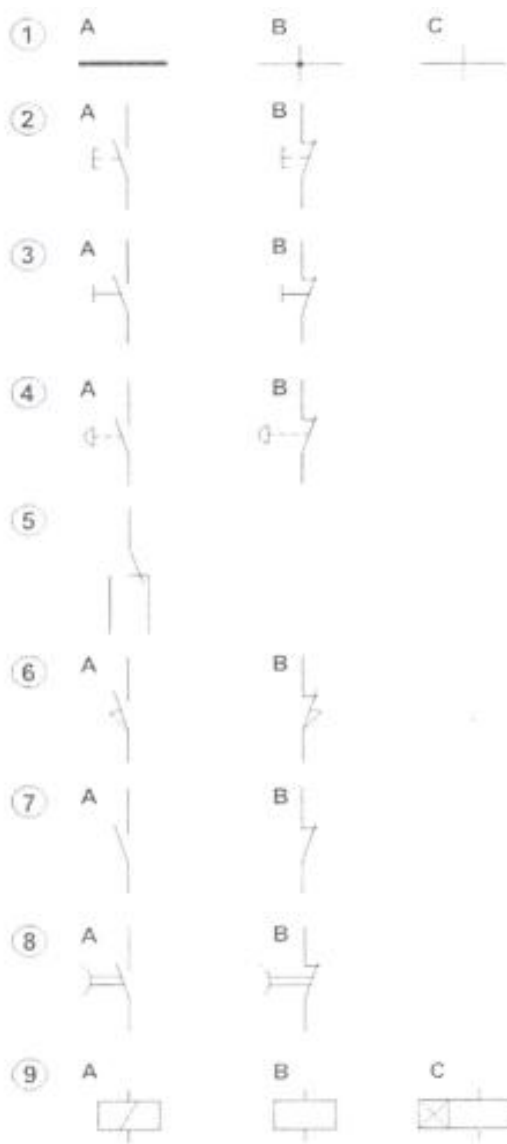


Рисунок 26 Виды схем электрических

Рис. 26.1:

A: силовая линия

B: соединение линий C: пересечение линий

Рис. 26.2:

A: управление кнопкой с нормально разомкнутым контактом B: управление кнопкой с нормально замкнутым контактом

Рис. 26.3:

A: управление селектором с нормально разомкнутым контактом (общее обозначение)

B: управление селектором с нормально замкнутым контактом (общее обозначение)

Рис. 26.4:

A: управление кнопкой безопасности с нормально разомкнутым контактом B: управление кнопкой безопасности с нормально замкнутым контактом

Рис. 26.5: переключающийся контакт Рис. 1.6:

A: микропереключатель концевого выключателя с нормально разомкнутым контактом

B: микропереключатель концевого выключателя с нормально замкнутым контактом

Рис. 26.7:

A: нормально разомкнутый контакт реле B: нормально замкнутый контакт реле

Рис. 26.8:

А: хронометрическое устройство с нормально разомкнутым контактом, например, таймер

В: хронометрическое устройство с нормально замкнутым контактом

Рис. 26.9:

А: катушка электропневматического или электромагнитного распределителя В: катушка реле

С: катушка хронометрического устройства, например, электромеханического таймера

Порядок выполнения работы:

1 Начертить электрическую схему рис.26

2 Выписать описания схемы рис 26

3 Собрать на стенде виды подключений схемы рис 26

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – схема имеет недостатки.

Удовлетворительно – схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 27

Сборка и регулировка пневмосхем с кнопкой аварийного останова

Цель: Изучить принцип работы пневмосхем с кнопкой аварийного останова

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать пневмосхемы с кнопкой аварийного останова

Краткие теоретические сведения:

