

*Приложение 1.3.1 к ОПОП-П по специальности
15.02.03 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт
гидравлического и пневматического оборудования (по отраслям)*

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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.03.01 Ведение технологической документации

по гидравлическим и пневматическим приводам, устройствам и системам

для обучающихся специальности

**15.02.03 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт гидравлического и пневматического
оборудования (по отраслям)**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
Практическое занятие №1	4
Практическое занятие №2	8
Практическое занятие №3	13
Практическое занятие №4	15
Практическое занятие №5	18
Практическое занятие №6	21
Практическое занятие №7	23
Практическое занятие №8	25
Практическое занятие №9	29
Практическое занятие №10	31

1 ВВЕДЕНИЕ

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

Состав и содержание практических 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.

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «Ведение технологической документации по гидравлическим и пневматическим приводам, устройствам и системам» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;

У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;

У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;

У 3.2.2 составление технической документации;

У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам;

Содержание практических занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 3.1 Проводить типовые расчеты при оформлении технологической документации на гидравлические и пневматические приводы, устройства и системы.

ПК 3.2 Оформлять техническую документацию на гидравлические и пневматические приводы, устройства и системы по заданным условиям

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.

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

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическое занятие №1

Проектирование гидравлических и пневматических приводов, классифицируемых по характеру движения выходного звена

Цель: научиться рассчитывать и определять основные физические свойства жидкости.

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;
- У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;
- У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;
- У 3.2.2 составление технической документации;
- У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным

стандартам

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, м³.

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/м³.

Вместо плотности в формулах может быть использован также **удельный вес γ** (Н/м³), 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/м³;

морской воды - 1020 ... 1030 кг/м³;

нефти и нефтепродуктов – 650 ... 900 кг/м³;

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 ($1/^\circ\text{C}$), 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.

Вязкостью 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 $[\text{Па} \cdot \text{с}]$.

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

Также динамическая вязкость может измеряться в $[\text{дин} \cdot \text{с} / \text{см}^2]$ и $[\text{кгс} \cdot \text{с} / \text{м}^2]$ и производных от них единицах.

Соотношение между единицами динамической вязкости:

$$- 1 \text{ Пуаз } [\text{П}] = 1 \text{ дин} \cdot \text{с} / \text{см}^2 = 0.010197162 \text{ кгс} \cdot \text{с} / \text{м}^2 = 0.000010197162 \text{ кгс} \cdot \text{с} / \text{см}^2 = 0.1 \text{ Па} \cdot \text{с} = 0.1 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$$

- 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 $t = +50^\circ\text{С}$ 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:
$V = 72$	Воспользуемся формулой (1.1)
м^3	
$\rho = 940$	$\rho = \frac{m}{V}$
кг/м^3	
	В этой формуле нам известные две величины: объем и плотность. Тогда наша задача сводится к тому, чтобы выразить неизвестную величину и найти ее. Тогда:
	$m = V \cdot \rho = 72 \cdot 940 = 67680 \text{ кг} \approx 68 \text{ т}$
$m =$	
?	Ответ: $m \approx 68 \text{ т}$

Задачи для решения:

1. Определить изменение объема 37т нефтепродукта в хранилище при колебании температуры от 25 до 50 °С, если плотность составляет 900 кг/м³, а $\beta_t = 0,001 \text{ 1/}^\circ\text{С}$.
2. Можно ли в резервуаре объемом 20м³ хранить 10т нефти с плотностью 850 кг/м³, если температура нефти повышается от 0 °С до 30 °С и резервуар должен быть заполнен на 2/3 объема.

3. Как изменится объем воды в системе отопления, имеющей емкость $V_0=100\text{м}^3$ после подогрева воды от начальной $t_{\text{хол}}^0 = 15^\circ\text{C}$ до $t_{\text{гор}}^0 = 95^\circ\text{C}$; $\beta_t = 6 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

4. Канистра, заполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры 50°C . на сколько повысилось бы давление бензина внутри канистры, если бы она была абсолютно жесткой? Начальная температура бензина 20°C . модуль объемной упругости бензина принять равным $K = 1300 \text{ МПа}$, коэффициент температурного расширения $\beta_t = 8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/град}$.

