

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное образовательное учреждение среднего профессионального
образования
«ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ

по ПМ 2 Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного
оборудования
для студентов специальности
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования
(по отраслям)

Разработал преподаватель

Г.В.Долгодуш

Шебекино

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При подготовке к работе рекомендуется придерживаться следующего плана:

1. Перед началом лабораторных работ студент должен детально ознакомиться с правилами работы и техникой безопасности.
2. Прочитать название работы, основные теоретические положения и порядок выполнения работы. Выяснить смысл всех непонятных слов.
3. Ознакомиться с требованиями.
4. Продумать, какой вывод следует сделать по результатам полученных экспериментальных данных.

Перед началом работы преподаватель в краткой беседе выясняет степень подготовленности студента к лабораторным занятиям и проверяет протокол.

В протоколе должны быть записаны: тема занятий, ход выполнения работы, схема лабораторной установки. В процессе работы в протокол заносятся результаты наблюдений.

После окончания работы студент показывает преподавателю полученные им опытным путем результаты и сделанные из них выводы.

2. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Предупреждение травм

1. При работе со стеклянными приборами и посудой не употреблять излишних усилий при закрывании приборов пробками, одевании резиновых трубок и т.п., во избежание поломок стекла и порезов рук осколками.

2. Нельзя загромождать рабочие столы портфелями, сумками или чемоданами. На рабочем месте допускаются лишь руководства к работам, тетради для записей и справочные материалы. Сумки, чемоданы и портфели не должны стоять на полу около столов: о них можно споткнуться, разбить приборы, упасть и получить травму при падении. Все упомянутые предметы должны быть положены на специально отведенные места.

При работах строго придерживаться методических указаний. Следует помнить, что поспешность или непродуманное отклонение от рекомендованного порядка работы могут привести к пожару или несчастному случаю.

2.2. Безопасность при работе на механизмах и аппаратах, станках и другом оборудовании с движущимися и вращающимися частями.

1. Перед пуском в действие механизма необходимо проверить его исправность, наличие исправных оградительных устройств, защитных и предохранительных приспособлений.
2. Прежде чем пустить машину, нужно обязательно проверить, нет ли у движущихся частей машины людей.
3. Категорически запрещается пускать в действие механизм без предварительного сигнала.
4. Категорически запрещается оставлять без надзора хотя бы на короткое время работающий механизм, аппарат или, если это невозможно, поручить надзор другому рабочему (по указанию старшего по смене, мастера бригадира) во избежание аварии и несчастных случаев.
5. Запрещается подходить к механизмам, пускать их в действие рабочим, которые не обслуживают их.
6. Нельзя отвлекать внимание рабочих на механизмах, аппаратах и мешать им работать.
7. Ремонт, чистка, смазка, осмотр механизма, аппарата, производится при полной его остановке с разобранной схемой электропитания.
8. Запрещается прикасаться к движущимся частям, облакачиваться на механизм, производить замер деталей на ходу.
9. Ограждения и защитные приспособления на механизме постоянно должны быть на месте и в исправности. Без ограждений пускать механизм запрещается.
10. Если во время ремонта механизма необходимо снять ограждения, то по окончании ремонта ограждения должны быть поставлены на место. Защитное приспособление или ограждение на механизме является его основной частью и обеспечивает безопасность работающих.
11. Уборку стружи со станков производить специальными щётками или крючками при полной остановке механизма.
12. Индивидуальные защитные средства должны быть при полной исправности, защитные очки станочников должны иметь боковины; марки респираторов и противогазов должны отвечать разновидности и концентрации пыли или газа.

Перечень лабораторных работ

1. Измерительные приборы и оборудование
2. Устройство и принцип работы поршневого насоса
3. Изучение конструкции центробежного насоса и определение его рабочих характеристик
4. Устройство и правила установки гидроаппаратов

Лабораторная работа №1

Измерительные приборы и оборудование

Цель работы:

- ✓ изучение принципа действия и особенностей конструкции приборов для определения давления, скорости и расхода жидкости;
- ✓ изучение методики определения давления, скорости и расхода жидкости.

