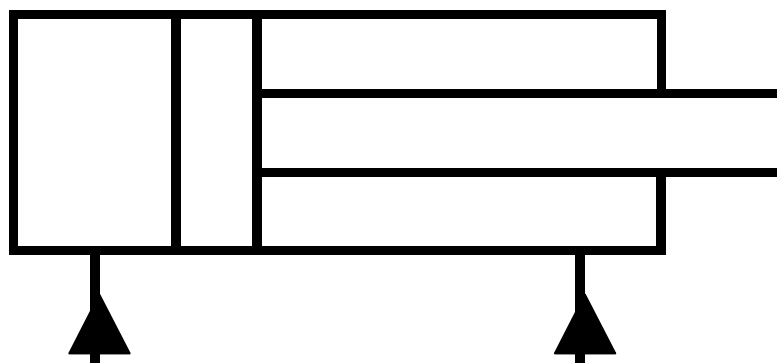


ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ



НОМЕР ВАРИАНТА ВЫБИРАЕМ ПО ПОСЛЕДНЕЙ ЦИФРЕ ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ

Практическая работа № 1

ОБЪЕМНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1. Задачи работы

1.1. Ознакомиться с конструкциями, принципом действия и основными характеристиками объемных гидромашин.

1.2. Определить основные параметры объемных гидромашин.

2. Краткие теоретические сведения

2.1. Гидравлической машиной (гидромашиной) называется машина, предназначенная для преобразования механической энергии в энергию движущейся жидкости или наоборот. В зависимости от вида преобразования энергий гидромашины делятся на насосы и гидродвигатели.

Насос – это гидромашина для создания потока рабочей жидкости путем преобразования механической энергии в энергию движущейся жидкости.

Гидродвигатели служат для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию выходного звена гидромашины.

В объемном насосе жидкость перемещается вследствие вытеснения ее из рабочих камер вытеснителями.

2.2. Под **рабочей камерой** объемной гидромашины понимается пространство внутри машины, ограниченное рабочими поверхностями рабочих элементов, периодически изменяющее свой объем и попеременно сообщаемое с входом и выходом гидромашины.

Объемная гидромашина может иметь одну или несколько рабочих камер, которые образуются различными элементами, например, парами поршень - цилиндр, впадина шестерни - зуб шестерни и т.п.

Под **вытеснителями** понимается рабочий орган насоса, непосредственно всасывающий и вытесняющий жидкость из рабочих

камер. Типичные вытеснители - поршень, плунжер, шестерня, пластина и др.

2.3. Объемные гидромашины характеризуются рядом параметров, основными из которых являются: рабочий объем q , подача (расход) Q , давление p , мощность N , частота вращения вала n , полный КПД η .

Термин "подача" введен для насосов, термин "расход" – для гидродвигателей.

Объемную теоретическую подачу насоса определяют по формуле:

$$Q_t = qn, \quad (1.1)$$

где Q_t – теоретическая подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; q – рабочий объем насоса, $\text{м}^3 (\text{м}^3/\text{об})$; n – частота вращения вала насоса, $\text{с}^{-1} \left| \left(\frac{\text{об}}{\text{с}} \right) \right.$.

Действительная подача насоса определяется выражением:

$$Q_d = Q_t \eta_{об}, \quad (1.2)$$

где Q_d – действительная подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; $\eta_{об}$ – объемный КПД насоса.

Различают полезную (выходную) и потребляемую (входную) мощности гидромашины. Полезная мощность насоса представляет собой энергию, которая сообщается жидкости в единицу времени и определяется параметрами потока рабочей жидкости:

$$N_{нп} = \Delta p_n Q_n, \quad (1.3)$$

где $N_{нп}$ – полезная мощность насоса, Вт; Δp_n – перепад давления на насосе, Па, $\Delta p_n = p_{\text{вых}} - p_{\text{вх}}$, здесь $p_{\text{вых}}$ – давление на выходе из насоса, $p_{\text{вх}}$ – давление на входе в насос; Q_n – подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$.