Примечание: сжимаемость жидкостей характеризуется модулем объемной упругости K , входящим в обобщенный закон Гука: $\left| \frac{\Delta V}{V} \right| = \left| -\frac{\Delta P}{K} \right|$.

5. Сколько тонн масла $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ нужно заказать со склада для гидросистемы с насосом, производительность которого $Q=5,0 \text{ м}^3/\text{мин}$, если учесть, что объем бака равен 5 минутной производительностью насоса.

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 с единицами измерения.

Оценка «**хорошо**» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на задачи допущена неточность.

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 №2

Описание гидравлических и пневматических приводов, классифицируемых по виду источника энергии и способу циркуляции рабочей жидкости

Цель: научиться выбирать рабочую жидкость гидропривода

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;
- У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;
- У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;
- У 3.2.2 составление технической документации;
- У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным

стандартам

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	$\nu_{50}, \text{мм}^2/\text{с}$
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	1000	1500
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	900	1350
	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
	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	1100	1650

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-ЛГ-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	Е	Н	Г	С
Группа и подгруппа по ГОСТ 17479.4-87	Символ ISO-L по ИСО 3498-79		Символ ISO-L по ИСО 6743-4-82	
Л-С	FD		FD	

Г-А	-	НН	-
Г-В	НЛ	НЛ	-
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, 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 °С до +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. Рекомендуется для всесезонного применения в оборудовании, которое должно эффективно работать, обеспечивая надежность 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

Расчет параметров гидравлических и пневматических машин

Цель: изучить работу гидравлических схем закрытого и открытого типа

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;

У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;

У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;

У 3.2.2 составление технической документации;

У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам

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.

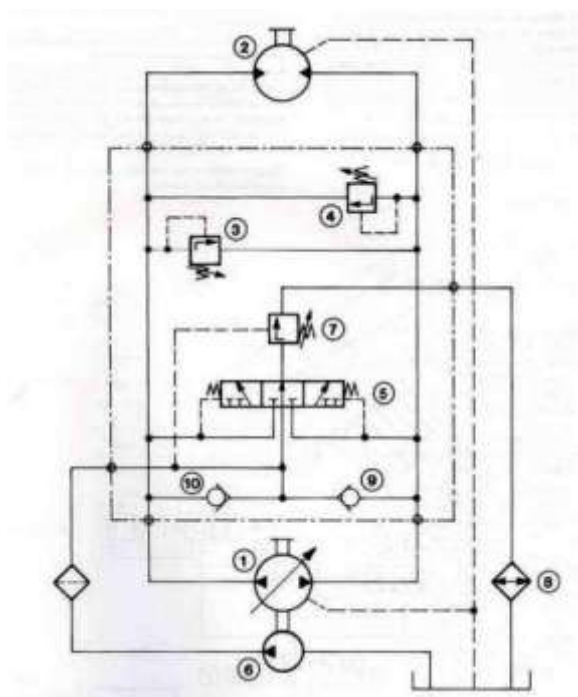


Рисунок .3.1 – Гидросистема закрытого типа

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 развивать 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.

