

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  
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.01 ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ  
ПРИВодОВ**  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.03 Техническая эксплуатация гидравлических машин, гидроприводов  
и гидропневмоавтоматики

Магнитогорск, 2020

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 17 февраля 2020 г.

Методической комиссией

Протокол №3 от 26 февраля 2020 г.

**Разработчик**

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

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических приводов».

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	–
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	11
Практическое занятие 1	11
Практическое занятие 2	13
Практическое занятие 3	14
Практическое занятие 4	15
Практическое занятие 5	19
Практическое занятие 6	20
Практическое занятие 7	22
Практическое занятие 8	23
Практическое занятие 9	25
Практическое занятие 10	26
Практическое занятие 11	28
Практическое занятие 12	30
Практическое занятие 13	32
Практическое занятие 14	34
Практическое занятие 15	35
Практическое занятие 16	37
Практическое занятие 17	39
Практическое занятие 18	41
Практическое занятие 19	42
Практическое занятие 20	44
Практическое занятие 21	47
Лабораторное занятие 1	49
Лабораторное занятие 2	52
Лабораторное занятие 3	54

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

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

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

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических приводов» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств;
- рассчитывать основные параметры гидравлических и пневматических устройств;
- снимать характеристики гидравлических и пневматических устройств;
- проектировать типовые гидравлические устройства.

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

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

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

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

А также формированию **общих компетенций:**

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

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

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

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

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

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

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

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Элементы гидравлических и пневматических приводов» 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 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
Раздел 1. Гидромашины		16	
Тема 1.1. Объемные насосы	Практическая работа 1 Изучение устройства, принципа работы и маркировки шестеренного насоса по чертежу и сборка модели	2	У3
	Практическая работа 2 Изучение устройства, принципа работы и маркировки пластинчатого насоса по чертежу и сборка модели	2	
	Практическая работа 3 Изучение устройства, принципа работы и маркировки аксиально-поршневого насоса по чертежу и сборка модели	2	
	Лабораторная работа 1 Экспериментальное исследование характеристик шестеренного насоса	2	У4
Тема 1.2. Гидродвигатели	Практическая работа 4 Изучение устройства и принципа работы гидроцилиндра по чертежу и сборка модели с уплотнениями	2	У1, У3
	Практическая работа 5 Изучение устройства и принципа работы гидромотора по чертежу и сборка модели	2	У3
	Лабораторная работа 2 Экспериментальное исследование характеристик гидроцилиндра	2	У4
	Лабораторная работа 3 Экспериментальное исследование характеристик гидромотора	2	
Раздел 2. Гидроаппаратура		38	
Тема 2.1. Основная гидроаппаратура	Практическая работа 6 Изучение устройства, изучение принципа действия и маркировки распределителей с модели	4	У2, У3
	Практическая работа 7 Изучение устройства, изучение принципа действия обратных клапанов с модели	2	
	Практическая работа 8 Изучение устройства, изучение принципа действия гидрозамков с модели	2	

	Практическая работа 9 Изучение устройства, изучение принципа действия клапана предохранительного прямого типа по чертежу	2	
	Практическая работа 10 Изучение устройства, изучение принципа действия клапана давления золотникового типа с модели	2	
	Практическая работа 11 Изучение устройства, изучение принципа действия клапана предохранительного непрямого действия по чертежу	2	
	Практическая работа 12 Изучение устройства, изучение принципа действия редуцированных клапанов прямого действия с модели	4	
	Практическая работа 13 Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей линейных с модели и по чертежу	2	
	Практическая работа 14 Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей квадратичных по чертежу	2	
	Практическая работа 15 Изучение устройства, изучение принципа действия регуляторов расхода двухлинейных с модели	2	
	Практическая работа 16 Изучение устройства, принципа работы регуляторов расхода трехлинейных по чертежу	2	
	Практическая работа 17 Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей путевых с модели и по чертежу	2	
	Практическая работа 18 Изучение устройства, изучение принципа действия делителей потока с модели и по чертежу	2	
Тема 2.2. Вспомогательная гидроаппаратура	Практическая работа 19 Изучение устройства, изучение принципа действия гидроаккумулятора с модели и по чертежу	2	УЗ
	Практическая работа 20 Изучение устройства, принципа работы фильтра с модели и по чертежу	2	
	Практическая работа 21 Изучение устройства, принципа работы теплообменного аппарата с модели и по	2	

	чертежу		
	Практическая работа 22 Изучение устройства, принципа работы переключателей манометров по чертежу	2	
ИТОГО		54	



### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Тема 1.1 Объемные насосы

##### Практическое занятие № 1

Изучение устройства, принципа работы и маркировки шестеренного насоса по чертежу и сборка модели

**Цель:** осуществлять сборку и разборку шестеренного насоса

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель насоса

**Задание:**

Изучить устройство, конструктивные особенности, принцип работы и маркировку шестеренного насоса по модели.

**Краткие теоретические сведения:**



**Порядок выполнения работы:**

1. Разобрать шестеренный насос, описать детали насоса согласно чертежу и их назначение и особенности конструкции. Собрать насос и описать его принцип работы.
2. Оформить работу в тетрадь.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно описан принцип работы насоса.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Расшифровать маркировку шестеренного насоса по справочнику.

## Тема 1.1 Объемные насосы

### Практическое занятие №2

Изучение устройства, принципа работы и маркировки пластинчатого насоса по чертежу и сборка модели

**Цель:** осуществлять сборку и разборку пластинчатого насоса

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель насоса

**Задание:**

Осуществить разбор пластинчатого насоса, описать детали насоса согласно чертежу и их назначение и особенности конструкции. Собрать насос и описать его принцип работы.

**Краткие теоретические сведения:**

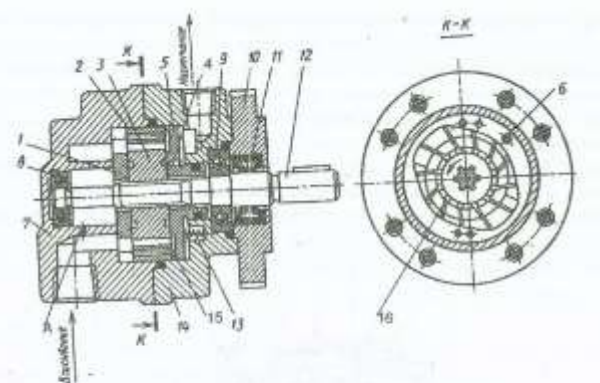


Рис. 9. Насос модели Г12-2:

1, 5 – распределительные диски; 2 – статорное кольцо; 3 – ротор;  
4 – канал; 6 – штифт; 7, 11 – крышки; 8, 9 – подшипники; 11 – манжета;  
12 – вал; 13 – пружина; 14 – корпус; 15 – глухие окна; 16 – отверстия

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно описан принцип работы насоса.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Расшифровать маркировку пластинчатого насоса по справочнику.

## Тема 1.1 Объемные насосы

### Практическое занятие № 3

Изучение устройства, принципа работы и маркировки аксиально-поршневого насоса по чертежу и сборка модели

**Цель:** осуществлять сборку и разборку аксиально-поршневого насоса

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

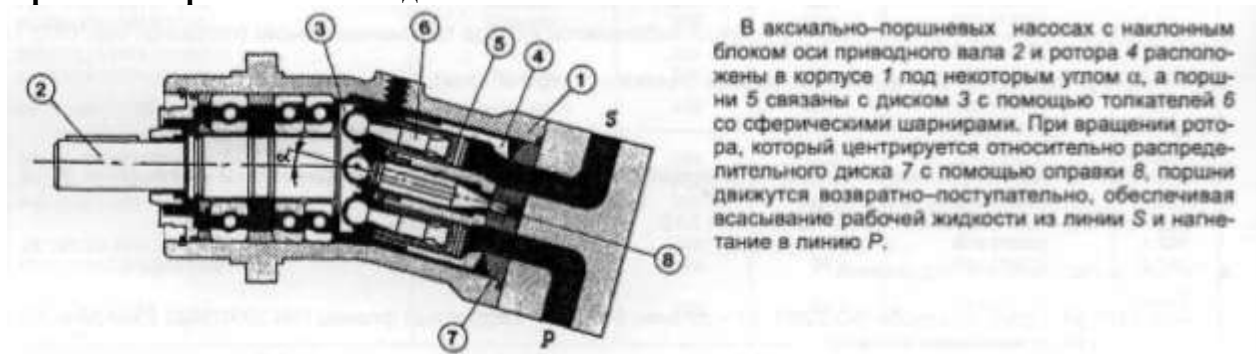
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель насоса

**Задание:**

Осуществить разбор аксиально-поршневого насоса, описать детали насоса согласно чертежу и их назначение и особенности конструкции. Собрать насос и описать его принцип работы.