2.4. Полный КПД гидромашины учитывает все потери мощности, которые возникают в гидромашине при движении рабочей жидкости. Существуют три вида таких потерь: гидравлические, механические и объемные.

Гидравлические потери на преодоление путевых и гидравлических сопротивлений каналов, окон гидромашин учитываются гидравлическим КПД η_g .

Механические потери, возникающие в результате действия сил трения в подвижных звеньях гидромашины (в подшипниках, шарнирах, между поршнями и стенками гидроцилиндров и т.д.), учитываются механическим КПД η_m .

Объемные потери, связанные с утечками, перетечками и сжимаемостью рабочей жидкости, учитываются объемным КПД $\eta_{об}$.

Таким образом, полный КПД гидромашины представляет собой произведение трех частных КПД:

$$\eta = \eta_g \eta_m \eta_{об} , \quad (1.4)$$

или

$$\eta = \eta_{гм} \eta_{об} ,$$

где $\eta_{гм}$ – гидромеханический КПД, $\eta_{гм} = \eta_m \eta_g$.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с назначением, классификацией объемных гидромашин, основными параметрами, терминами и определениями.

3.2. Используя литературу, оборудование, схемы изучить устройство и принцип действия следующих гидромашин:

- а) шестеренного насоса;
- б) аксиально-поршневого насоса и гидромотора;
- в) гидроцилиндра с одно- и двусторонним штоком;
- г) пластинчатого насоса и гидромотора;
- д) радиально-поршневого насоса и гидромотора.

3.3. Произвести расчет основных параметров объемных гидромашин.

4. Расчет подачи, полезной мощности, гидромеханического КПД шестеренных насосов

По формулам (1.1) – (1.3) рассчитать подачу, мощность шестеренных насосов (при различных частотах вращения вала насоса) для вариантов, указанных в табл.1.1. Характеристики насосов приведены в приложении (табл. П.1.1).

При расчете полезной мощности насоса по формуле (1.3) принять давление на выходе из насоса, равным номинальному, а давление на входе в насос, равным нулю, т.е. $p_{\text{вых}} = p_{\text{ном}}$, $p_{\text{вх}} = 0$. Подача насоса $Q_{\text{н}} = Q_{\text{д}}$.

Из формулы (1.4) определить гидромеханический КПД насоса.

Результаты расчетов занести в табл. 1.2.

Таблица 1.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип насоса	НШ 4	НШ 8	НШ 10	НШ 14	НШ32-4	НШ50-4	НШ71-4	НШ100-4	НШ250-4	НШ400-4

Таблица 1.2

Тип насоса _____; рабочий объем _____; $p_{\text{ном}} =$ _____											
Частота вращения вала насоса, с^{-1}	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	30,0	
Число оборотов вала насоса, мин^{-1}											
$Q_{\text{т}}$, $\text{м}^3/\text{с}$											
$Q_{\text{д}}$, $\text{м}^3/\text{с}$											
Объемные потери в насосе ΔQ , $\text{см}^3/\text{с}$											
$N_{\text{нп}}$, кВт											
$\eta_{\text{гм}}$											

Примечание. Обратить внимание на размерности величин.

По данным табл. 1.2 построить графические зависимости $Q_{\text{т}} = f(n)$; $Q_{\text{д}} = f(n)$; $N_{\text{нп}} = f(n)$ для шестеренного насоса.

5. Расчет подачи, полезной мощности, гидромеханического КПД аксиально-поршневых насосов

По формулам (1.1) – (1.3) рассчитать подачу, мощность аксиально-поршневых насосов (при различных частотах вращения вала насоса) для вариантов, указанных в табл.1.3. Характеристики

насосов приведены в приложении (табл. П.1.2).