Выполнение работы

1. Изучить назначение измерительных приборов, оборудования и заполнить таблицу

Оборудование, приборы для измерения давления	Оборудование, приборы для измерения скорости жидкости	Оборудование, приборы для измерения расхода жидкости

2. Изучить назначение измерительных приборов по принципу действия и заполнить таблицу

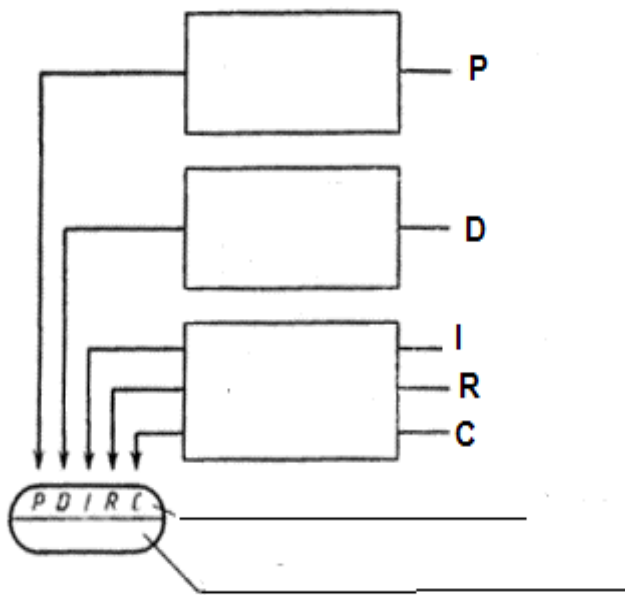
приборы жидкостные	
приборы пружинные	
приборы электрические	
приборы комбинированные	

3. Выберите из списка названия приборов и сделайте соответствующие надписи:

Мановакуумметры, вакуумметры, расходомеры, ротаметры, манометры, термоанемометр



4. Начертите схему принципа построения условного обозначения измерительных приборов



5. Решить задачу.

Дано: В трубе с внутренним диаметром 12 мм течет вода, со скоростью 1 м/с. Найти расход воды для данного трубопровода.

Решение

5. Вопросы для самоконтроля.

1. Какое устройство в напорном баке служит для получения установившегося движения жидкости?
2. Как определить среднюю скорость жидкости в любом сечении трубопровода?
3. Какие методы служат для определения больших величин расхода?

Лабораторная работа №2

Устройство и принцип работы поршневого насоса

Цель работы

- ✓ Изучить принцип действия и особенности конструкции центробежного насоса.
- ✓ Определение производительности, подводимой мощности и коэффициент полезного действия насоса при заданном противодавлении.

Оборудование и материалы для выполнения работы:

Поршневой насос, манометр, вакуумметр и мерный бак.

Основные сведения по теме работы:

Различают теоретическую Q и действительную Q производительность поршневого насоса. Теоретическая производительность есть объем, описываемый поршнем в единицу времени. Для одноцилиндрового насоса простого действия.

$$Q_T = \frac{F \cdot S \cdot n}{60},$$

где F - площадь поршня;

S - длина хода поршня;

n - число двойных ходов в единицу времени.

Действительная производительность насоса есть объем жидкости, подаваемый насосом в единицу времени. Отношение действительной производительности к теоретической называется коэффициентом подачи.

Мощность поршневого насоса подразделяется на подводимую N , индикаторную N_i , полезную $N_{пол}$. Подводимая мощность есть мощность, потребляемая насосом при его работе, т.е. мощность на валу насоса. Индикаторная мощность это работа, совершаемая непосредственно рабочим органом (поршнем) в единицу времени. Полезная мощность, есть мощность, получаемая от насоса.

$$N_{пол} = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{1000}, \text{ кВт.}$$

Разность между подводимой и полезной мощностями тратится на механические, гидравлические и объемные потери в самом насосе, величины которых определяются соответствующими коэффициентами полезного действия насоса

$$\eta = \frac{N_{пол}}{N}; \eta = \eta_{мех} \cdot \eta,$$

где $\eta_{мех}$ - механический КПД,

η - индикаторный КПД.

$$\eta_{\text{мех}} = \frac{N_i}{N}; \eta = \eta_o; \eta_r = \frac{N_{\text{пол}}}{N_i},$$

где η_o - объемный КПД,

η_r - гидравлический КПД.