**Краткие теоретические сведения:**



**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно описан принцип работы насоса.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Расшифровать маркировку аксиально-поршневого насоса по справочнику

## Тема 1.2. Гидродвигатели

### Практическое занятие № 4

Изучение устройства и принципа работы гидроцилиндра по чертежу и сборка модели с уплотнениями

**Цель:** осуществлять сборку и разборку гидроцилиндра с уплотнениями

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- рассчитывать основные параметры гидравлических и пневматических устройств;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

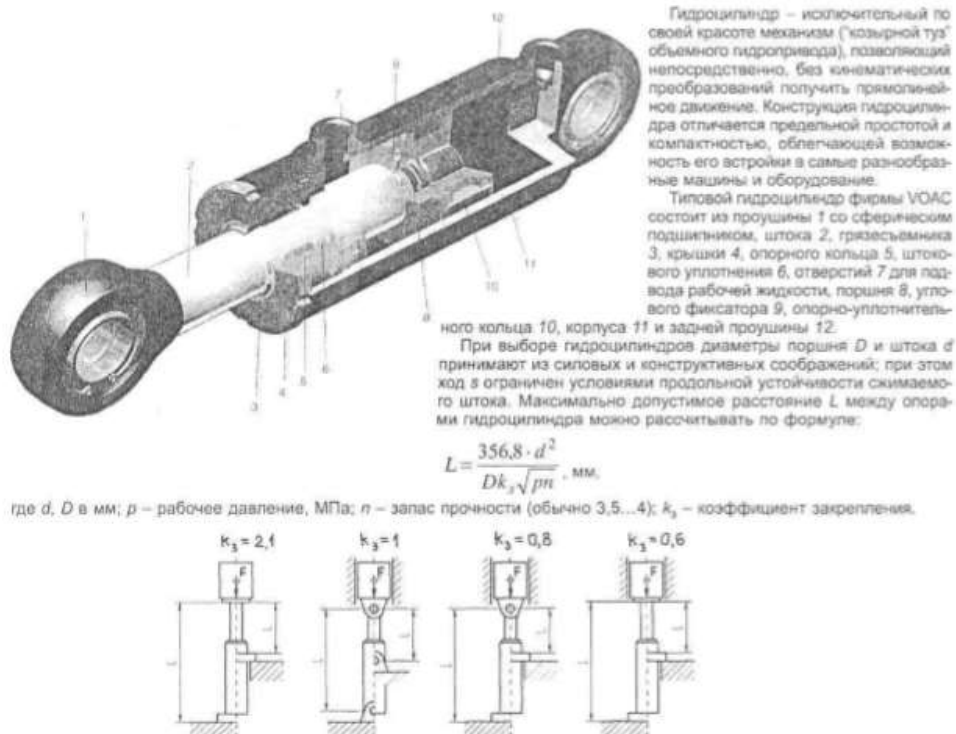
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель гидроцилиндра

**Задание:**

Осуществить разбор гидроцилиндра, описать детали согласно чертежу и их назначение и особенности конструкции. Собрать гидроцилиндра и описать его принцип работы.

**Краткие теоретические сведения:**



**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно описан принцип работы.

Оценка 5 – устная защита работы.

### Самостоятельная работа:

Расчет основных параметров гидроцилиндра

Определяем диаметр поршня гидроцилиндра:

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

где F- усилие на штоке, Н;

P- рабочее давление, Па.

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

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

Диаметр штока принимается из соотношения:

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

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

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

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

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

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

$S_n$  - площадь поршня.

Сила трения в уплотнениях определяется в зависимости от типа уплотнения (4, с. 288-306, а также см. таблицу в тетради). Поэтому для дальнейшего расчёта сначала необходимо выбрать тип уплотнения в зависимости от рабочего давления и скорости выдвижения штока (таблица 5).

Таблица 5 – Выбор уплотнений для гидроцилиндров

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

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

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

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

H- ширина уплотнения, мм;

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

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

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

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

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

При  $P \leq 6,3 \text{ МПа} \dots n = 2 \div 3$

При  $P \leq 10 \text{ МПа} \dots n = 4$

При  $P > 10 \text{ МПа} \dots n = 5 \div 10$

Для чугунных поршневых колец сила трения определяется по формуле:

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

где: D- диаметр поршня;

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

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

$R_k$ - определяется по табл. со стр.303 /4/



## Тема 1.2. Гидродвигатели

### Практическое занятие № 5

Изучение устройства и принципа работы гидромотора по чертежу и сборка модели

**Цель:** осуществлять сборку и разборку гидромотора

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

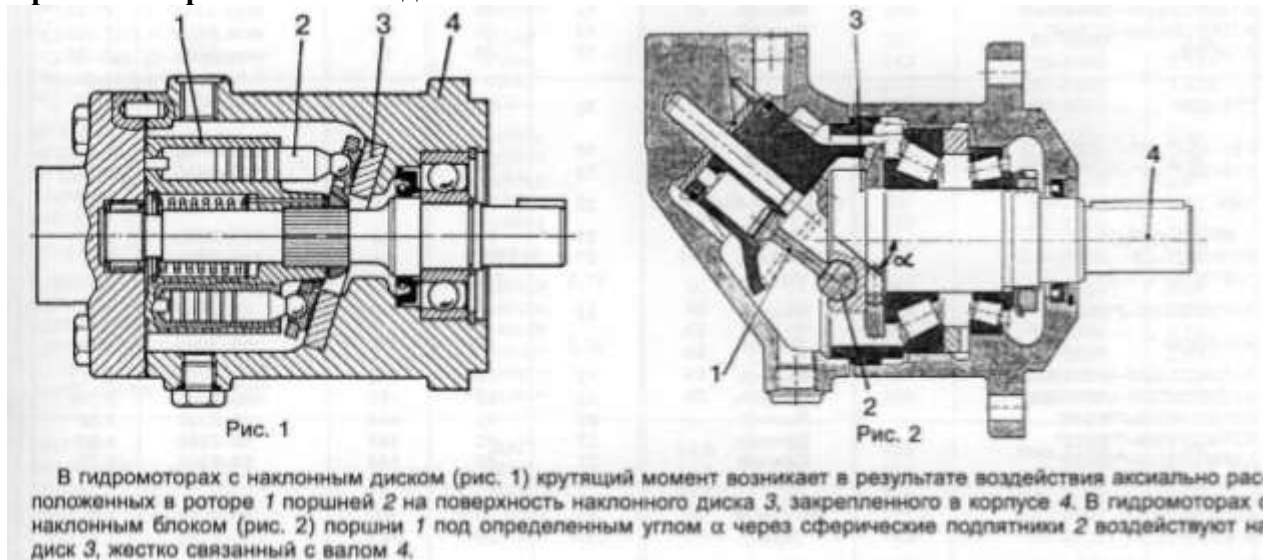
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель гидромотора

**Задание:**

Осуществить разбор гидромотора, описать детали согласно чертежу и их назначение и особенности конструкции. Собрать гидромотора и описать его принцип работы.

**Краткие теоретические сведения:**



**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно описан принцип работы.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 6

Изучение устройства, изучение принципа действия и маркировки распределителей с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы распределителей

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств;

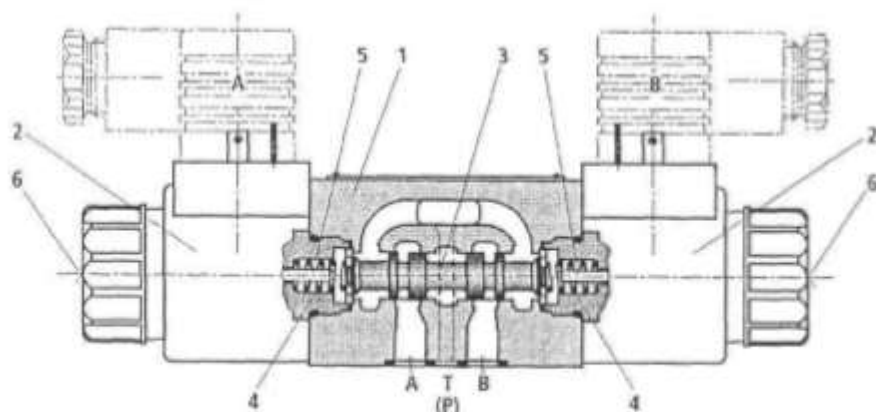
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель распределителя

**Задание:**

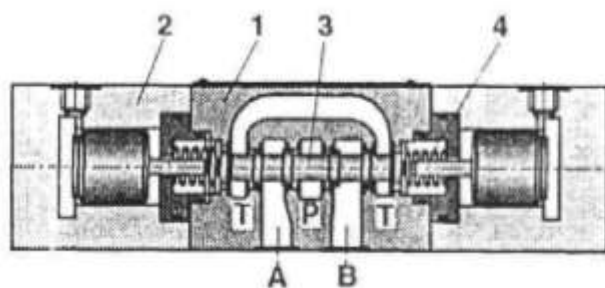
По чертежу распределителя описать позиции, определить количество позиций распределителя и способ управления, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**

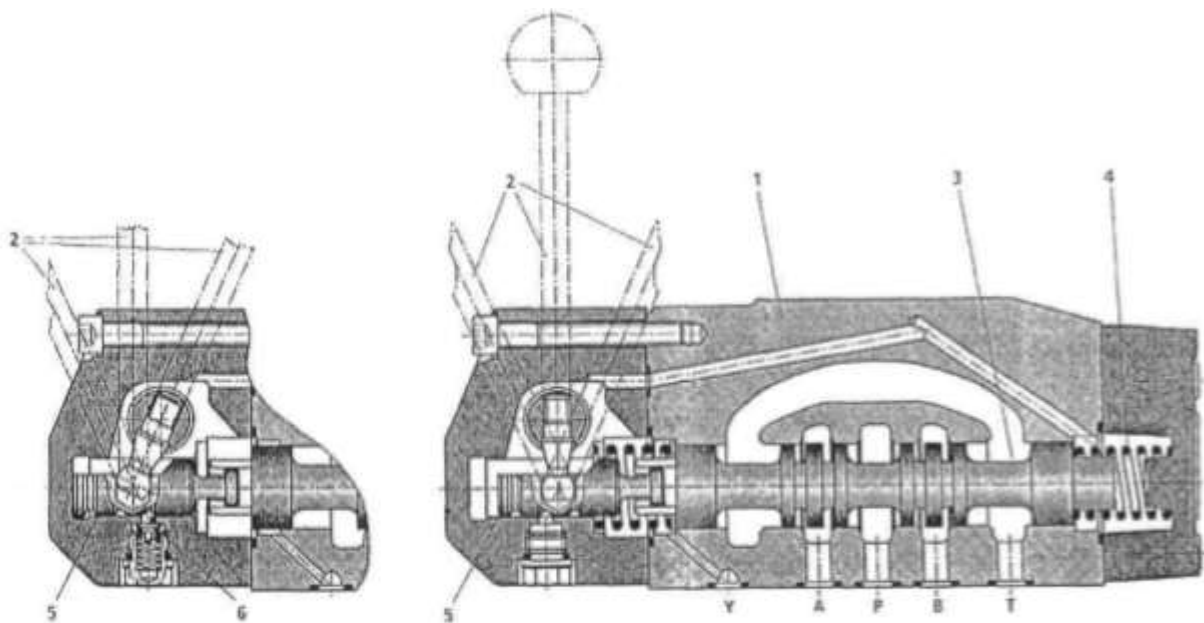


Аппараты ( $D_y = 4; 6$  или  $10$  мм) имеют чугунный литой корпус 1, в котором выполнены каналы для подключения гидролиний – P (подвод давления – центральный канал), T (слив); A и B (соединение с гидродвигателем). Корпус имеет пять кольцевых канавок, две крайние (сливные) из которых объединены. В центральном отверстии расположен золотник 3, который через толкатели 5 перемещается одним из электромагнитов 2. При отключенных электромагнитах пружины 4 устанавливают золотник в среднюю позицию. Для