При расчете полезной мощности насоса по формуле (1.3) принять давление на выходе из насоса, равным номинальному, а давление на входе в насос, равным нулю, т.е. $p_{\text{вых}} = p_{\text{ном}}$, $p_{\text{вх}} = 0$. Подача насоса $Q_n = Q_d$.

Из формулы (1.4) определить гидромеханический КПД насоса.

Результаты расчетов занести в табл. 1.4.

Таблица 1.3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип насоса	210.12...Г	210.16...Г	310.56	310.112	310.25.13	310.224	303.2.28	303.3.56	303.3.112	303.3.160

Таблица 1.4

Тип насоса _____; рабочий объем _____; $p_{\text{ном}} = \underline{\hspace{2cm}}$											
Частота вращения вала насоса, с^{-1}	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	30,0	
Число оборотов вала насоса, мин^{-1}											
Q_t , $\text{м}^3/\text{с}$											
Q_d , $\text{м}^3/\text{с}$											
Объемные потери в насосе ΔQ , $\text{см}^3/\text{с}$											
$N_{\text{нп}}$, кВт											
$\eta_{\text{ГМ}}$											

Примечание. Обратить внимание на размерности величин.

По данным табл. 1.4 построить графические зависимости $Q_t = f(n)$; $Q_d = f(n)$; $N_{\text{нп}} = f(n)$ аксиально-поршневого насоса.

6. Расчет рабочего объема шестеренного и аксиально-поршневого насосов

6.1. Рабочий объем шестеренного насоса определяется по формуле

$$q = 2\pi m^2 (z + 1)b, \quad (1.5)$$

где m – модуль зубчатого зацепления, см; z – число зубьев шестерни; b – ширина шестерни, см.

Определить рабочий объем насосов для следующих параметров по одному указанному преподавателем варианту (табл. 1.5) и внести результаты расчетов в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Параметры	Шестеренный насос									
Модуль зацепления m , см	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2	1
	1,15			0,85						
	1,25			0,95						
Число зубьев z	10	11	12	13	14	15	15	15	15	15
		12			12					
		14			16					
Ширина шестерни b , см	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	4	4,5	4,5	4
			2,3			3,7	3,7	3	3,7	3
			4,2			5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Рабочий объем q :										
q_1 , см ³										
q_2 , см ³										
q_3 , см ³										

6.2. Рабочий объем аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком характеризуется суммарным объемом жидкости, вытесняемой поршнями за один оборот вала, и определяется по формуле

$$q = \frac{\pi d_p^2}{4} z h = \frac{\pi d_p^2}{4} z D_1 \sin \gamma, \quad (1.6)$$

где d_p – диаметр поршня, см; z – число всех поршней; h – максимальный ход поршня, см; $h = D_1 \sin \gamma$, здесь D_1 – диаметр окружности упорного фланца, на котором расположены центры шаровых шарниров шатунов, см; γ – угол наклона оси блоков

цилиндров к оси приводного вала, обычно $\gamma = 15...25^\circ$.

Определить рабочий объем насосов для следующих параметров по одному указанному преподавателем варианту (табл. 1.6) и внести результаты расчетов в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Параметры	Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком									
Диаметр поршня d_n , см	1,0 1,2 1,5	1,6	2,0	2,5 2,8 3,3	3,0	4	5 	5,5 	2 	1,5
Число поршней z	5	7	9 7 11	5	7	7 9 11	7 9 11	7 9 11	7 9 11	7 9 11
Диаметр упорного фланца D_1 , см	10	11 12 13	12	13	14 12 16	15	15 	15 	15 	15
Угол наклона γ	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°
Ход поршня h , см										
Рабочий объем q :										
q_1 , см ³										
q_2 , см ³										
q_3 , см ³										

6.3. Рабочий объем аксиально-поршневого насоса с наклонным диском определяется по формуле

$$q = \frac{\pi d_n^2}{4} zh = \frac{\pi d_n^2}{4} z D t g \gamma, \quad (1.7)$$

где d_n – диаметр поршня, см; z – число всех поршней; h – максимальный ход поршня, см; $h = D t g \gamma$; D – диаметр окружности

блока, на котором расположены оси цилиндров, см; γ – угол наклона диска, обычно $\gamma = 20...25^\circ$.