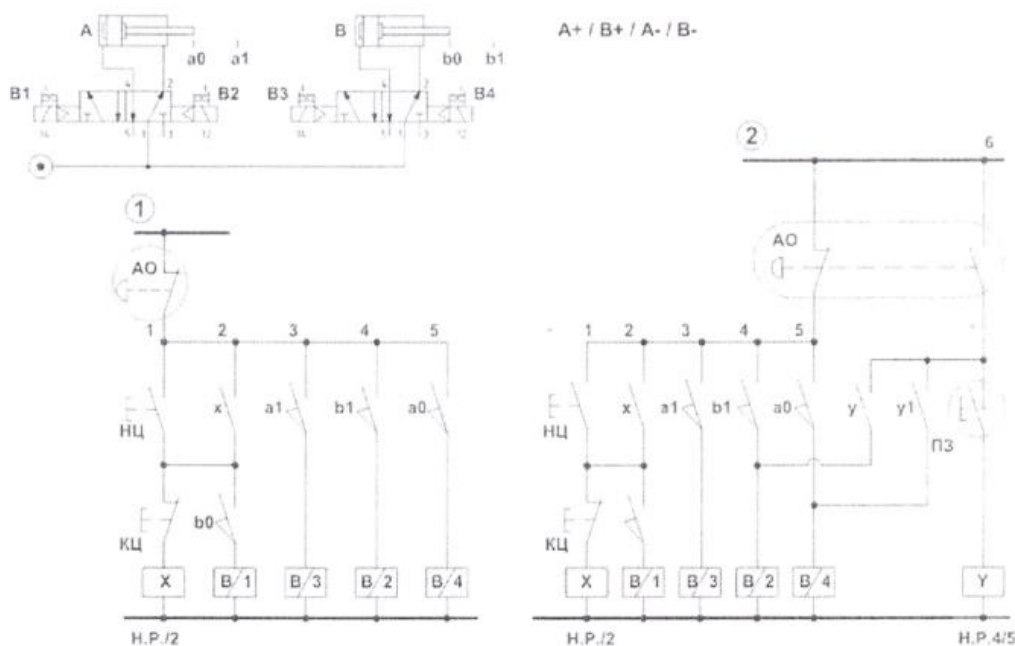


Рисунок 27 –Схема пневматическая

Запуск пневматических приводов и их работа в цикловом режиме осуществляются также как в схемах, рассмотренных в предыдущих разделах.

При этом схема разработана таким образом, чтобы цилиндры А и В перед запуском цикла и после нажатия кнопки КЦ гарантированно находились во втянутом состоянии.

При активации команды АО прерывается подача электрического питания на все концевые выключатели установки, а также размыкается контур самоудержания реле X. Поскольку давление продолжает поступать в канал 1 распределителей, то оба цилиндра продолжают движение и затем их поршни останавливаются у крышек.

После отмены команды АО на концевые выключатели снова поступает электрическое питание, что приводит к автоматическому переводу системы в начальное стартовое состояние - оба цилиндра втягиваются.

Поскольку более нет режима самоудержания реле X, то для запуска системы снова требуется нажать кнопку НЦ.

Порядок выполнения работы:

- 1 Начертить электрическую схему рис.26
- 2 Собрать пневматическую 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 –пневматическая схема имеет недостатки.
- Удовлетворительно –электрическая схема собрана не верно.
- Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 28

Сборка и регулировка пневмосхем с пневматическим таймером

Цель: Изучить принцип работы пневмосхем с пневматическим таймером

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.2.01 проектировать системы управления;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать пневмосхемы с пневматическим таймером

Краткие теоретические сведения:

Функция таймера заключается в регулировании длительности сигнала.

Когда цилиндр приводит в действие концевой выключатель, выход «А» непосредственно переключает силовой распределитель для следующего действия.

Если существует необходимость задержки цилиндра в конечном положении на некоторое время, можно использовать таймер, который позволяет управлять сигналом выхода «Х» в течении установленного времени.

Принцип работы таймера основан на комбинированном использовании следующих пневматических элементов:

1. Пневмодроссель с обратным клапаном- регулирует скорость наполнения или опустошения ресивера. Чем сильнее дроссель затянут, тем меньше расход воздуха и тем больше времени требуется для завершения переходного процесса в ресивере.

2. Ресивер- - чем больше объем, тем больше времени необходимо для наполнения или опустошения полости

3. Распределитель 3/2 Н.З или Н.О. в зависимости от функции таймера

Порядок выполнения работы:

1 спроектировать пневматическую схему с использованием таймера времени

2 Собрать пневматическую схему с использованием таймера времени на пневматическом стенде

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо –пневматическая схема имеет недостатки.