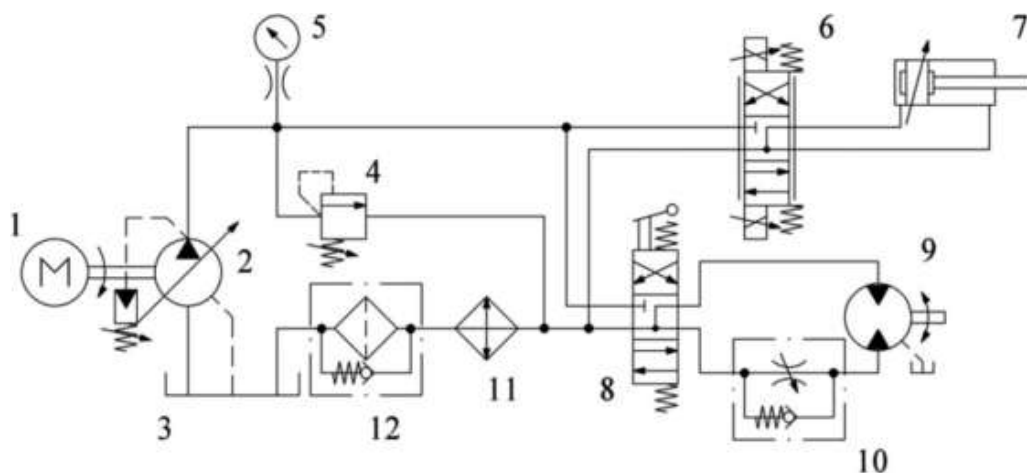


Рисунок 3.2 – Гидросистема открытого типа

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

Выбор гидродвигателя и гидромашины с требуемыми техническими характеристиками

Цель: изучить устройство и принципиальную гидросхему насосной станции

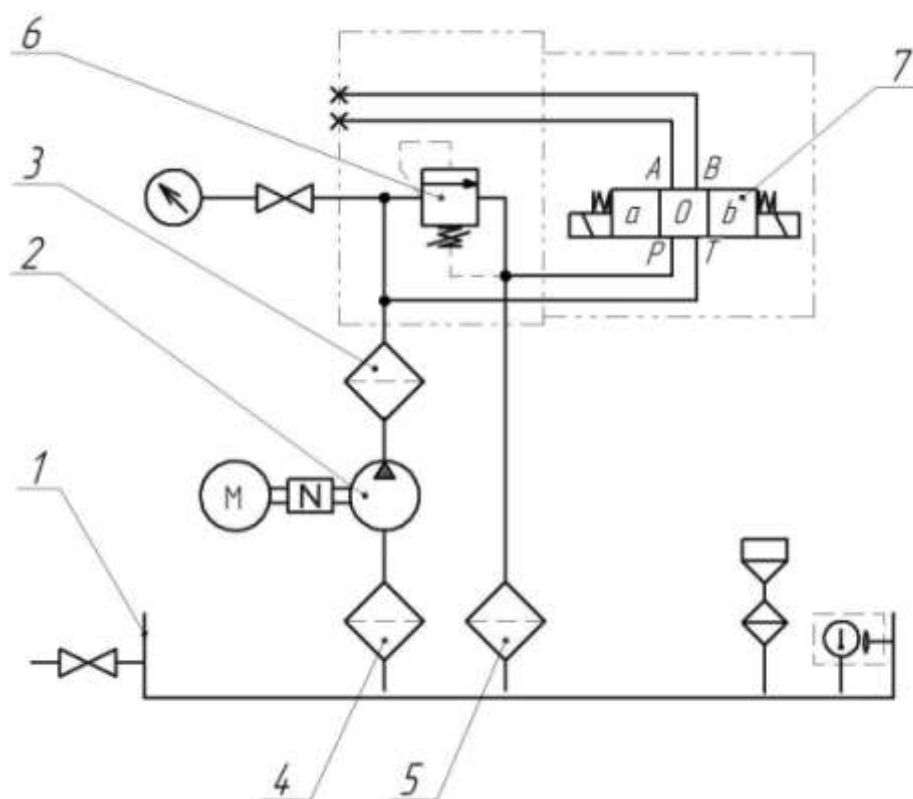
Выполнив работу, Вы будете уметь:

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 чертёж 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

Выбор гидроаппаратуры с требуемыми техническими характеристиками

Цель: изучить принципиальную гидросхему НАС

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;
- У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;
- У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;
- У 3.2.2 составление технической документации;
- У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным

стандартам

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. 4б д).

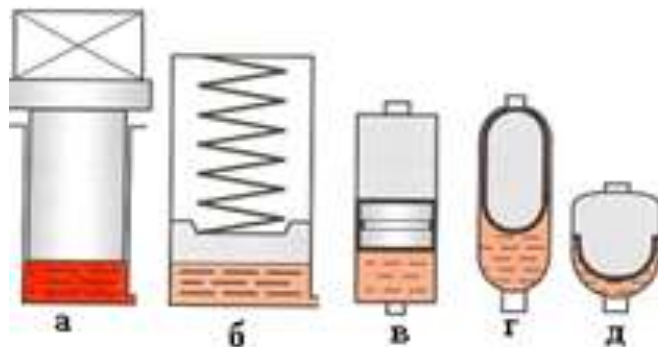


Рисунок 5.1 – Классификация гидроаккумуляторов

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_3).