Определить рабочий объем насосов для следующих параметров по одному указанному преподавателем варианту (табл. 1.7) и внести результаты расчетов в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Параметры	Аксиально-поршневой насос с									
Диаметр поршня d_p , см	1,0 1,2 1,5	1,6	2,0	2,5 2,8 3,3	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Число поршней z	5	7	9	5	7	7	7	7	7	7
Диаметр окружности D , см	10	11 12 13	12	13	14 12 16	15	15 12 16	16 10 16	18 16 16	20 12 16
Угол наклона γ	15°	15°	15° 20° 25°	15°	15°	15° 20° 25°	15°	15°	15°	15°
Ход поршня h , см										
Рабочий объем q :										
q_1 , см ³										
q_2 , см ³										
q_3 , см ³										

Контрольные вопросы

1. Дайте определение гидромашины.
2. В чем основное отличие гидронасоса от гидродвигателя?
3. В чем основное отличие гидроцилиндра от гидромотора?
30. В чем заключается принцип действия объемных насосов?
4. Какие бывают гидродвигатели в зависимости от характера движения выходного звена?
5. Из каких основных элементов состоят роторные насосы?
6. Что понимается под рабочим объемом насоса q ?
7. От каких параметров зависит рабочий объем шестеренного насоса?
8. От каких параметров зависит рабочий объем пластинчатого насоса?

9. От каких параметров зависит рабочий объем аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком цилиндров?
10. От каких параметров зависит рабочий объем аксиально-поршневого насоса с наклонным диском?
11. В чем отличие аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком цилиндров от аксиально-поршневого насоса с наклонным диском?
12. Что понимается под номинальным давлением гидромашины?
13. Основные параметры гидромашин?
14. Как рассчитать теоретическую подачу насоса, зная рабочий объем и частоту вращения вала насоса?
15. Как рассчитать действительную подачу насоса?
16. Какие параметры необходимо знать для расчета теоретической подачи насоса?
17. Действительная подача насоса больше или меньше теоретической?
18. Как определить полный КПД гидромашины, если известны гидравлический, механический и объемный КПД?
19. Назначение гидронасоса?
20. Назначение гидромотора?
21. Назначение гидроцилиндра?
22. Как определяется полный КПД гидромашины?
23. Назовите основные параметры объемного насоса.
24. Особенности конструкции шестеренных гидромашин.
25. Особенности конструкции аксиально-поршневых гидромашин.
26. Особенности конструкции радиально-поршневых гидромашин.
27. Особенности конструкции пластинчатых гидромашин.
28. Области применения гидромашин?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1.1

Техническая характеристика шестеренных насосов серии НШ... -4

Показатели	НШ32-4	НШ50-4	НШ71-4	НШ100-4	НШ250-4	НШ400-4
Рабочий объем, см ³	31,5	48,8	69,7	98,8	250,0	400,0
Давление на выходе из насоса, МПа: номинальное	20	20	20	20	20	20
Частота вращения вала насоса, с ⁻¹ :						
номинальная	24	30	19,2	19,2	15	15
максимальная	30	30	24	24	19,2	19,2
минимальная	5	5	5	5	5	5
Объемный КПД, не менее	0,94	0,94	0,95	0,95	0,94	0,94
Полный КПД, не менее	0,83... 0,89	0,83... 0,89	0,86... 0,90	0,86... 0,90	0,86... 0,90	0,86... 0,90
Масса, кг	6,4	7,1	16,5	16,5	44,5	45,0

Маркировка насосов НШ

В связи с широким распространением и множеством моделей и модификаций у гидравлических насосов НШ появилась своя специальная маркировка, с помощью которой можно с легкостью определить, что за агрегат перед вами и какую мощность от него ожидать. В качестве примера возьмем одну из маркировок НШ, рассмотрим каждую часть и определим что она означает. Пример: «НШ-10У-3 Л»