Индикаторная мощность подсчитывается по индикаторной диаграмме. Индикаторная диаграмма снимается при помощи индикатора в координатах: давление в цилиндре – P_i , ход поршня - x показывает давление в цилиндре за один двойной ход поршня. Площадь индикаторной диаграммы в каком-то масштабе равна работе, совершаемой поршнем за один двойной ход.

$$N_i = \frac{P_i \cdot Q_T}{1000}, \text{ кВт.}$$

где P_i - среднее индикаторное давление, кг/м².

Под средним индикаторным давлением понимают высоту прямоугольника с основанием, равным длине индикаторной диаграммы равновеликого по площади индикаторной диаграммы.

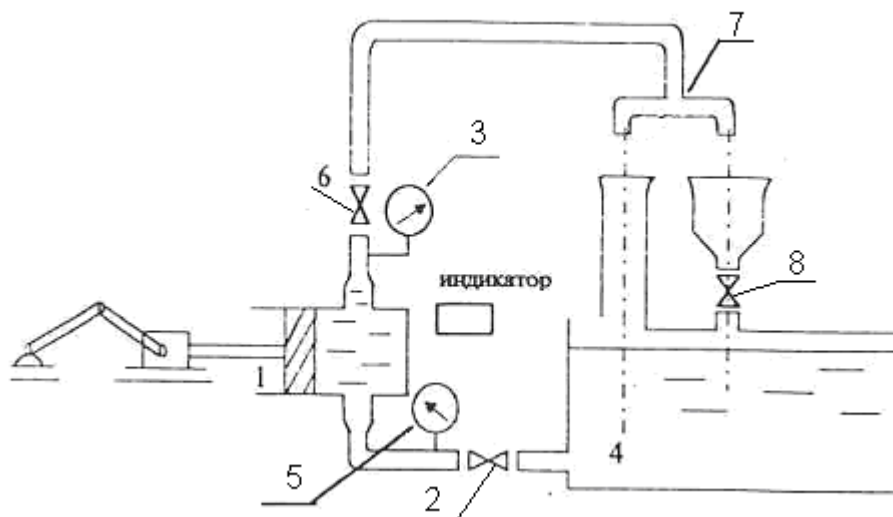
$$P_i = \frac{f_i}{l_i \cdot a},$$

где f_i - площадь индикаторной диаграммы, м²;

l_i - длина индикаторной диаграммы, м;

a - масштаб пружины индикатора 0,7 см/ат. (определяется по номеру пружины).

СХЕМА УСТАНОВКИ



1 – насос; 2, 6 и 8 – задвижки; 3 – манометр; 4 – бак; 5 – мановакууметр; 7 – двухходовой кран.

Рисунок 1 – Схема установки

Вода из бака 4 засасывается насосом 1 и через нагнетательный трубопровод возвращается в тот же бак. Давление жидкости перед входом в насос и на выходе из насоса измеряется соответственно мановакууметром и манометром.

На нагнетательной линии установлен мерный бак для замера производительности насоса. Противодействие на насосе создается прикрытием задвижки 6 на нагнетательной линии.

Насос приводится в действие от электродвигателя. Подводимая мощность определяется по мощности, потребляемой электродвигателем. Число двойных ходов насоса измеряется по секундомеру.

Для определения индикаторной мощности насоса снимается индикаторная диаграмма. Прибор для снятия индикаторной диаграммы называется индикатором.

На барабан индикатора закрепляется бумага, на которой карандашом производится запись диаграммы. Поворот барабана соответствует ходу поршня. Карандаш, записывающий диаграмму, присоединен к поршеньку, который движется в цилиндре, соединенном с цилиндром насоса. Таким образом, движение карандаша в каком-то масштабе соответственно, по одной оси на диаграмме откладывается ход поршня, по другой оси - давление в цилиндре, т.е. записывается изменение давления в цилиндре за один ход поршня. Масштаб давления зависит от жесткости пружины индикатора.

Площадь индикаторной диаграммы измеряется планиметром.