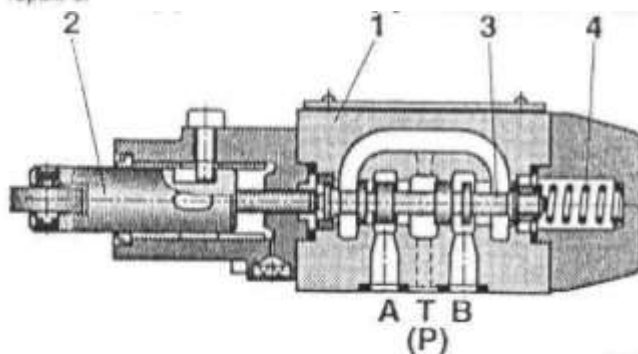
подключения магнитов к электросистеме используются штепсельные разъемы (или другие средства), для аварийного или наладочного переключения – юпки 6. В двухпозиционных аппаратах с двумя электромагнитами пружины 4 отсутствуют, а золотник может иметь фиксаторы, в двухпозиционных аппаратах с одним электромагнитом устанавливается только одна пружина.



В гидрораспределителях с гидравлическим (пневматическим) управлением изменяется давление управляющей среды (рабочей жидкости или сжатого воздуха) в торцовых камерах золотника или специальных поршней, расположенных в боковых крышках 2, в результате чего золотник 3 перемещается в корпусе 1. При равенстве давлений в торцовых камерах трехпозиционные золотники пружинами 4 устанавливаются в среднее (нейтральное) положение. Путем дросселирования управляющего потока жидкости можно регулировать время переключения для получения безударного реверса гидродвигателя.



Золотник 3 в корпусе 1 переключается вручную с помощью рукоятки 2 (или поворотного переключателя), связанной с золотником через поводок 5. В трехпозиционных гидрораспределителях с пружинным центрированием после снятия усилия с рукоятки золотник пружинами 4 устанавливается в среднюю (нейтральную) позицию. В гидрораспределителях с фиксацией пружины отсутствуют, и золотник в каждой из позиций удерживается шариковым пружинным фиксатором 6.



Переключение золотника 3 в корпусе 1 реализуется от толкателя 2 с роликом, который взаимодействует с кулачком, установленным на движущемся рабочем органе. Пружина 4 обеспечивает поджим ролика к кулачку. Обычно имеется возможность разворота толкателя на угол  $90^\circ$  относительно собственной оси. Максимально допустимый угол наклона кулачка обычно составляет  $15...30^\circ$ .

### Порядок выполнения работы:

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По заданию осуществить работу.

### Форма представления результата:

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

### Критерии оценки:

- Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.
- Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.
- Оценка 5 – устная защита работы.

### Самостоятельная работа:

- Составление гидравлических схем для управления гидроцилиндром одностороннего действия
- Составление гидравлических схем для управления гидроцилиндром двухстороннего действия

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 7

Изучение устройства, изучение принципа действия обратных клапанов с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы обратных клапанов

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

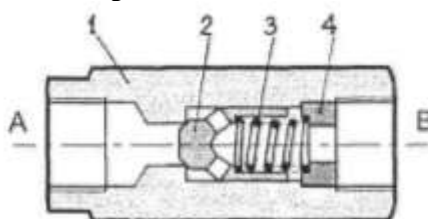
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель обратного клапана

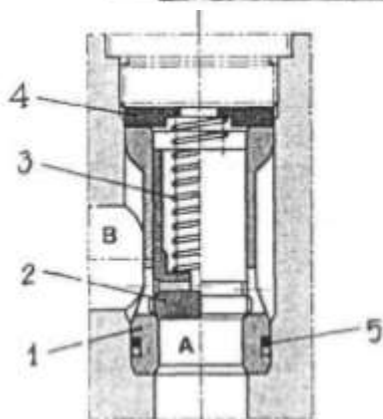
**Задание:**

По чертежу обратного клапана описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Аппараты состоят из корпуса 1, клапана 2, пружины 3 и втулки 4. Поток рабочей жидкости из линии А свободно проходит в линию В; при этом клапан смещается вправо и сжимает пружину. Обратный поток невозможен, поскольку клапан герметично запирается. В линейных клапанах резьбовые отверстия А и В расположены на одной оси; в угловых – на взаимно перпендикулярных осях.



Клапаны поставляются без корпуса и состоят из гильзы 1, собственно клапана 2, пружины 3, шайбы 4 и уплотнения 5. Клапаны устанавливаются в специальные расточки гидроблока и фиксируются пробками. Для линейных исполнений входное (А) и выходное (В) отверстия корпуса соосны, для угловых – расположены под углом 90°.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

- Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.
- Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.
- Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления гидроцилиндром двухстороннего действия

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 8

Изучение устройства, изучение принципа действия гидрозамков с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы гидрозамков

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель гидрозамка

**Задание:**

По чертежу гидрозамка описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**

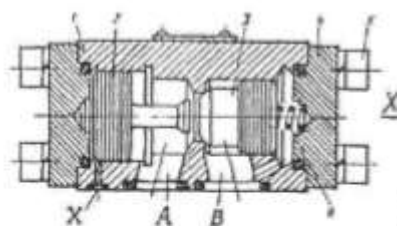


Рис. 1

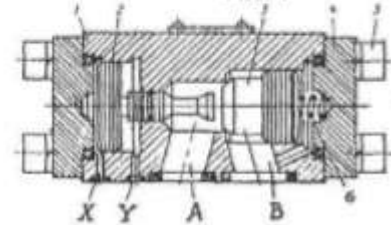


Рис. 2

Гидрозамки с минимальным сопротивлением пропускают прямой поток рабочей жидкости (А→В), а обратный поток возможен только после принудительного открытия запорного элемента с помощью гидравлически управляемого плунжера. Простейший гидрозамок (рис. 1) состоит из корпуса 1, запорного элемента (обратного клапана) 3, плунжера 2, пружины 6, крышек 4 и крепежных винтов 5. Прямой поток жидкости проходит из линии А в линию В через обратный клапан, давление открывания которого определяется усилием пружины 6 (обычно  $P_{откр.} = 0,05...0,5 \text{ МПа}$ ). Обратный поток (В→А) возможен лишь при подводе давления управления  $p_u$  через линию X в левую торцовую камеру плунжера 2, в результате чего последний смещается вправо и принудительно открывает клапан 3.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления гидроцилиндром двухстороннего действия

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 9

Изучение устройства, изучение принципа действия клапана предохранительного прямого типа по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы клапана предохранительного

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

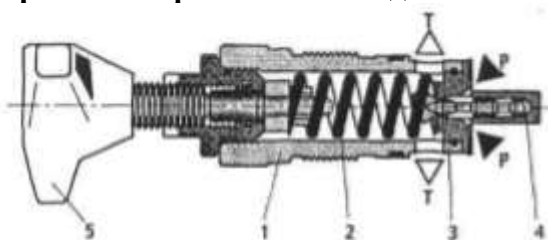
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель клапана предохранительного

**Задание:**

По чертежу клапана предохранительного описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Клапаны ввертного монтажа содержат размещенные во втулке 1 пружину 2, запорно-регулирующий элемент 3 и винт с рукояткой 5, позволяющей изменять натяжение пружины. Усилие  $F_d$  от давления рабочей жидкости в напорной линии P воздействует на правый торец элемента 3, а слева он нагружен регулируемым усилием  $F_p$  пружины 2. Когда  $F_p > F_d$ , конус элемента 3 прижат к седлу и клапан закрыт; при увеличении  $F_d$  сверх усилия пружины элемент 3 смещается влево, и рабочая жидкость начинает перетекать под давлением из линии P в сливную линию T. Торцовая камера 4 обеспечивает демпфирование элемента 3.