Пойдем по порядку по обозначениям с лева на право:

- «НШ» — насос шестеренный;
- После тире идет цифра, НШ-10, она означает рабочий объем агрегата, в данном примере он равен 10см³;
- После цифры обычно идут буквы, они обозначают устройство насоса, буквой «А» обозначаются круглые агрегаты, другие же буквы обозначают что этот агрегат плоского вида;
- Далее, через тире, идет цифра означающая класс давления на выходе: 1=10Мпа, 2=14Мпа, 3=16Мпа, 4=20Мпа, 5=25Мпа;

- Для обозначения левосторонних НШ в маркировке используется буква “Л”, в случае если агрегат правосторонний, буква не указывается;

Модели и их технические характеристики

Существует несколько модельных рядов насосов, основное их подразделение на группы обусловлено рабочими объемами.

Насосы НШ 4

Данная линейка представлена следующими агрегатами НШ 4-4, НШ4Г-3, НШ4К-3. В линейке присутствуют как левосторонние, так и правосторонние агрегаты. Устройства этой линейки получили широкое распространение благодаря сельскохозяйственной технике. В качестве рабочей жидкости они используют моторные масла.

Для устройств типа НШ4К-3 и НШ4Г-3 в зависимости от времени года используют следующие марки масел: летом М10В2, а зимой М8Г1 или М8Г2;

Для агрегатов марки НШ4-4 используются следующий перечень масел: М8В1, М8В2, М8Г1 М8Г2, МГЕ-46В, И-30А, И-40А, И-50А.

Обратите внимание что крепеж агрегатов НШ4-4, НШ4К-3, НШ4Г-3 к приводу производится по средствам четырех болтов. Они обязаны быть надежно завинчены, желательно применение контргаек. Гидролинии подводятся к насосу с помощью фланцев, оборудованных уплотнительными кольцами.

Параметр	Насос НШ4-4	Насос НШ4Г-3	Насос НШ4К-3
Рабочий объём ($\pm 3\%$), см ³	4	4	4
Номинальное давление на выходе, МПа	20	16	16
Номинальная частота вращения вала, с ⁻¹	3200	2400	2400
Номинальная объёмная подача, л/мин	10,5	6,3	6,3
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15	0,018 / 0,15	0,018 / 0,15
Температура окружающей среды, °С	-50...+60	-50...+60	-50...+60
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм ² /с	30...40	55...70	55...70
Масса не более кг	1,7	1,7	1,7

Таблица 1. Технические характеристики насосов НШ4-4, НШ4К-3, НШ4Г-3.

В таблице не представлены левосторонние агрегаты так как их характеристики ничем не отличаются.

Насос НШ 6

Текущая линейка представлена следующей парой агрегатов: НШ6Г-3 и НШ6-3. Так же в линейке присутствуют и их левосторонние аналоги (К маркировке добавляется буква «Л»). Их рабочий объем составляет 6,3 см³, номинальное давление принимает величину 16 МПа. Их назначением является нагнетание рабочей жидкости в гидравлические системы тракторов, сельхозмашин и других различных агрегатов.

Параметр	Насос НШ6-3	Насос НШ6Г-3	Насос НШ6-3Л	Насос НШ6Г-3Л
Рабочий объём (± 3%), см³	6,3			
Направление вращения вала	правое		левое	
Номинальное давление на выходе, МПа	16			
Номинальная частота вращения вала, с ⁻¹	2400			
Номинальная объёмная подача, л/мин	16,3			
Коэффициент подачи не менее	0,9			
Потребляемая мощность не более, кВт	6,8			
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15			
Температура окружающей среды, °С	-50...+60			
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм²/с	55...70			
Масса не более, кг	1,45			

Таблица 2. Технические характеристики насосов НШ6-3, НШ6Г-3, НШ6-3Л, НШ6Г-3Л.