Основные данные

1 Тип насоса	- плунжерный
2 Марка насоса	- РПН-1 -30
3 Число цилиндров насоса	- 1
4 Число рабочих полостей	- 1
5 Диаметр поршня, D	- 70 мм
6 Ход поршня	- (мм) переменный
7 Масштаб пружины индикатора	- (см/ат) переменный

Выполнение работы

1 Действительная производительность насоса определяется при помощи мерного бака. Секундомер отсчитывает время заполнения мерного бака.

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ м}^3/\text{сек.}$$

2 Теоретическая производительность насоса

3 Полезный напор насоса.

$$H = \frac{M + B}{\gamma}.$$

4 Коэффициент подачи.

$$\lambda = \frac{Q}{Q_T}.$$

5 Полезная мощность насоса

6 Индикаторная мощность насоса

7 Мощность, подводимая к насосу, определяется по мощности, получаемой двигателем из сети:

$$N = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{дв}}.$$

Мощность двигателя $N_{\text{дв}}$ определяется по киловаттметру, расположенному на пусковом щите. КПД двигателя $\eta_{\text{дв}}$ указан на табличке электрического двигателя.

Замеряемые величины представить в таблице 1, расчетные – в таблице 2.

Таблица 1 – Замеряемые величины

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Замеряемая величина	Примечание
Показания мановакуумметра	В	кг/см ²		
		МПа		
Показания манометра	М	кгс/см ²		
		МПа		
Время наполнения мерного бака	t	сек		
Заполненный объем мерного бака	V	м ³		
Площадь индикаторной диаграммы	f _i	м ²		
Длина индикаторной диаграммы	l _i	м		
Мощность потребляемая электродвигателем	N _{дв}	кВт		
КПД электродвигателя	η _{дв}	%		

Таблица 2 – Расчетные величины

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Замеряемая величина	Примечание
Действительная производительность	Q	$\text{м}^3/\text{с}$		
Теоретическая производительность	$Q_{\text{т}}$	$\text{м}^3/\text{с}$		
Коэффициент подачи	λ			
Полезный напор	H	м		
Полезная мощность насоса	$N_{\text{пол}}$	кВт		
Индикаторная мощность насоса	N_i	кВт		
Мощность, подводимая к насосу	N	кВт		
Индикаторный КПД	η_i	$\%$		
Механический КПД	$\eta_{\text{мех}}$	$\%$		
Полный КПД насоса	η	$\%$		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Перечислите основные принципы классификации поршневых насосов по их конструктивным признакам.

2 Что такое коэффициент подачи и как он влияет на производительность поршневого насоса?

3 Что такое мгновенная подача насоса? Нарисуйте графики подачи насосов простого (однократного), двукратного, трехкратного действия.

4 Что такое степень неравномерности подачи и как она определяется.

5 Нарисуйте теоретическую индикаторную диаграмму. Дайте определение, что такое индикаторное давление и полезный напор насоса?

6 Запишите формулы полезной, индикаторной и подводимой к насосу мощности. Как они определяются при испытании насоса?

7 Какие КПД поршневого насоса вы знаете?

8 Какие клапаны у поршневого насоса и как их считать (элементарно)?

9 Рабочая характеристика поршневого насоса. Какие имеются способы регулирования работы насоса?

10 Какие еще объемные насосы Вы знаете?

11 Особенности эксплуатации поршневых насосов. Устройство поршневых насосов.

Лабораторная работа №3

Изучение конструкции центробежного насоса и определение его рабочих характеристик

Цель работы

Изучить принцип действия и особенности конструкции центробежного насоса. Изучить методику определения напора подачи и мощности насоса, экспериментально определить его рабочую характеристику.

Оборудование и материалы для выполнения работы:

Центробежный насос, манометр, вакуумметр и мерный бак.

Основные сведения по теме работы:

Основной частью центробежного насоса является рабочее колесо, соединенное с рабочим валом. Рабочее колесо, состоящее из изогнутых лопаток, укрепленных в дисках, заключено в неподвижную спиральную камеру. Жидкость к насосу подводится по всасывающей трубе, которая на своем конце имеет обратный клапан со стенкой. По нагнетательной трубе жидкость из насоса поступает в напорный трубопровод. В местах пересечения рабочего вала с кожухом устанавливаются сальники с уплотняющей набивкой, для предотвращения утечки воды и попадания воздуха во всасывающую трубу. Перед пуском насос заливают жидкостью. Обратный клапан всасывающей трубы при этом закрыт. После заполнения корпуса насоса пускают двигатель, который приводит во вращение рабочее колесо. Частицы жидкости под действием центробежной силы перемещаются от входа в насос к выходу из него. В результате движения жидкость начнет поступать в насос. Таким образом, создается непрерывный поток жидкости через центробежный насос. При движении жидкости через рабочее колесо происходит преобразование механической энергии двигателя в энергию движущейся жидкости.