Клапаны стыкового и резьбового присоединений имеют корпус, в который ввернута втулка 1.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления давлением в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 10

Изучение устройства, изучение принципа действия клапана давления золотникового типа с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы клапана давления золотникового типа

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

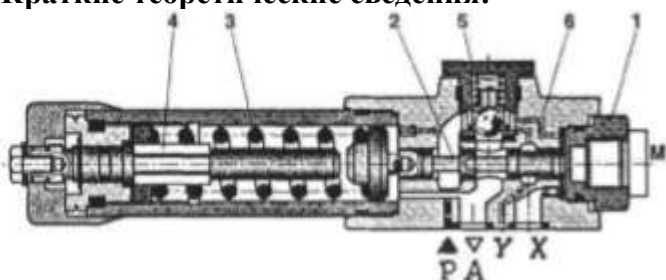
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель клапана давления золотникового типа

**Задание:**

По чертежу клапана давления золотникового типа описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Гидроклапаны давления содержат корпус с цилиндрическим золотником 2, на левый торец которого действует регулируемое с помощью механизма 4 усилие пружины 3 и давление рабочей жидкости в пружинной полости, а на правый – давление в правой торцевой полости; в некоторых модификациях устанавливается обратный клапан 5. В зависимости от соединения основных каналов и каналов управления различают исполнения по гидросхеме. Если напорная линия P соединена с правой торцевой полостью (каналом б), а сливная – с пружинной полостью, аппарат работает в режиме предохранительного клапана: при увеличении давления золотник смещается влево и соединяет линии P и A (линия A соединена с баком). При наличии обратного клапана поток из линии A в линию P проходит свободно. Во втулке 1 может размещаться отверстие M для подключения манометра. Отверстия управления X (соединено с правой торцевой полостью золотника) и Y (соединено с пружинной полостью) могут выводиться отдельно или соединяться с основными гидролиниями.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**



Составление гидравлических схем для управления давлением в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 11

Изучение устройства, изучение принципа действия клапана предохранительного непрямого действия по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы клапана предохранительного непрямого действия

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

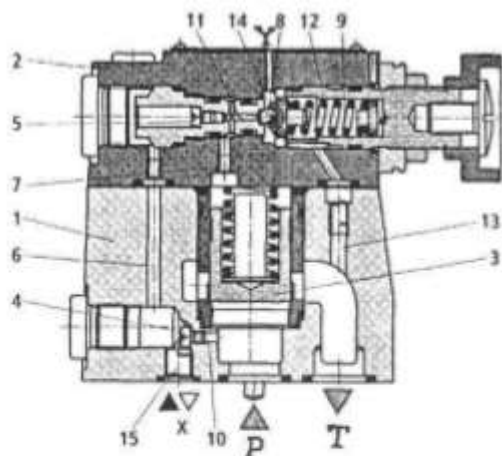
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель клапана предохранительного непрямого действия

**Задание:**

По чертежу клапана предохранительного непрямого действия описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Типовой предохранительный клапан непрямого действия состоит из следующих основных деталей: корпуса 1, корпуса 2 сервоклапана, подпружиненного основного клапана 3, шарикового сервоклапана 8, нагруженного регулируемым усилием пружины 9, которая расположена в пружинной камере 12, демпферов 4 и 5, крепежных и уплотнительных деталей. Линии P и T (в некоторых обозначениях A и B) соединены соответственно с напорной и

сливной линиями гидросистемы. Рабочая жидкость из линии P через канал 10, демпфер 4, канал 6, демпфер 5 и канал 11 подводится к шариковому клапану 8 и одновременно через канал 7 — в надклапанную полость основного клапана. Если давление недостаточно, шариковый клапан закрыт, давления, действующие на клапан 3 снизу и сверху, равны, и последний прижат пружинной к своему седлу, разъединяя линии P и T.

При увеличении давления сила, действующая на шарик 8 слева, преодолевает усилие пружины 9, шариковый сервоклапан открывается, и появляется поток управления (~ 1...1,5 л/мин) из линии P в линию T (P-10-4-6-5-11-8-13-T). При этом из-за потерь давления в демпферах 4 и 5 давление в надклапанной полости клапана 3 понижается, последний открывается и перепускает рабочую жидкость под давлением из линии P в линию T. Если линию 15 (X) соединить со сливной линией, давление в надклапанной полости падает практически до нуля, и рабочая жидкость перепускается из линии P в линию T с минимальным сопротивлением 0,2...0,3 МПа (режим разгрузки). Управление разгрузкой может быть реализовано от пилота (гидрораспределителя с электроуправлением), который устанавливается на корпус 2 сверху. Возможно независимое управление клапаном через канал X; при этом канал 10 перекрывается. Если в линии T имеется подпор, который может влиять на давление настройки клапана, используется независимый слив управления из камеры 14 по каналу Y; при этом в канале 13 устанавливается пробка.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления давлением в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 12

Изучение устройства, изучение принципа действия редукционных клапанов прямого действия с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы клапана редукционных клапанов непрямого действия

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

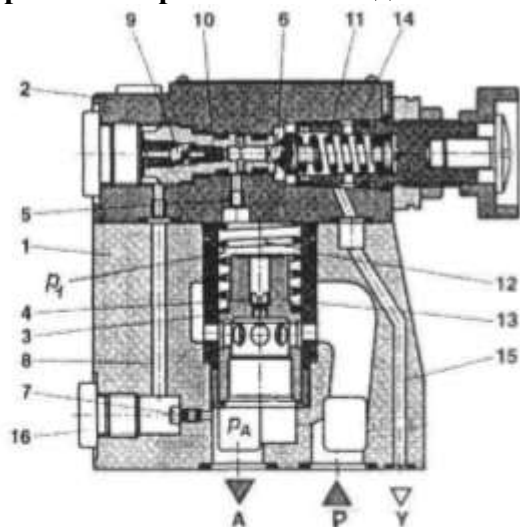
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель редукционных клапанов непрямого действия

**Задание:**

По чертежу редукционных клапанов непрямого действия описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Редукционные клапаны служат для дросселирования потока рабочей жидкости с целью поддержания в отдельных участках гидросистемы установленного пониженного (редуцированного) давления по сравнению с давлени-

ем в напорной линии P (или B). Аппарат состоит из корпуса 1, сервоклапана 2, гильзы 3, клапана 13, пружин 11 и 12, шариков 6 и 9, демпферов 4, 7 и 10, пробки 16, регулировочного винта, крепежных и уплотнительных деталей. Из линии P рабочая жидкость через отверстия в гильзе 3 и клапане 13 поступает в линию A редуцированного давления  $p_A$ . Из линии A управляющий поток (~ 1...1,5 л/мин) постоянно проходит в дренажную линию Y через демпфер 4 и канал 5 (параллельно – через демпфер 7, канал 8, обратный клапан с шариком 9 и демпфер 10), клапан 6, полость 14 и канал 15, поэтому давление  $p_1$  в надклапанной полости определяется настройкой сервоклапана 2.

При работе аппарата клапан 13 находится в равновесии под действием усилий от давления  $p_1$  и пружины 12 (сверху), а снизу – под действием давления  $p_A$ . Если по каким-либо причинам  $p_A$  увеличивается, клапан 13 поднимается, прикрывая дросселирующие отверстия в гильзе 3, а если уменьшается – опускается, уменьшая дросселирование потока. Таким образом, давление  $p_A$  автоматически поддерживается на заданном уровне. Взамен пробки 16 может подключаться манометр для измерения  $p_A$ . Благодаря наличию постоянного потока утечки в линию Y, клапан способен поддерживать заданное значение  $p_A$  даже при нулевом расходе из линии A (работа на тупик). В ряде конструкций предусмотрена возможность соединения надклапанной полости со сливной линией через специальное отверстие X; при этом клапан начинает работать в режиме разгрузки ( $p_A \sim 0,1...0,3$  МПа). Имеются исполнения с обратным клапаном, соединяющим линии A и P; при этом возможен свободный поток рабочей жидкости в обратном направлении.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления давлением в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 13

Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей линейных с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы дросселей линейных

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

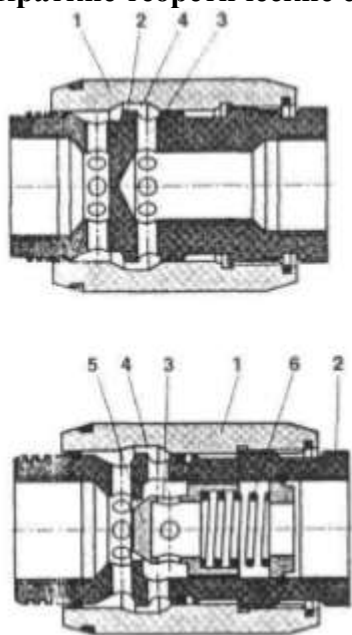
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель дросселя линейного

**Задание:**

По чертежу дросселя линейного описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Аппараты предназначены для дросселирования потока рабочей жидкости непосредственно в трубопроводах. Дроссель фирмы Rexroth состоит из втулки 2 с внутренней резьбой для установки соединительных трубопроводов, муфты 1 с лимбом и уплотнительных деталей. Поскольку втулка соединена с муфтой с помощью резьбы, вращением муфты можно регулировать проходное сечение кольцевого канала 4, в который рабочая жидкость подводится через радиальные отверстия 3. Имеются исполнения со встроенными пружиной 6 и обратным клапаном 5, пропускающим обратный поток рабочей жидкости с минимальным сопротивлением.

Расход масла (л/мин) через дросселирующую щель, близкую к диафрагме, можно определить по формуле:

$$Q = 1,9 A \sqrt{\Delta p}$$

где  $A$  – площадь проходного сечения щели, мм<sup>2</sup>;  $\Delta p$  – перепад давлений, МПа.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления скоростью в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 14

Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей квадратичных по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы дросселей квадратичных

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

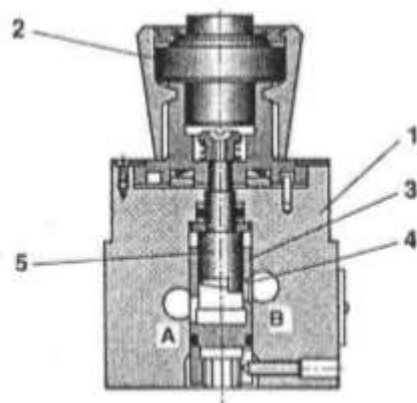
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель дросселя квадратичного

**Задание:**

По чертежу дросселя квадратичного описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Аппараты предназначены для дросселирования потока рабочей жидкости. Дроссель фирмы Rexroth состоит из корпуса 1 с расположенной снизу стыковой плоскостью, рукоятки 2, втулки 3 с дросселирующим отверстием 4 и оправки 5, на торце которой выполнена винтовая поверхность, частично перекрывающая дросселирующее отверстие. При повороте рукоятки 2 поворачивается связанная с ней оправка 5, ее торцовая поверхность изменяет площадь проходного сечения дросселирующего отверстия и, следовательно, расход рабочей жидкости, проходящей из линии А в линию В. В ряде исполнений установлен обратный клапан, свободно пропускающий поток В → А.