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**Использование Государственных стандартов при выборе стандартных изделий**

Цель: изучить конструкцию компрессорной установки

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;

У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;

У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;

У 3.2.2 составление технической документации;

У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам

Материальное обеспечение: не требуется

Задание: изучить принцип работы компрессорной установки

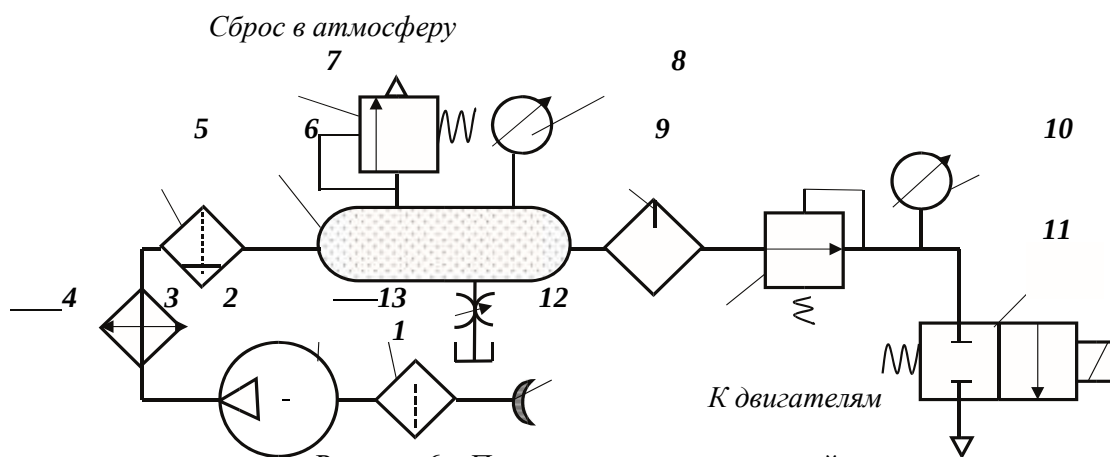
Краткие теоретические сведения:

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 цилиндровом блоке компрессора. В установках большой подачи охладители располагают вблизи компрессоров как отдельно стоящие аппараты.

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

Маслоотделители располагают между ступенями компрессора за охладителями. Их назначение — удалять из газа, подаваемого компрессором, взвешенные капельки масла, использованного в предыдущей ступени. Действие маслоотделителей основано на выбрасывании частичек масла из потока под действием сил инерции, возникающих при изменении направления движения газа. Маслоотделители бывают с рыхлой засыпкой подобно воздушным фильтрам или в виде цилиндрических центробежных аппаратов — циклонов. Предохранительные клапаны 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

Выбор оптимальной конструкции гидроцилиндра в соответствии с заданием. Чтение сборочного чертежа гидроцилиндра. Составление спецификации на сборочный чертеж

Цель: изучить гидросхемы с дроссельным регулированием скорости гидродвигателей

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;
- У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятия решений на основе результатов;
- У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;
- У 3.2.2 составление технической документации;
- У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным

стандартам

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 обеих рабочих гидролиниях.