Удовлетворительно –пневматическая схема собрана не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 29

Проектирование, сборка и регулировка принципиальной гидросхемы с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Цель: научиться проектировать, собирать и регулировать принципиальную гидросхему с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: спроектировать, собрать и отрегулировать принципиальную гидросхему с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением по вариантам

Краткие теоретические сведения:

Вариант	Выдвижение/втягивание г.цилиндра,с	Вращение вала гидромотора, об/мин	Вариант	Выдвижение/втягивание г.цилиндра,с	Вращение вала гидромотора, об/мин
1	10/12	100	12	7/12	150
2	8/10	50	13	18/10	130
3	5/10	60	14	5/12	120
4	13/8	70	15	11/8	80
5	20/20	80	16	20/14	85
6	15/15	90	17	15/10	95
7	4/20	40	18	4/8	45
8	10/11	30	19	7/11	60
9	10/15	35	20	10/11	55
10	10/13	50	21	8/13	50
11	7/9	45	22	17/19	75

Порядок выполнения работы:

1 спроектировать гидравлическую схему с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма

2 Спроектировать электрическую схему управления

3 Собрать гидравлическую и электрическую схему на гидравлическом стенде

4 Отрегулировать скоростные характеристики исполнительного механизма согласно выбранному варианту

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно – схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 30

Проектирование, сборка и регулировка принципиальной гидросхемы с регулировкой силовых характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Цель: научиться проектировать, собирать и регулировать принципиальную гидросхему с регулировкой силовых характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: спроектировать, собрать и отрегулировать принципиальную гидросхему с регулировкой силовых характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением по вариантам

Краткие теоретические сведения:

Вариант	Выдвижение/втягивание г.цилиндра, МПа	Рабочее давление в гидросистеме, МПа
1	4/4	4
2	3/5	5
3	5/6	6
4	3/4	5
5	4/5	6
6	3/3	6
7	4/4	5
8	2/3	3
9	3/3	3
10	4/5	5
11	2/5	5

Порядок выполнения работы:

1 спроектировать гидравлическую схему с регулировкой силовых характеристик исполнительного механизма

2 Спроектировать электрическую схему управления

3 Собрать гидравлическую и электрическую схему на гидравлическом стенде

4 Отрегулировать силовые характеристики исполнительного механизма согласно выбранному варианту

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо –Схемы имеют недостатки.
 Удовлетворительно –схемы собраны не верно.
 Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 31

Проектирование, сборка и регулировка принципиальной гидросхемы с электрогидравлическим управлением по заданным условиям

Цель: научиться проектировать, собирать и регулировать принципиальную гидросхему с электрогидравлическим управлением по заданным условиям

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд гидравлический

Задание: спроектировать, собрать и отрегулировать принципиальную гидросхему с электрогидравлическим управлением по заданным условиям по вариантам

Краткие теоретические сведения:

Вариант	Выдвижение/втягивание г.цилиндра,МПа	Рабочее давление в гидросистеме, МПа	Выдвижение/втягивание г.цилиндра,с
1	4/*	4	10/12
2	3/5	5	8/10
3	*/6	6	5/10
4	3/4	5	13/*
5	4/5	6	20/20
6	3/3	6	15/15
7	4/*	5	4/20
8	2/3	3	10/*
9	3/*	3	10/15
10	4/5	5	10/13
11	2/5	5	7/9

**- характеристика не регулируется*

Порядок выполнения работы:

- 1 спроектировать гидравлическую схему по заданным условиям
- 2 Спроектировать электрическую схему управления
- 3 Собрать гидравлическую и электрическую схему на гидравлическом стенде
- 4 Отрегулировать скоростные и силовые характеристики исполнительного механизма согласно выбранному варианту

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо –Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно –схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 32**Проектирование, сборка и регулировка принципиальной пневмосхемы с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением**

Цель: научиться проектировать, собирать и регулировать принципиальную пневмосхему с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: спроектировать, собрать и отрегулировать принципиальную пневмосхему с регулировкой скоростных характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Краткие теоретические сведения:

Вариант	Выдвижение/втягивание первого цилиндра,с	Выдвижение/втягивание второго цилиндра,с
1	*/12	*/5
2	8/*	4/*
3	5/10	3/*
4	13/*	13/*
5	10/10	5/*
6	*/15	*/15
7	4/*	*/10
8	10/*	5/*
9	*/8	*/15
10	10/*	*/13
11	7/*	7/9

**- характеристика не регулируется*

Условие работы:

При нажатии на кнопку одновременно задвигается поршень первого цилиндра и выдвигается поршень второго цилиндра, поршень первого цилиндра воздействует на концевой выключатель, после чего по очереди перемещаются поршни цилиндров: поршень второго задвигается, поршень первого выдвигается.