Определение опытных величин

Чтобы построить характеристику насоса надо определить напор, подачу, мощность и КПД насоса при различных режимах его работы.

Подача насоса измеряется при помощи мерного бака, объем которого известен

$$Q_H = \frac{W_6}{t}, \quad (1)$$

где W_6 - объем мерного бака, t – время наполнения.

Напор насоса равен разности значений полного напора жидкости за насосом (сечение Н-Н) и перед ним (сечение b-b).

$$H = z_H - z_B + \left(\frac{P_H}{\gamma} + \frac{P_B}{\gamma} \right) + \frac{V_H^2 - V_B^2}{2g} .$$

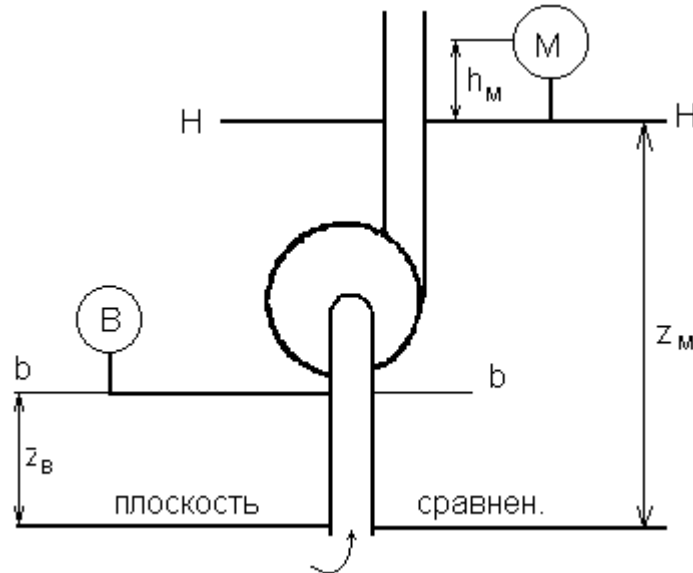


Схема измерения напора

Давление P_H измеряется манометром. Трубка, соединяющая манометр с трубопроводом заполняется жидкостью. Поэтому манометр измеряет давление, отличное от давления в точке замера на величину h_M . Введя поправку, получим $P_H = M + h_M \gamma$.

При наличии на стороне всасывания вакуума, давление P_B измеряется вакуумметром $P_B = -B$. Отсюда напор, при наличии вакуума во всасывающем трубопроводе определяется по формуле:

$$H = z_H - z_B + \frac{M}{\gamma} + h_M + \frac{B}{\gamma} + \frac{V_H^2 - V_B^2}{2g} .$$

Обозначив $h_H = z_H - z_B + h_M$, получим:

$$H = \frac{M}{\gamma} + \frac{B}{\gamma} + h_H + \frac{V_H^2 - V_B^2}{2g} . \quad (2)$$

Разность скоростных напоров можно определить

$$\frac{V_H^2 - V_B^2}{2g} = 0.0827 \left(\frac{1}{d_H^4} - \frac{1}{d_B^4} \right) \cdot Q^2 ,$$

где d_n ; d_v - диаметры нагнетательного и всасывающего трубопроводов, $d_n=6.2\text{см}$; $d_v=7.9\text{см}$; Q_n - подача насоса.

Мощность насоса определяется при помощи ваттметра, который измеряет мощность электрического двигателя. Умножив эту мощность на КПД, получают мощность на муфте двигателя. Однако этот способ не обеспечивает высокой точности измерения. Для точностных измерений применяют балансирные электродвигатели. Потребная мощность может быть определена по формуле:

$$N = \frac{\gamma Q_n H}{\eta \cdot 102} \quad (3)$$

где γ - удельный вес жидкости; Q_n - подача, л/с; H - напор, м.