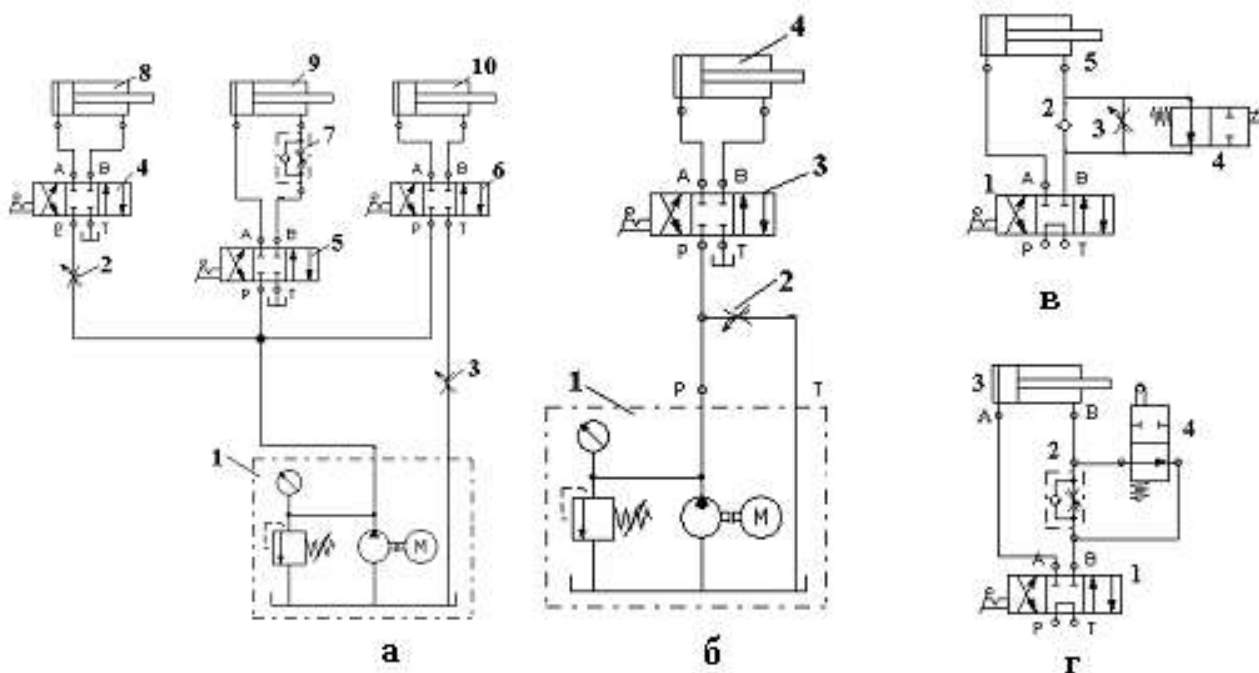


Рисунок 7.1 Типовые примеры установки дросселя в гидросхемах

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

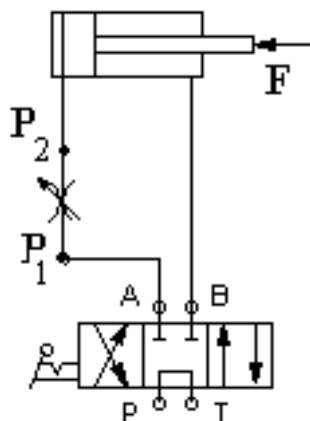


Рисунок 7.2. Дроссельное регулирование скорости

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:

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

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.

Задача №1. Скорость движения поршня гидроцилиндра регулируется с помощью дросселя, проходное сечение которого в данный момент равно $S_{op}=40 \text{ мм}^2$, 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 гидрوليнии 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

Использование современных прикладных программ для выполнения принципиальных гидравлических схем

Цель: изучить гидросхемы с объемно-дроссельным регулированием скорости гидродвигателей

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;

У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;

У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;

У 3.2.2 составление технической документации;

У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам

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.