Порядок выполнения работы:

- 1 спроектировать пневмосхему по заданным условиям
- 2 Спроектировать электрическую схему управления
- 3 Собрать пневматическую и электрическую схему на стенде
- 4 Отрегулировать скоростные характеристики исполнительного механизма согласно выбранному варианту

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно – схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 33

Проектирование, сборка и регулировка принципиальной пневмосхемы с регулировкой характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Цель: научиться проектировать, собирать и регулировать принципиальную пневмосхему с регулировкой характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: спроектировать, собрать и отрегулировать принципиальную пневмосхему с регулировкой характеристик исполнительного механизма с электрогидравлическим управлением

Краткие теоретические сведения:

Вариант	А	Б
1	3	1
2	4	2
3	3	4
4	4	3
5	5	6

6	6	5
7	1	7
8	3	8
9	7	3
10	10	5
11	11	1

Условие работы:

Самостоятельно разработать и собрать на стенде рабочую модель зажима "детали" для последующей обработки.

Задача:

Поршень выдвигается из исходного положения через А сек после нажатия на кнопку, воздействует на концевой выключатель и задвигается через Б сек

Порядок выполнения работы:

- 1 спроектировать пневмосхему по заданным условиям
- 2 Спроектировать электрическую схему управления
- 3 Собрать пневматическую и электрическую схему на стенде
- 4 Отрегулировать характеристики исполнительного механизма согласно выбранному варианту

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо – Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно – схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 34

Сборка и регулировка принципиальной пневмосхемы с электрогидравлическим управлением по заданным условиям

Цель: научиться собирать и регулировать принципиальную пневмосхему с электрогидравлическим управлением по заданным условиям

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать и отрегулировать принципиальную пневмосхему с электрогидравлическим управлением по заданным условиям

Краткие теоретические сведения:

Задача 1

Поршень первого цилиндра выдвигается из исходного положения после нажатия на кнопку, через 3с. выдвигается поршень второго цилиндра, перемещает "деталь", воздействует на концевой выключатель, после чего оба цилиндра одновременно задвигаются.

Задача 2

При нажатии на кнопку шток первого (подающего) цилиндра медленно выдвигается, в крайнем положении останавливается на 2 с. После вытягивания штока срабатывает второй концевой выключатель, заставляя выдвинуться шток второго (выталкивающего) цилиндра (ЦОД), который управляется распределителем с пружинным возвратом. В крайнем положении шток нажимает на рычаг третьего концевого выключателя, сигнал с которого заставляет этот цилиндр вернуться в исходное положение.

Порядок выполнения работы:

- 1 спроектировать пневмосхемы по заданным условиям
- 2 Спроектировать электрическую схему управления
- 3 Собрать пневматическую и электрическую схему на стенде

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

- Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.
- Хорошо – Схемы имеют недостатки.
- Удовлетворительно – схемы собраны не верно.
- Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 35

Сборка принципиальной пневмосхемы управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием моностабильного распределителя (прямое управление)

Цель: научиться собирать пневмосхемы управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием моностабильного распределителя (прямое управление)

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;
- У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;
- У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;
- У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание:

Сборка принципиальной пневмосхемы управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием моностабильного распределителя (прямое управление)

Краткие теоретические сведения:

Электропневматическая схема для управления цилиндром двустороннего действия с помощью моностабильного электропневматического распределителя 5/2 (рисунок 35).

Кнопка P1 моностабильная, при нажатии её нормально разомкнутый контакт замыкается, электрический сигнал поступает на катушку В1.

Электропневматический распределитель переключается и обеспечивает выдвижение штока цилиндра.

Продолжительность электрического сигнала на катушке В1 соответствует продолжительности нажатия кнопки РТ. При отпускании кнопки P1 электропневматический распределитель возвращается в правую рабочую позицию, и шток цилиндра втягивается.

Справа кнопка P1 заменена на кнопку селекторного переключателя S, который сохраняет заданную позицию. При нажатии на кнопку S1 нормально разомкнутый контакт замыкается, электрический сигнал поступает на катушку В1.