Методика испытания центробежного насоса

1. Пустить насос при закрытой задвижке.
2. Открыть задвижку и дать поработать насосу на максимальной подаче, для того, чтобы полностью удалить воздух из насоса и из трубопроводов, прогреть подшипники установки.
3. Произвести испытание насоса при 7-10 режимах его работы при подачах, уменьшающихся от максимальных до нуля через равные интервалы. Новая подача устанавливается изменением открытия задвижки, установленной на напорном трубопроводе. При каждом режиме снять показания M – манометра, B – вакуумметра и W – ваттметра.
4. Обработать результаты испытания. При обработке определить подачу по уравнению (1), напор насоса по уравнению (2) и мощность по уравнению (3). Показания приборов и результаты обработки записать в протокол испытания насоса (Таблица 1).

Протокол испытания центробежного насоса

Таблица 1

№№	$W, \text{м}^3$	$t, \text{сек}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	M	B	$V_n, \text{м/с}$	$V_v, \text{м/с}$	$H, \text{м}$	$N, \text{кВт}$
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									

4.5. Построить на миллиметровой бумаге характеристики:

$$H = f(Q), \quad N = f(Q) .$$

Порядок выполнения работы

5.1.Разработать насос. Определить назначение отдельных деталей насоса и схему их взаимодействия, обратив особое внимание на конструктивное выполнение таких деталей как рабочее колесо, отвод, сальниковый узел, подшипники.

5.2.Вычертить эскиз насоса в сборке с продольным разрезом, указанием направления движения жидкости.

5.3.Вычертить эскиз рабочего колеса (с разрезом) с показом профиля лопастей. На эскизе показать направление вращения рабочего колеса в насосе.

5.4.Провести испытание насоса согласно методике.

Контрольные вопросы

6.1.Как устроен центробежный насос?

6.2.Какова высота всасывания центробежного насоса и от чего она зависит?

6.3.Что такое напор насоса и как он определяется?

6.4.Почему с ростом подачи жидкости напор насоса падает?

Лабораторная работа №4

Устройство и правила установки гидроаппаратов

Цель работы:

- ✓ *Ознакомиться с элементами управления объемными гидравлическими приводами.*
- ✓ *Изучить устройство и принцип работы гидродросселей, гидроклапанов, гидрораспределителей.*

Основные сведения по теме работы:

Гидроприводы, используемые в технике должны обеспечивать заданные параметры работы, в том числе скорости выходных звеньев, поэтому большинство современных гидроприводов являются регулируемыми.

К регулируемым объемным гидроприводам следует отнести: гидроприводы, в которых имеется возможность непосредственного управления скоростью выходного звена; гидроприводы со стабилизацией скорости выходного звена; гидроприводы, в которых обеспечивается синхронное движение выходных звеньев нескольких гидродвигателей; следящие гидроприводы.

При рассмотрении гидроприводов необходимо иметь в виду, что изменение скорости выходного звена может быть обеспечено разными способами. Поэтому проведем сравнительный анализ следующих гидроприводов:

- с дроссельным регулированием скорости;
- с объемным (машинным) регулированием скорости;
- с объемно-дроссельным регулированием скорости.

Дроссельный способ регулирования скорости движения выходного звена применяется в гидроприводах с нерегулируемыми гидромашинами. При этом изменение скорости выходного звена возможно за счет изменения расхода жидкости $Q_{г}$, поступающей в гидродвигатель. Поэтому в таких гидроприводах при подаче насоса $Q_{н}$ часть жидкости отводится в бак, минуя гидродвигатель. Основным управляющим элементом таких приводов является регулируемый гидродроссель. В зависимости от места установки регулируемого гидродросселя по отношению к гидродвигателю различают гидроприводы с параллельным и последовательным включением гидродросселя.

Графическая зависимость скорости от нагрузки $V=f(F)$, которая получила название механическая, или нагрузочная, характеристика гидропривода, приведена. В рассматриваемом гидроприводе давление $p_{н}$ на выходе насоса 1 зависит от нагрузки F и не является постоянным, поэтому такую систему регулирования называют системой с переменным давлением питания. Клапан 2, установленный в гидросистеме, является предохранительным. Гидрораспределитель 3 служит для изменения направления движения штока гидроцилиндра 4.