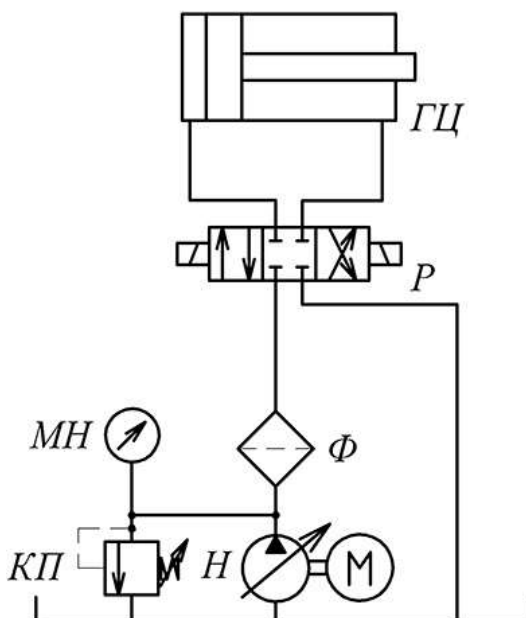
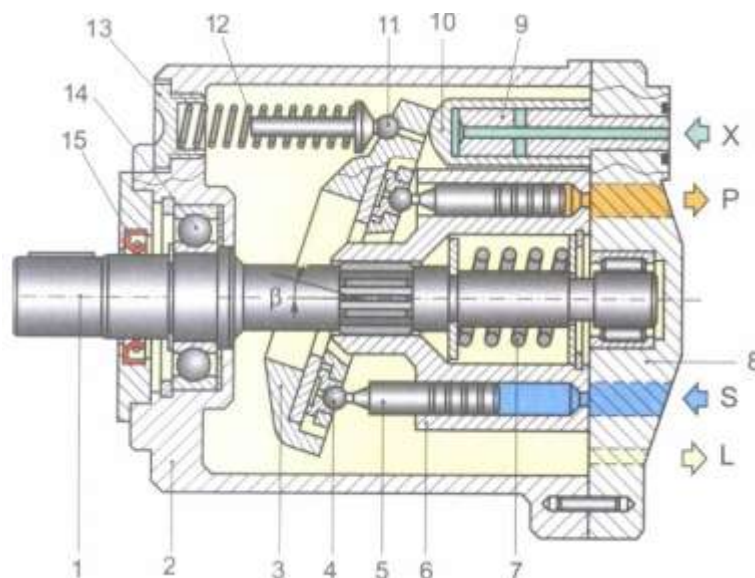


Рисунок 8.1 -Схема объемного регулирования гидропривода

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

Как видно из рисунка 8.2, наклонный диск устанавливается в заданном положении с одной стороны под действием пружины 12, а с другой – положением цилиндра регулировки 10. Если давление в линии управления X будет превышать заданную величину, гильза цилиндра 10 перемещает диск, уменьшая угол наклона β. Ход рабочих поршней насоса 5 уменьшается и подача уменьшается. При уменьшении угла β до 0 насос будет работать в холостом режиме

Дроссельное регулирование

Суть дроссельного регулирования заключается в отводе части жидкости, подаваемой насосом. Подача насоса при дроссельном регулировании делится на два потока.

$$Q_n = Q_{гд} + Q_{сл} \quad (8.2)$$

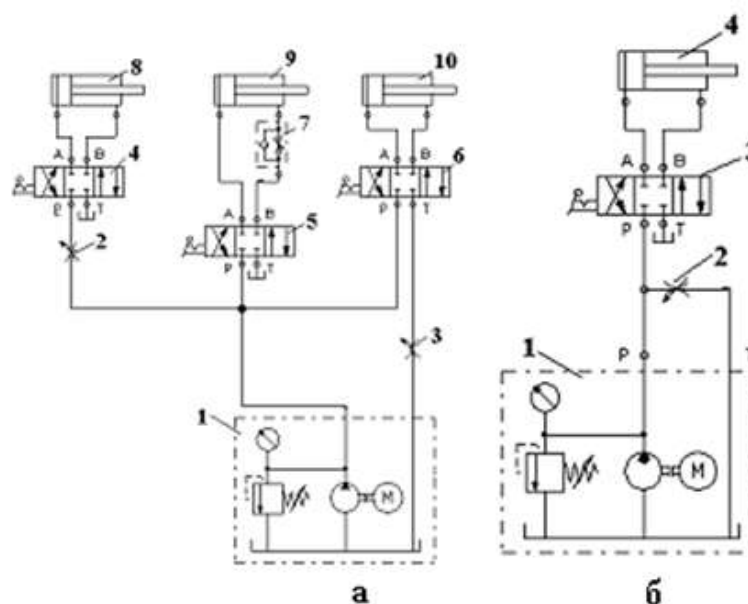
где $Q_{гд}$ - расход, подводимый к гидродвигателям

$Q_{сл}$ - расход отправляемый на слива

Изменяя соотношение этих расходов можно менять скорость движения исполнительных механизмов.