Расход масла (л/мин) через дросселирующую щель, близкую к диафрагме, можно определить по формуле:

$$Q = 1,9 A \sqrt{\Delta p},$$

где А – площадь проходного сечения щели, мм<sup>2</sup>; Δр – перепад давлений, МПа.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления скоростью в приводе



## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 15

Изучение устройства, изучение принципа действия регуляторов расхода двухлинейных с модели

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы регуляторов расхода двухлинейных

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

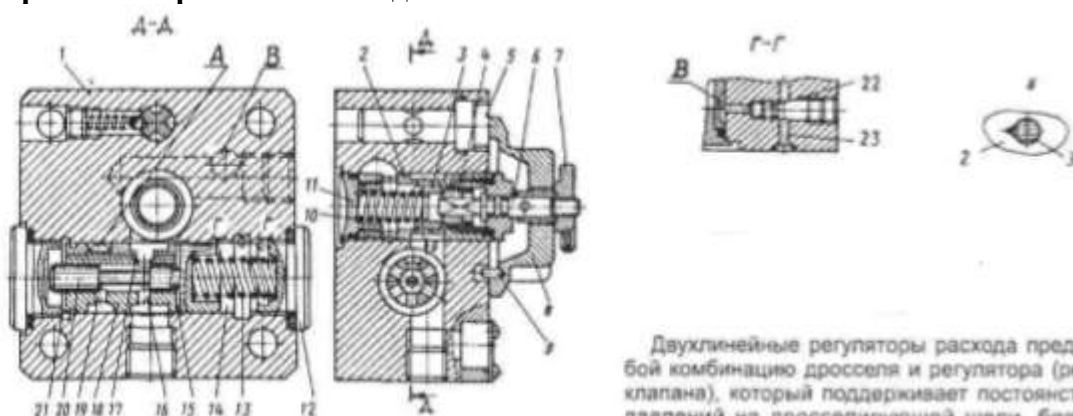
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель регулятора расхода двухлинейного

**Задание:**

По чертежу регулятора расхода двухлинейного описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Двухлинейные регуляторы расхода представляют собой комбинацию дросселя и регулятора (редукционного клапана), который поддерживает постоянство перепада давлений на дросселирующей щели, благодаря чему практически полностью исключается зависимость расхо-

да от нагрузки на гидродвигателе. Регулятор расхода типа МПГ55-2 состоит из корпуса 1, втулок 2 и 18, втулки-дросселя 3, винта 4, валика 6, лимба 8, контргайки 7, пробки 11 и 12, пружин 10 и 13, указателя оборотов 5, штифта 9, золотника 20. Рабочая жидкость из напорной линии поступает в отверстие А и далее через отверстия 19 во втулке 18, частично перекрытые рабочей кромкой золотника 20, и отверстия 16 в этой же втулке – к дросселирующей щели втулки 2, а затем к выходному отверстию В. Золотник 20 находится в равновесии под действием усилия пружины 13 и усилий от давления рабочей жидкости в его торцовых полостях 15 и 21, соединенных с полостью 17 входа в дросселирующую щель, а также от давления в полости 14, соединенной с выходом из дросселирующей щели. При осевых перемещениях золотника изменяется гидравлическое сопротивление отверстий 19 таким образом, что перепад давлений на дросселирующей щели поддерживается постоянным (0,2...0,25 МПа), а, следовательно, – стабилизируется расход рабочей жидкости через аппарат.

При наличии дополнительных дросселей в линии отвода полость 14 может соединяться со сливной линией через отверстие 23 (X); в этом случае устанавливается пробка 22 и аппарат поддерживает постоянный перепад давлений на всей дросселирующей цепочке. В момент включения гидропривода отверстия 19 полностью открыты, поэтому возможен скачок рабочего органа (пока золотник 20 не займет своего рабочего положения). Для исключения этого дефекта в ряде конструкций предусматривается механическое ограничение максимального хода золотника 20 (в сторону открытия) или даже полное гидравлическое запирание отверстий 19 в момент пуска (например, в аппаратах 2FRM6A фирмы Rexroth).

В исполнениях с обратным клапаном поток рабочей жидкости свободно проходит из линии В в линию А.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления расходом в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 16

Изучение устройства, принципа работы регуляторов расхода трехлинейных по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы регуляторов расхода трехлинейных

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

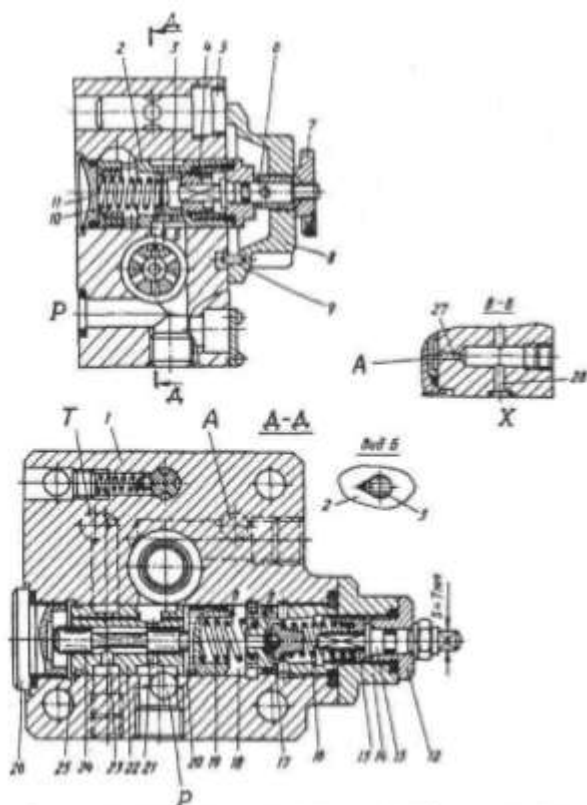
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель регулятора расхода трехлинейного

**Задание:**

По чертежу регулятора расхода трехлинейного описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Трехлинейные регуляторы расхода обеспечивают постоянство установленного расхода ( $Q_{уст}$ ) независимо от нагрузки на гидродвигатель, а также защищают гидросистему от перегрузки. В отличие от двухлинейных регуляторов (см. стр. 155) постоянство перепада давлений на дросселирующей щели обеспечивается здесь за счет дросселирования части потока  $Q_{уст}$  рабочей жидкости (разности между подачей насоса  $Q_n$  и установленным расходом;  $Q_{уст} = Q_n - Q_{уст}$ ), сливающейся из линии P в линию T. Аппараты типа МПГ55-1 комплектуются расположенными в корпусе: 1 дросселем (детали 2-11), шариковым сервоклапаном (детали 12-17) и регулятором (детали 19, 22, 24 и 26).

Рабочая жидкость из напорной линии подводится в отверстие P. Далее  $Q_{уст}$  проходит через дросселирующую щель (см. вид Б) и отводится в гидросистему через линию А, а  $Q_{уст}$  сливается в бак через отверстия 21, частично перекрытые рабочей кромкой золотника 24, отверстия 23 и сливное отверстие Т. В процессе работы золотник 24 находится в равновесии под действием слева давления насоса  $p_n$  в линии P (давления на входе в дросселирующую щель), подведенного в торцовые камеры 20 и 25, а справа – усилия пружины 19 и давления  $p_A$  в линии А (давление на выходе из дросселирующей щели), подведенного в камеру 18 через демпфер 27.

Таким образом, увеличение  $p_A$  приводит к соответствующему увеличению  $p_n$ , причем перепад давлений на дросселирующей щели  $\Delta p = p_n - p_A = const$ . Если  $p_A$  превышает давление настройки сервоклапана, то аппарат работает в режиме предохранительного клапана прямого действия (см. стр. 113), защищая гидросистему от перегрузки. Путем соединения линии 28 (X) с баком возможна разгрузка от давления.

Следует подчеркнуть, что при использовании двухлинейных регуляторов насос постоянно работает под максимальным давлением; при использовании трехлинейных аппаратов, реализующих дросселирование на входе,  $p_n = p_A + (2...2,5 \text{ МПа})$ , что позволяет снизить потери мощности в гидроприводе. Трехлинейные регуляторы расхода могут устанавливаться только на входе в гидродвигатель.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления расходом в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 17

Изучение устройства, изучение принципа действия дросселей путевых с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы дросселей путевых

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

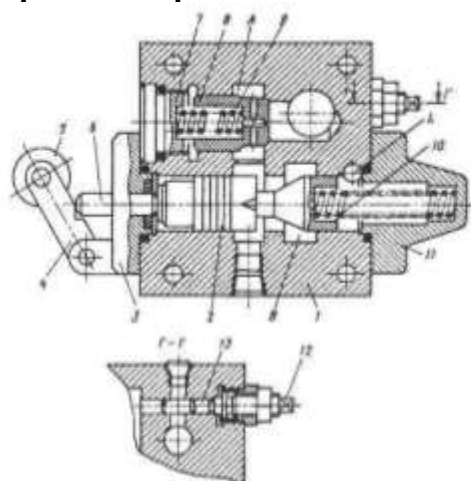
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель путевого дросселя