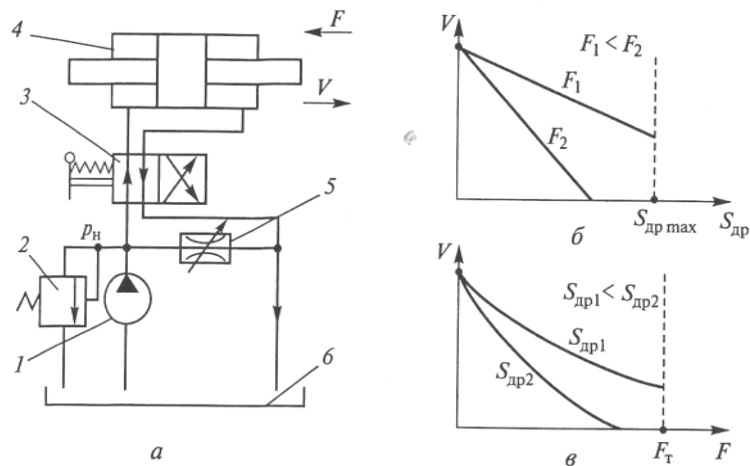


Схема гидропривода с параллельным включением дросселя (а); регулировочная (б) и нагрузочная (в) характеристики:

1 — насос; 2 — предохранительный клапан; 3 — гидрораспределитель; 4 — гидроцилиндр; 5 — гидродроссель; 6 — бак

Одним из недостатков таких гидроприводов является то, что в них скорость регулируется только в том случае, если нагрузка создает сопротивление движению выходного звена. При помогающей нагрузке может произойти отрыв поршня от рабочей жидкости в гидроцилиндре.

При объемном способе регулирования скорость движения выходного звена изменяется за счет изменения рабочего объема либо насоса, либо гидромотора, либо обеих гидромашин. На рис. приведена принципиальная схема гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией жидкости, в котором частота вращения вала гидромотора 4 регулируется за счет изменения рабочих объемов обеих гидромашин.

Так как в данном гидроприводе возможен реверс потока рабочей жидкости, то в нем установлены два предохранительных клапана 2, один из которых «следит» за давлением в гидролинии А, а другой — за давлением в гидролинии Б. Для компенсации возможной нехватки жидкости в гидроприводе используется система подпитки, состоящая из дополнительного насоса 6, переливного клапана 5, гидробака 7 и двух обратных клапанов 3. Всегда осуществляется подпитка той гидролинии, которая в данный момент является всасывающей. При этом во всасывающей гидролинии создается избыточное давление примерно 0,1... 0,3 МПа (ограничено настройкой переливного клапана 5), что исключает вероятность возникновения кавитации на входе в насос 1.

Получим закон изменения частоты вращения n -вала гидромотора 4 от рабочих объемов регулируемых гидромашин. На практике при анализе работы гидроприводов, содержащих регулируемые гидромашин, используется параметр регулирования рабочего объема e , который равен отношению действительного рабочего объема гидромашин к максимальному его значению. В нашем случае этот параметр для регулируемого насоса и регулируемого гидромотора 4 соответственно имеет следующий вид:

$$e_n = \frac{W_H}{W_{H\ max}} \quad \text{и} \quad e_\Gamma = \frac{W_\Gamma}{W_{\Gamma\ max}}$$