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 способ

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

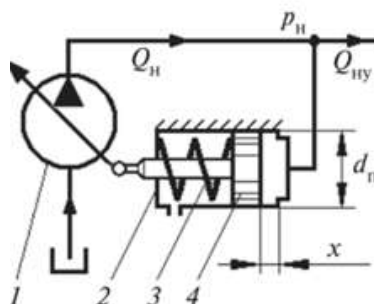


Рисунок 8.4 – Автоматический регулятор подачи насоса.

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-дроссельным регулированием скорости движения поршня гидроцилиндра 5 при последовательном включении гидродросселя 3 на выходе из гидроцилиндра.

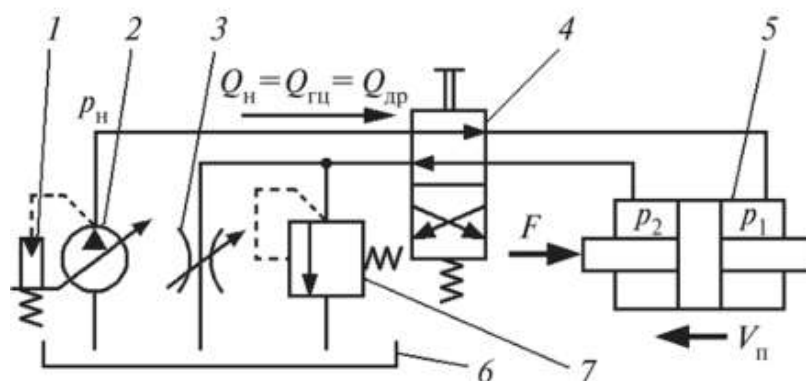


Рисунок 8.5- Схема объемно-дроссельного регулирования

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить чертёж 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

Описание работы привода и системы управления по циклу

Цель: научиться составлять функциональную циклограмму

Выполнив работу, Вы будете уметь:

У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;

У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;

У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;

У 3.2.2 составление технической документации;

У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам

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.

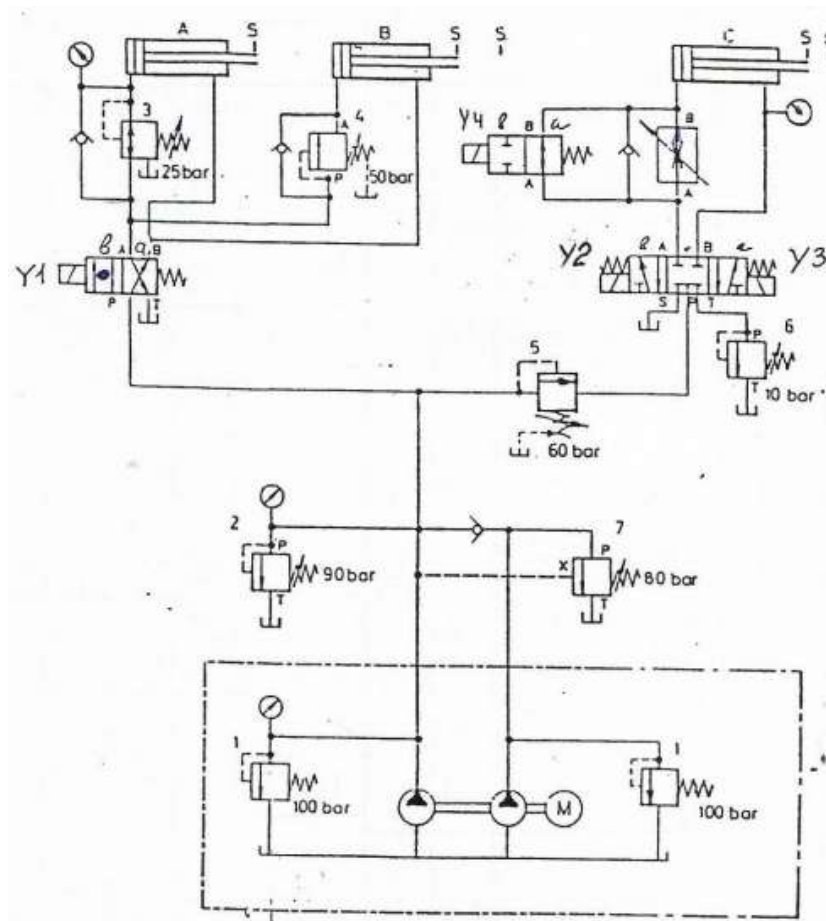


Таблица 9.1 – Циклограмма гидропривода гибочного станка (Европейский стандарт VDI 3260)