Насос НШ 8

В линейке три марки устройств НШ8-Г-3, НШ8-Д-3, НШ8-3. Выпускаются как левого так и правого вращения. НШ 8 применяются на тракторах марки ЛТЗ-60АВ, ЭТЦ-160-Л, а также на экскаваторах марок ЭО-2101, ЭО-2621 и ЭО-2301. Как становится ясно из маркировки НШ8 обладают 8 см³ рабочего объема и выдают номинальное давление в 16 МПа. Для правильной эксплуатации НШ 8 нужно применять определенные марки масел. Летом подойдет масло марки М10В2, зимой же будут актуальны масла М8Г1 и М8Г2.

Параметр	Насос НШ8-3	Насос НШ8Г-3	Насос НШ8Д-3
Рабочий объем ($\pm 3\%$), см ³	8		
Направление вращения вала	правое		
Номинальное давление на выходе, МПа	16		
Номинальная частота вращения вала, об/мин	2400		
Номинальная объемная подача, л/мин	16,3		
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15		
Температура окружающей среды, °С	-50...+60		
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм ² /с	55...70		
Масса насоса не более, кг	1,45		

Таблица 3. Технические характеристики насосов НШ8-Г-3, НШ8-Д-3, НШ8-3.

Насос НШ 10

Насос получил две различные комплектации НШ10-3 и НШ10-4. Рабочий объем насосов составляет 10 см³ и подает номинальное давление НШ10-3 16 МПа а НШ10-4 20 МПа. Также НШ10-3 получил четыре заводских модификации такие как НШ10Д-3, НШ10В-3, НШ10Г-3, НШ10У-3. Выпускаются как левого так и правого вращения.

Параметр	Насос НШ10-4	Насос НШ10-3
Рабочий объем ($\pm 3\%$), см ³	10	
Номинальное давление на выходе, МПа	20	16
Частота вращения вала, об/мин	3200	2400
Номинальная объемная подача, л/мин	-	21
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15	
Температура окружающей среды, °С	-50...+60	
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм ² /с	30...40	55...70
Масса насоса не более, кг	3	

Таблица 4. Технические характеристики насосов НШ10-3 и НШ10-4

Мало для НШ10-3 и модификаций: Летнее М10В2, зимой М8Г1 и М8Г2.

Мало для НШ10-4: М8В1, М8В2, М8Г1 М8Г2, МГЕ-46В, И-30А, И-40А, И-50А.

Насос НШ 14

Данный агрегат получил три модификации НШ14Г-3, НШ14В-3, НШ14Д-3. Рабочий объем равен 13,75 см³, при номинальном давлении 16 МПа. Применение свое нашел в тракторах следующих моделей: МТЗ-1221, МТЗ-1521 (с 1998 г.), МТЗ-1022 (с 2001 г.).

Мало которое рекомендуемо для заливки в НШ14-3 и модификаций: Летнее М10В2, зимой М8Г1 и М8Г2.

Параметр	Насос НШ14Г-3	Насос НШ14Д-3	Насос НШ14В-3
Рабочий объём ($\pm 3\%$), см ³	13,75		
Направление вращения вала	правое		
Номинальное давление на выходе, МПа	16		
Номинальная частота вращения вала, с ⁻¹	2400		
Номинальная объёмная подача, л/мин	30,3		
Коэффициент подачи не менее	0,92		
Потребляемая мощность не более, кВт	10,3		
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15		
Температура окружающей среды, °С	-50...+60		
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм ² /с	55...70		
Масса не превышает, кг	2,4		

Таблица 5. Технические характеристики насосов НШ14Г-3, НШ14В-3, НШ14Д-3.

Насос НШ 16

Насос получил четыре модификации: НШ16Г-3, НШ16В-3, НШ16Д-3, НШ16Е-3. Рабочий объём равен 15,6 см³, номинальное давление 16 МПа. Мало для НШ16-3 и модификаций: Летнее М10В2, зимой М8Г1 и М8Г2. Применяется на следующих тракторах: МТЗ-1221 и МТЗ-1521. Выпускаются как правого так и левого вращения.