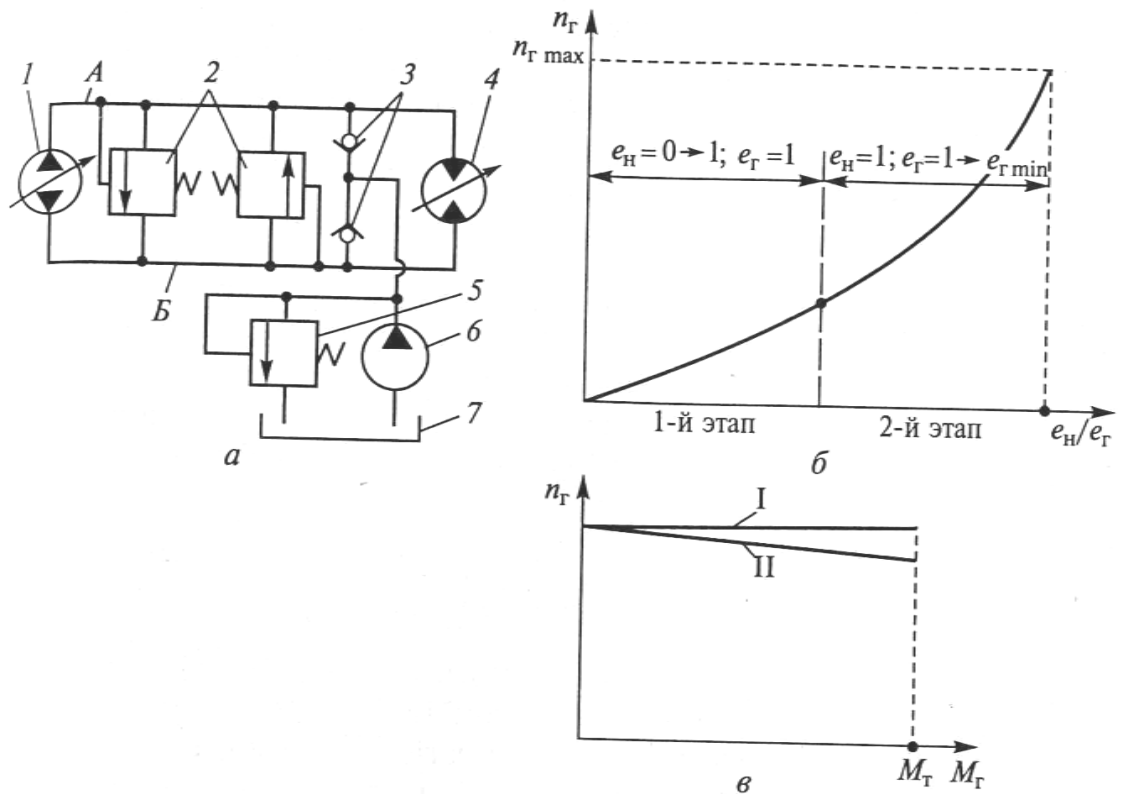


Схема гидропривода с объемным (машинным) регулированием (а); регулировочная (б) и нагрузочная (в) характеристики:

1 — насос; 2 — предохранительные клапаны; 3 — обратные клапаны; 4 — гидромотор; 5 — переливной клапан; 6 — дополнительный насос; 7 — гидробак

Порядок выполнения работы

1. Разработать гидроаппарат. Определить назначение отдельных деталей гидроаппарата и схему их взаимодействия.

2. Вычертить эскиз гидроаппарата в сборке с продольным разрезом, указанием направления движения жидкости.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается назначение гидроприводов?
2. Какие гидроприводы относят к регулируемым?
3. В каких случаях применяется дроссельный способ регулирования скорости?
4. Опишите устройство и принцип работы гидродросселя 5. Опишите устройство и принцип работы гидроклапана
6. Опишите устройство и принцип работы гидродросселей, гидроклапанов, гидрораспределителей

Основная литература:

1. Феофанов А.Н., Схиртладзе А.Г. Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования – М.Издательский центр «Академия», 2017.

Дополнительная литература:

1. Воронкин Ю. И. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: учебник для СПО. – М.: Академия, 2005
2. В.Т. Гельберг., Г.Д. Пекелис "Ремонт промышленного оборудования" М. "Высшая школа" 1988.
3. Генкин А. Э. Оборудование химических заводов: учеб. пособие – М.: Высшая школа, 1986
4. И.К. Пукинец, Н.В.Мурашев "Ремонт промышленного оборудования" М. "Высшая школа" 1969.
5. Г.П.Сальников "Технология машиностроения и конструкционные материалы" - Киев.: Техника, 1974.
6. Фарамазов С. А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Химия, 1988
7. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка: учебник для СПО. – М.: Академия, 2003
8. "Справочник механика" под редакцией Ю.С.Борисова Т2М. "Машиностроение 1971.
9. Паспорта станков.
10. Машиностроительные материалы. Краткий справочник. / Под ред. В.М.Раскатова - М : Машиностроение, 1980.