[illegible]

		0										
		б										
г/цилиндр	ЦЗ	1										
		0										
Распределитель 2/2	РЗ	а										
		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

Написание схем потоков рабочего тела по элементам цикла работы привода

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

Выполнив работу, Вы будете уметь:

- У 3.1.1 выполнять расчеты для определения рабочих характеристик приводов и систем;
- У 3.1.2 анализировать из полученных расчетных данных и принятие решений на основе результатов;
- У 3.2.1 читать и понимать чертежи гидравлических и пневматических систем;
- У 3.2.2 составление технической документации;
- У 3.2.3 проверять правильность оформления и соответствия документации установленным стандартам

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.

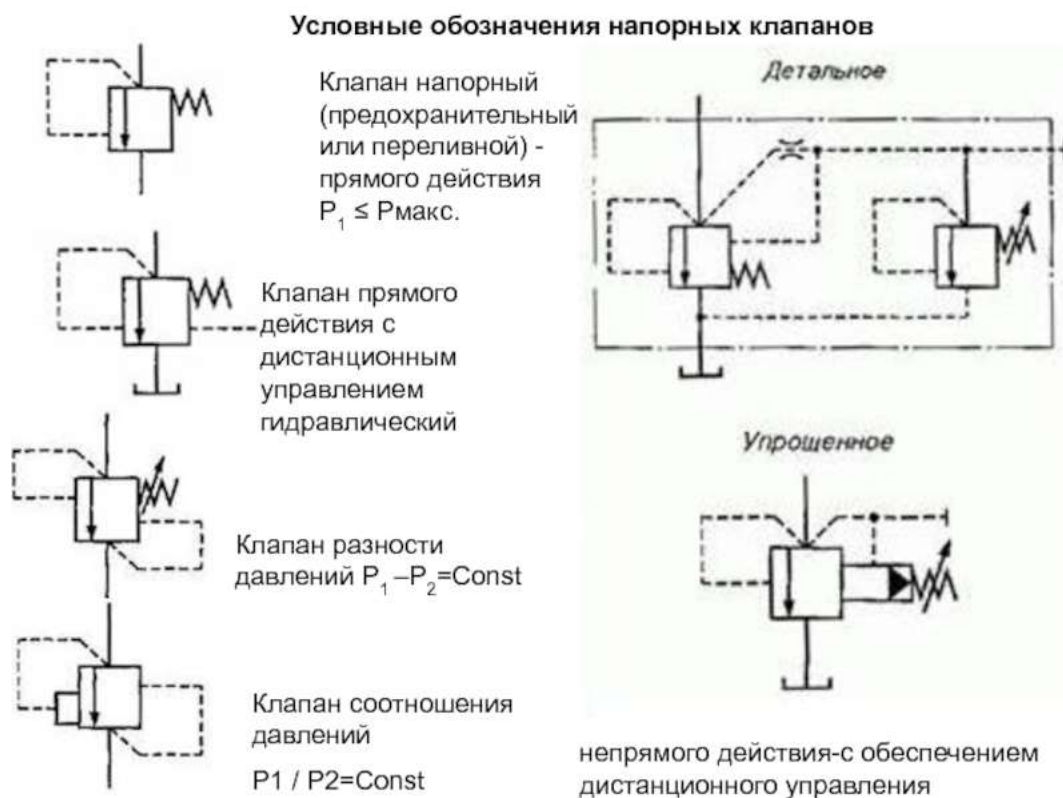


Рисунок 10.1 . Условные обозначения напорных клапанов