**Задание:**

По чертежу дросселя путевого описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Аппараты применяются, главным образом, для управления рабочими органами машин, работающих по циклу: быстрый подвод – рабочая подача – быстрый отвод, причем команда на переход в режим рабочей подачи реализуется от кулачка, установленного на рабочем органе. Типовой дроссель (МДО) состоит из корпуса 1, золотника 2, крышек 3 и 11, рычага 4, ролика 5, толкателя 6, пробки 7, обратного клапана 8, пружин 9 и 10, регулирующего винта 12 и дросселя 13 рабочей подачи. Поток рабочей жидкости из линии А проходит через щель между золотником 2 и корпусом 1 и отводится в гидросистему через линию В. Когда кулачок, установленный на рабочем органе машины, переключает золотник в правое положение, поток А → В возможен только через щель дросселя 13. При обратном ходе поток В → А свободно проходит через обратный клапан 8. Крышка 3 может разворачиваться на угол 90, 180 или 270°. Утечки по золотнику отводятся в дренажную линию L. Имеются модификации без дросселя и/или без обратного клапана.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления скоростью в приводе

## Тема 2.1.Основная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 18

Изучение устройства, изучение принципа действия делителей потока с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы делителей потока

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- проектировать типовые гидравлические устройства;
- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

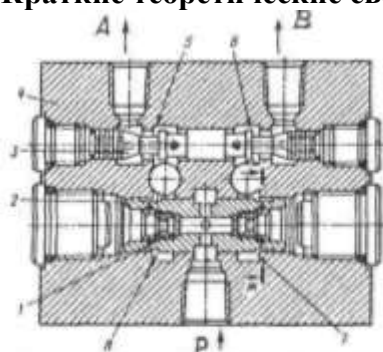
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель делителя потока

**Задание:**

По чертежу делителя потока описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Аппараты предназначены для разделения потока рабочей жидкости на две (возможно неравные) части. Типовой делитель расхода (МКД) состоит из корпуса 4, делительного золотника 2 со сменными диафрагмами 1, уравнивающего золотника 3 и пробки. При равном давлении в отводах золотники 2 и 3 находятся в среднем положении, перепады давлений на диафрагмах одинаковы, и поток рабочей жидкости из отверстия Р, делясь на две равные части, поступает в линии А и В. Если давление в одной из линий (например, В) увеличивается, возрастает давление в правой торцевой полости золотника 3. Последний смещается влево, увеличивая сопротивление дросселирующей щели 5 и уменьшая сопротивление щели 6 до тех пор, пока давления на выходе из диафрагм 1 не станут опять равными. Возможные ошибки компенсируются за счет дополнительного осевого смещения золотника 2, изменяющего дросселирование потока в щелях 7 и 8. Поскольку делительная ступень работает при незначительной разнице давлений в отводах, и трение исключается путем вращения золотника 2 под действием потока рабочей жидкости, проходящего через тангенциальные отверстия 9, обеспечивается высокая точность деления. Установкой диафрагмы с различными проходными сечениями достигается деление потока на неравные части. Делители-сумматоры позволяют работать с реверсивным потоком, реализуя суммирование двух равных потоков, сливающихся из гидродвигателей.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

**Самостоятельная работа:**

Составление гидравлических схем для управления гидроцилиндром двухстороннего действия

## Тема 2.2. Вспомогательная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 19

Изучение устройства, изучение принципа действия гидроаккумулятора с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы гидроаккумулятора

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

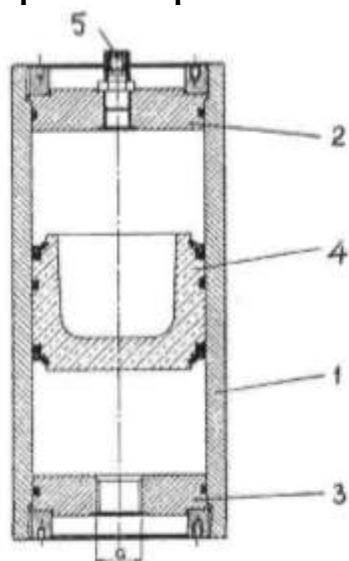
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель гидроаккумулятора

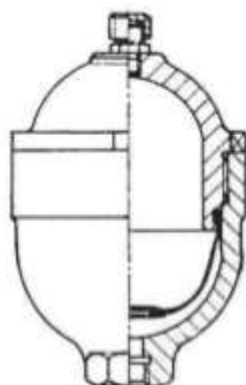
**Задание:**

По чертежу гидроаккумулятора описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**

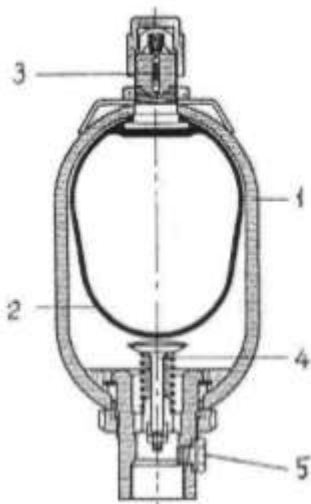


Типичный поршневой аккумулятор состоит из гильзы 1, крышек 2 и 3, поршня 4 и вентиля 5 зарядного устройства. Поршневые аккумуляторы дают уникальную возможность контроля хода поршня с целью определения эффективности работы аккумулятора, давления в газовой полости и др. В обширной гамме аккумуляторов фирмы Нудас предусмотрены исполнения с выходящим наружу штоком, микровыключателями или датчиками контроля хода.



Мембранные аккумуляторы в качестве разделителя сред имеют мембрану (диафрагму). Вместимости обычно не превышают 10 л. В некоторых конструкциях предусматривается возможность замены мембраны в случае ее разрушения; имеются также исполнения, не подлежащие ремонту.





Типовой баллонный гидропневмоаккумулятор (фирмы Bosch) состоит из корпуса 1, эластичного баллона 2, зарядного вентиля 3 и донного клапана 4, служащего для исключения экструзии баллона в нижнее отверстие для подвода рабочей жидкости. Пробка 5 позволяет выпускать воздух из жидкостной полости. В некоторых конструкциях вместо донного клапана устанавливается решетка с малыми отверстиями. В нижнее резьбовое отверстие могут ввертываться переходники под другие резьбы или фланцы. Существуют исполнения с дополнительным газовым баллоном, подключенным к газовой полости аккумулятора, что позволяет существенно повысить эффективность работы последнего.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 2.2. Вспомогательная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 20

Изучение устройства, принципа работы фильтра с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы фильтра

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

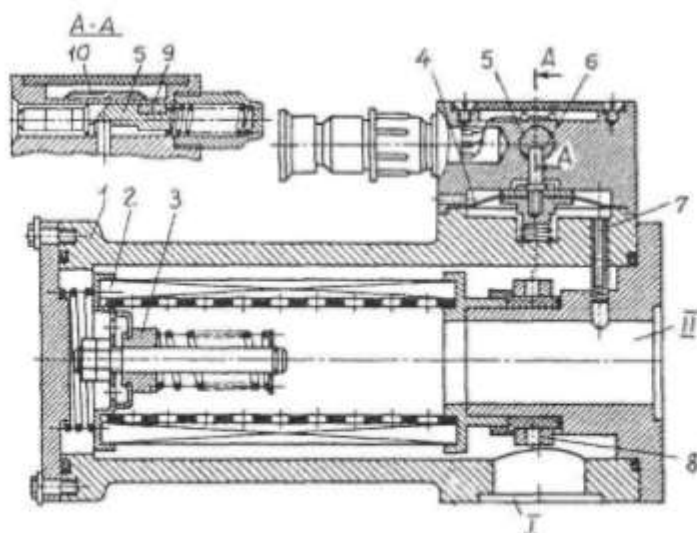
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель фильтра

**Задание:**

По чертежу фильтра описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**

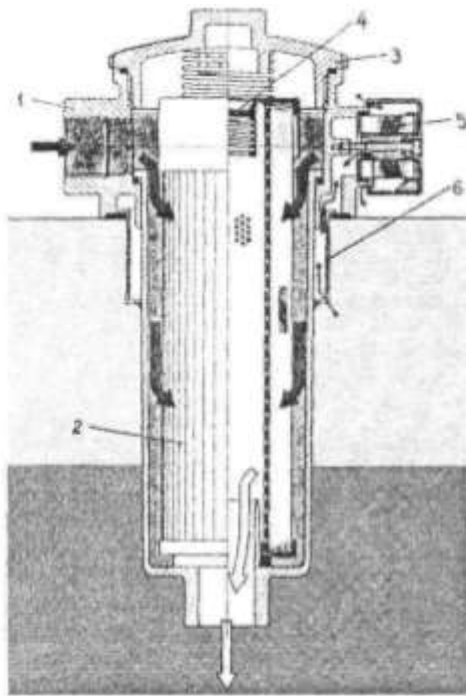


Типовой всасывающий фильтр (типа ФВСМ) имеет корпус 1, в котором установлен сетчатый фильтрующий элемент 2 с перепускным клапаном 3. Вблизи от входного отверстия 1 расположены магнитные уловители 8. В корпусе индикаторного устройства установлена подпружи-

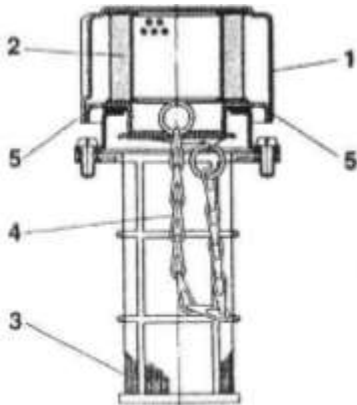
ненная мембрана 4, связанная со штоком 6. Последний взаимодействует с подпружиненным плунжером 5, в котором установлен магнит 9, воздействующий на магнитоуправляемые контакты (герконы) 10. Полость над мембраной соединена с атмосферой, а полость под мембраной – через канал 7 с выходным отверстием II фильтра.