Электропневматический распределитель переключается, что обеспечивает выдвижение штока цилиндра. Втягивание штока осуществляется только при повороте селектора в начальное положение S

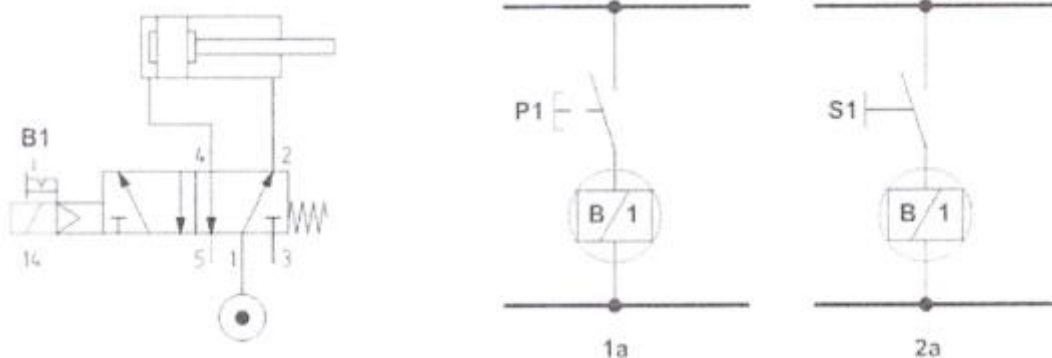


Рисунок 35 Электропневматическая схема

Порядок выполнения работы:

1 Собрать пневматическую и электрическую схему на стенде

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо –Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно –схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме

Лабораторное занятие № 36

Сборка принципиальной пневмосхемы управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием бистабильного распределителя (непрямое управление)

Цель: научиться собирать пневмосхемы управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием бистабильного распределителя (непрямое управление)

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 2.1.01 проектировать гидравлические и пневматические системы и приводы по заданным условиям;

У 2.1.02 выполнять принципиальные гидравлические схемы согласно требований Государственных стандартов;

У 2.1.03 описывать работу привода и системы управления по циклу;

У 2.2.04 использовать современные прикладные программы для выполнения принципиальных гидравлических схем;

Материальное обеспечение: стенд пневматический

Задание: собрать принципиальную пневмосхему управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием бистабильного распределителя (непрямое управление)

Краткие теоретические сведения:

Электропневматическая схема для привода с бистабильным электропневматическим распределителем 5/2 (рисунок 36).

А: Кнопки РТ и Р2 имеют нормально разомкнутые контакты, подключенные соответственно к соленоидам В1 и В2.

В этом случае, учитывая, что электропневматический распределитель бистабильного типа, нет необходимости в подаче постоянного сигнала на соленоиды.

При нажатии на кнопку Р1 нормально разомкнутый контакт замыкается, электрический сигнал поступает на соленоид В1, шток цилиндра выдвигается. При отпускании кнопки контакт размыкается, на катушке логический ноль, но распределитель остается в той же позиции.

При нажатии на Р2 на катушке В2 появится логическая единица, обеспечив втягивание штока цилиндра, нажатие также может быть кратковременным.

В: Кнопки РТ и Р2 заменены селектором S, который одновременно управляет нормально разомкнутым и нормально замкнутым контактами. Когда нормально замкнутый контакт размыкается, нормально разомкнутый контакт замыкается и наоборот.

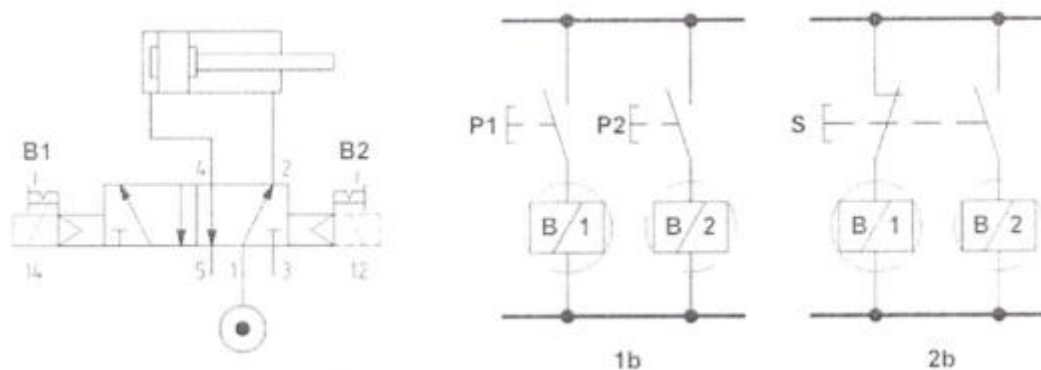


Рисунок 36 Электропневматическая схема

Порядок выполнения работы:

1 Собрать пневматическую и электрическую схему на стенде

Форма представления результата:

Отчет оформленный в тетради для практических работ

Критерии оценки:

Отлично – работа выполнена верно в полном объеме.

Хорошо –Схемы имеют недостатки.

Удовлетворительно –схемы собраны не верно.

Неудовлетворительно – работа выполнена не в полном объеме