По мере загрязнения фильтроэлемента возрастает разрежение в отверстии II, в результате чего мембрана 4 вместе со штоком 6 под действием атмосферного давления смещается вниз. При этом шток освобождает плунжер 5, который пружиной смещается на одну ступеньку влево. Одновременно магнит 9 воздействует на геркон 10, выдающий электрический сигнал о первой стадии загрязнения фильтроэлемента. Если фильтроэлемент не очищен и продолжает загрязняться, то освобождается вторая ступенька плунжера 5, и в систему управления выдается аварийный сигнал (вторым герконом). Одновременно открывается перепускной клапан 3, и фильтр начинает работать в режиме пропорциональной фильтрации. О степени загрязненности фильтроэлемента можно судить и визуально по положению выходящего наружу конца плунжера 5.

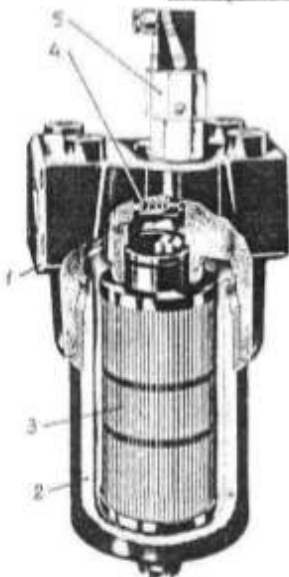
При эксплуатации фильтров следует особое внимание уделять герметичности уплотнений во избежание подсоса воздуха насосом.



Фильтры устанавливаются в сливной линии гидросистемы или непосредственно на крышке бака (см. рисунок). Последний вариант является предпочтительным, так как позволяет жестко закрепить корпус 1 фильтра, исключить сливной трубопровод (выход из фильтра расположен под уровнем рабочей жидкости в резервуаре) и обеспечить легкую замену фильтроэлемента 2 после демонтажа верхней крышки 3. Поскольку фильтры рассчитаны на небольшое давление (обычно  $p \leq 1$  МПа), они отличаются компактностью и незначительной массой; толщина фильтрации находится в диапазоне 3...200 мкм. Фильтры могут оснащаться перепускным клапаном 4 (By-pass) и/или индикатором загрязненности. В некоторых исполнениях возможно совмещение сливного фильтра с воздушным 5 или всасывающим фильтрами (или всасывающей гидролинией). При наличии воздушного фильтра (сапуна) может устанавливаться разделитель 6.



Воздушные и заливные фильтры предохраняют от загрязнения баки насосных установок. При работе гидросистемы уровень рабочей жидкости в баках изменяется в результате функционирования гидродвигателей с различными рабочими площадями, аккумуляторов и т.п., поэтому соответствующие объемы воздуха засасываются в баки или вытесняются из них. Для предохранения рабочей жидкости от попадания пыли и других загрязнений извне внутренние полости баков должны сообщаться с атмосферой только через воздушные фильтры (сапуны) с толщиной фильтрации не хуже толщины основного фильтра гидросистемы. Сапуны изготавливают либо в виде отдельных узлов, либо совмещенными с заливными фильтрами. Типовой узел ELF3 фирмы Rexroth состоит из воздушного фильтра 2 (закрыт колпачком 1) и сетки 3 заливной горловины. Колпачок 1 с фильтром 2, связанный с основанием цепочкой 4, крепится с помощью байонетного зажима, воздух подводится через отверстия 5. Поскольку заливной фильтр не может обеспечить достаточно тонкой очистки (из-за ограничений по площади сетки и перепаду давлений), предпочтительно заполнение баков рабочей жидкостью с помощью заправочных станций.



Напорные фильтры обеспечивают полнопоточную фильтрацию рабочей жидкости, подаваемой насосом; таким образом реализуется защита от засорения всей гидросистемы (за исключением насоса). Поскольку требуется гарантировать достаточную прочность корпуса, эти фильтры более металлоемки, а также сравнительно дороги. Как правило, фильтры комплектуются перепускными клапанами и индикаторами загрязненности (визуальными или электрическими). Типовой фильтр фирмы Parker состоит из корпуса 1, стакана 2, фильтроэлемента 3, перепускного клапана 4 и электрического индикатора загрязненности 5. Подключение к гидросистеме производится с помощью резьб или фланцев; существуют исполнения со стыковым присоединением. В некоторых конструкциях корпус имеет встроенные обратные клапаны, допускающие возможность реверса потока. Фильтры могут устанавливаться непосредственно перед защищаемыми узлами, например, дросселирующими гидрораспределителями, причем в этом случае фильтр выполняется без перепускного клапана с фильтроэлементом, выдерживающим полный перепад давлений (21 МПа и более). В программах ряда фирм предусмотрены сдвоенные исполнения (duplex) с краном, позволяющим переключать фильтруемый поток рабочей жидкости с одного фильтра на другой, с целью замены засоренного фильтроэлемента новым на работающем оборудовании.

### Порядок выполнения работы:

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 2.2. Вспомогательная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 21

Изучение устройства, принципа работы теплообменного аппарата с модели и по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы теплообменного аппарата

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

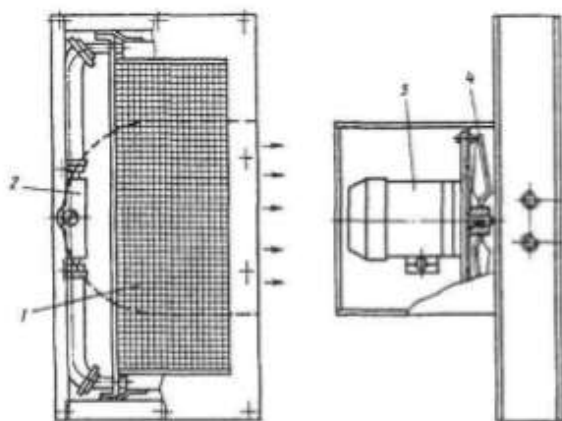
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы, модель теплообменного аппарата

**Задание:**

По чертежу теплообменного аппарата описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

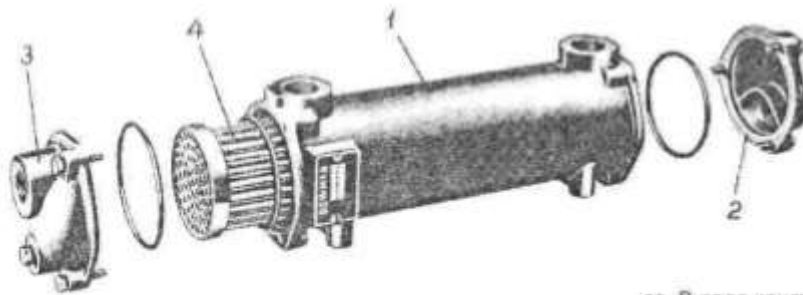
**Краткие теоретические сведения:**



Поскольку потери давления в дросселе, равные 1 МПа, вызывают разогрев вытекающего из него потока рабочей жидкости (РЖ) на 0,6 °С, наиболее радикальным способом борьбы с разогревом РЖ является исключение дроссельных потерь мощности в гидроприводе, однако практически полностью этого сделать никогда не удастся. Например, в дросселирующих гидрораспределителях максимум отдаваемой мощности достигается при потере  $\frac{1}{2}$  подводимого давления на рабочих кромках. Обычно в

гидросистемах допустимая температура не превышает 55 °С, поэтому возникает задача охлаждения РЖ. При ограниченном тепловыделении нормальный тепловой режим может быть обеспечен за счет выбора необходимой емкости бака, однако с ростом дроссельных потерь мощности требуемая емкость бака резко возрастает (при потерях мощности 2 кВт до 400 л), поэтому становится целесообразным использование устройств искусственного охлаждения – теплообменников.

Наибольшее распространение получили воздушные и водяные теплообменники, реже – хладоновые холодильные машины. В воздушных теплообменниках (например, типа Г44-2) сливающаяся из гидросистемы разогретая РЖ проходит через радиаторы 1, обдуваемые вентилятором 4, который установлен на валу электродвигателя 3, в водяных – через систему трубопроводов, омываемых охлаждающей водой. Эффективность работы воздушных и водяных теплообменников возрастает при увеличении потока РЖ и охлаждающей среды, а также разности температур  $\Delta t$  между РЖ и охлаждающей средой, поэтому определенный перегрев РЖ неизбежен. При  $\Delta t = 35^\circ\text{C}$  воздушные теплообменники отечественного производства способны рассеивать до 3–4 кВт мощности ( $P_{\text{отд}}$ ); водяные – существенно больше. Воздушные теплообменники допускают ограниченное давление РЖ (обычно  $\leq 0,2$  МПа, поддерживаемое встроенными перепусковыми клапанами 2), их недостатками являются также повышенный шум и ограниченная надежность особенно при пульсирующем потоке РЖ. Для водяных теплообменников требуется подвод к баку воды и канализации, происходит большой расход воды и не исключена опасность попадания воды в РЖ. Хладоновые холодильные машины способны поддерживать заданную температуру (в том числе комнатную) с высокой точностью, однако имеют ограниченное теплорассеивание и трудоемки в техобслуживании.



Водяной теплообменник фирмы Bowmat состоит из корпуса 1, крышек 2 и 3, трубчатого пакета 4, уплотнений и крепежных деталей. Охлаждающая вода подводится к осевому отверстию в крышке 2, проходит через трубчатый пакет 4 и отводится через осевое отверстие в крышке 3. Рабочая жидкость (РЖ) подводится к левому радиальному отверстию корпуса 1, омывает трубчатый элемент и отводится через правое радиальное отверстие корпуса. В ряде конструкций вода делает два или четыре хода в корпусе за счет разделения перегородками торцовых камер трубчатого пакета, что позволяет улучшить теплообмен и сократить расход охлаждающей воды в 2 или 3 раза.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Оформить работу в тетрадь.
- 2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

- Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.
- Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.
- Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 2.2. Вспомогательная гидроаппаратура

### Практическое занятие № 22

Изучение устройства, принципа работы переключателей манометров по чертежу

**Цель:** изучить конструкцию и принцип работы переключателей манометров

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- осуществлять сборку и разборку типовых конструкций гидравлических и пневматических устройств.

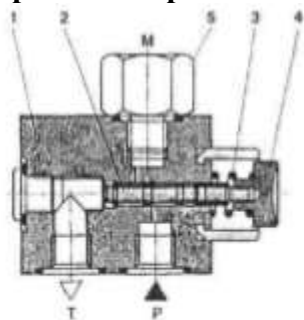
**Материальное обеспечение:**

Конспект лекций, интернет-ресурсы

**Задание:**

По чертежу переключателя манометров описать позиции, описать принцип работы, начертить гидравлическую схему.

**Краткие теоретические сведения:**



Манометр, постоянно подключенный к гидросистеме, из-за вибраций и гидроударов быстро выходит из строя. Для защиты манометров применяют специальные переключатели, позволяющие соединять манометр с гидросистемой только в момент измерения давления. Переключатель манометра АFB фирмы Rexroth состоит из корпуса 1, золотника 2, пружины 3, кнопки 4 и переходника 5 для установки манометра. В исходном положении манометр соединен с дренажной (сливной) линией Т. При воздействии на кнопку манометр соединяется с напорной линией Р.

Существуют переключатели, обеспечивающие возможность измерения давления в нескольких (от 2 до 10) точках. Кроме экономии на количестве манометров, в ряде случаев повышается точность измерения, поскольку небольшие перепады давлений (например, на фильтре) лучше измерять одним прибором, последовательно подключая его к точкам входа и выхода. Переключатели типа MS фирм Rexroth и Hydac (см. рис. 13.8) комплектуются манометром, встроенным в рукоятку.

**Порядок выполнения работы:**

1 Оформить работу в тетрадь.

2 По заданию осуществить работу.

**Форма представления результата:**

Оформленная задача в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – все детали согласно своим позициям описаны верно.

Оценка 4 – верно составлена гидравлическая схема.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 1.1.Объемные насосы

### Лабораторное занятие № 1

Экспериментальное исследование характеристик шестеренного насоса

**Цель:** изучение метода экспериментального определения подачи насоса в зависимости от давления на выходе насоса при фиксированной частоте вращения вала насоса

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- снимать характеристики гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Гидравлический стенд, конспект лекций

**Задание:**

Изучить экспериментально характеристики шестеренного насоса

**Краткие теоретические сведения:**

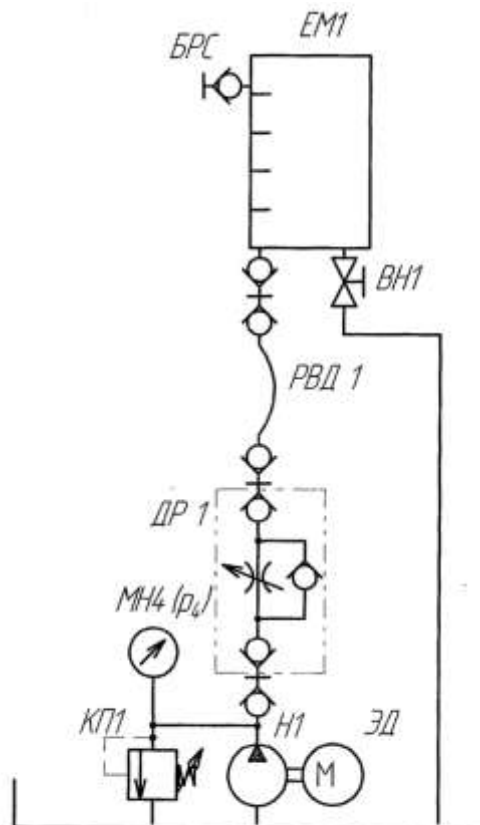


Рис.2.1. Схема гидравлическая для выполнения лабораторной работы №1

**Порядок выполнения работы:**

1 собрать гидравлическую схему

2 провести эксперимент при частоте 50 Гц.

3 провести эксперимент при частоте 40 Гц.

4 заполнить значения в таблицы, построить графики зависимостей подачи от частоты.



5 сделать вывод

**Форма представления результата:**

Оформленная работа в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – значения при частоте 50 Гц определены верно.

Оценка 4 – значения при частоте 40 Гц определены верно.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 1.2. Гидродвигатели

### Лабораторное занятие № 2

Экспериментальное исследование характеристик гидроцилиндра

**Цель:** ознакомление с методикой определения параметров гидроцилиндра

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- снимать характеристики гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Гидравлический стенд, конспект лекций

**Задание:**

Изучить параметры гидроцилиндра при прямом и обратном ходе.

**Краткие теоретические сведения:**

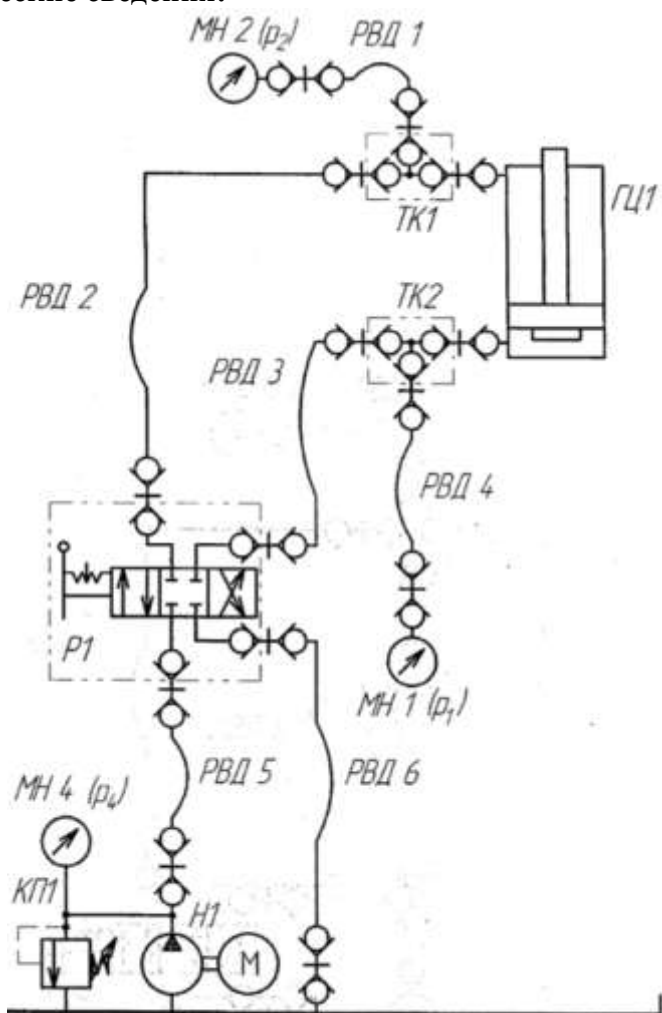


Рис.2.8. Схема гидравлическая выполнения лабораторной работы

**Порядок выполнения работы:**

1 собрать гидравлическую схему

2 провести эксперимент на выдвижение гидроцилиндра.

3 провести эксперимент на втягивание гидроцилиндра.

4 заполнить значения в таблицы.

5 сделать вывод

**Форма представления результата:**

Оформленная работа в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – значения при выдвигании гидроцилиндра определены верно.

Оценка 4 – значения при втягивании гидроцилиндра определены верно.

Оценка 5 – устная защита работы.

## Тема 1.2. Гидродвигатели

### Лабораторное занятие № 3

#### Экспериментальное исследование характеристик гидромотора

**Цель:** ознакомиение с методикой определения параметров гидромотора

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- снимать характеристики гидравлических и пневматических устройств.

**Материальное обеспечение:**

Гидравлический стенд, конспект лекций

**Задание:**

Изучить параметры гидромотора при вращении по часовой стрелке и против часовой.

**Краткие теоретические сведения:**

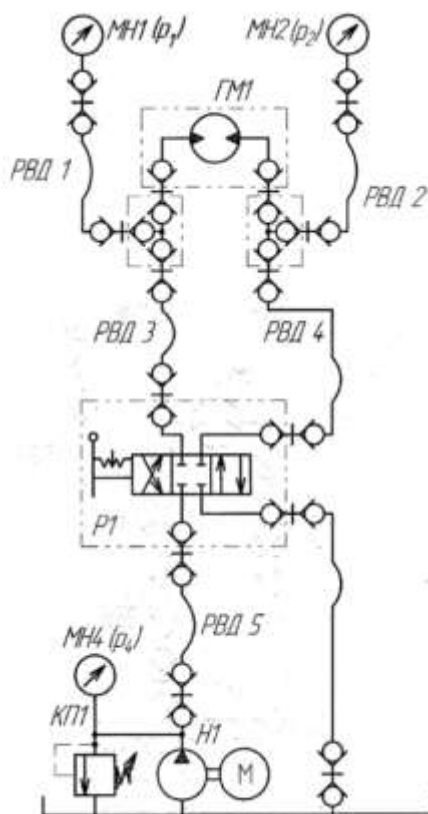


Рис. 2.10. Схема гидравлическая для выполнения лабораторной работы

**Порядок выполнения работы:**

- 1 собрать гидравлическую схему
- 2 провести эксперимент на вращение гидромотора по часовой стрелке.
- 3 провести эксперимент на вращение гидромотора против часовой стрелки.
- 4 заполнить значения в таблицы.
- 5 сделать вывод

**Форма представления результата:**

Оформленная работа в тетради для практических и лабораторных работ

**Критерии оценки:**

Оценка 3 – значения при вращение гидромотора по часовой стрелке определены верно.

Оценка 4 – значения на вращение гидромотора против часовой стрелки определены верно.

Оценка 5 – устная защита работы.