Параметр	Насос НШ16-3
Рабочий объём ($\pm 3\%$), см ³	15,6
Направление вращения вала	правое
Номинальное давление на выходе, МПа	16
Номинальная частота вращения вала, с ⁻¹	2400
Номинальная объёмная подача, л/мин	34,4
Коэффициент подачи не менее	0,92
Потребляемая мощность не более, кВт	11,72
Давление на входе мин. / макс., МПа	0,018 / 0,15
Температура окружающей среды, °С	-50...+60
Номинальная кинематическая вязкость рабочей жидкости, мм ² /с	55...70
Масса насоса не более, кг	2,5

Таблица 6. Технические характеристики насосов НШ16Г-3, НШ16В-3, НШ16Д-3, НШ16Е-3.

Таблица П.1.2

**Основные характеристики аксиально-поршневых
нерегулируемых насосов и гидромоторов типов 210 и 310**

Параметры	Типоразмеры гидромашин					
	210.12...Г	210.16...Г	310.56	310.112	310.25.13	310.224
1	2	3	4	5	6	7
Рабочий объем, см ³	11,6	28,1	56	112	112	224
Давление на выходе из насоса, МПа:						
номинальное	20	20	20	20	25	25
Число оборотов, мин ⁻¹ :						
номинальное	2400	1920	1500	1500	1200	1200
максимальное:	2850	2300	2850	2200	2200	1200
минимальное	400	400	400	400	400	400
Объемный КПД	0,97	0,97	0,95	0,95	0,95	0,95
Полный КПД	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90
Масса, кг, не более	4	8,1	17	31	41	95 (94,8)

Наименование параметра	Значение						
Размер	303.2.28	303.3.55	303.3.56	303.3.80	303.3.107	303.3.112	303.3.160
		303.4.55	303.4.56	303.4.80	303.4.107	303.4.112	303.4.160
Рабочий объем, см ³ :							
• номинальный (V ном)	28	55	56	80	107	112	160
• минимальный (V мин)	0	0	16	0	0	31	0
Частота вращения, с ⁻¹ (об/мин):							
при V ном							
• минимальная	0,83(50)	0,83 (50)	0,83 (50)	0,83 (50)	0,83 (50)	0,83 (50)	0,83 (50)
• номинальная	33,0	30,0	30,0	25,0	20,0	20,0	20,0
	(1920)	(1800)	(1800)	(1500)	(1200)	(1200)	(1200)
• максимальная при V ном	79,0	62,5	62,5	55,8	50,0	50,0	44,0
	(4750)	(3750)	(3750)	(3350)	(3000)	(3000)	(2650)
• максимальная при V мин	104,0	83,3	83,3	75	66,7	66,7	58,33
	(6250)	(5000)	(5000)	(4500)	(4000)	(4000)	(3500)
Давление на входе, МПа (кгс/см ²):							
• номинальное				20 (200)			
• максимальное				35 (350) [для 303.4...–40 (400)]			
Давление на выходе (максимальное), МПа (кгс/см ²)				20 (200)			
Номинальный перепад давления, МПа (кгс/см ²)				20 (200)			
Номинальный расход, дм ³ /с (л/мин)	0,94	1,77 (106)	1,77 (106)	2,11(126)	2,26	2,37 (142)	3,38
	(56,6)				(136)		(203)
Крутящий момент (номинальный), Н·м (кгс·м)	84 (8,6)	166 (17)	166 (17)	240	317 (32)	332 (34)	475 (48)
				(24,4)			
Номинальная мощность (эффективная), кВт	16,7	32	32	37,6	40	42	60
КПД:							
• гидромеханический				0,95			
• полный				0,90			
Масса (без рабочей жидкости), кг	15,5	24	22	38	40	38	55

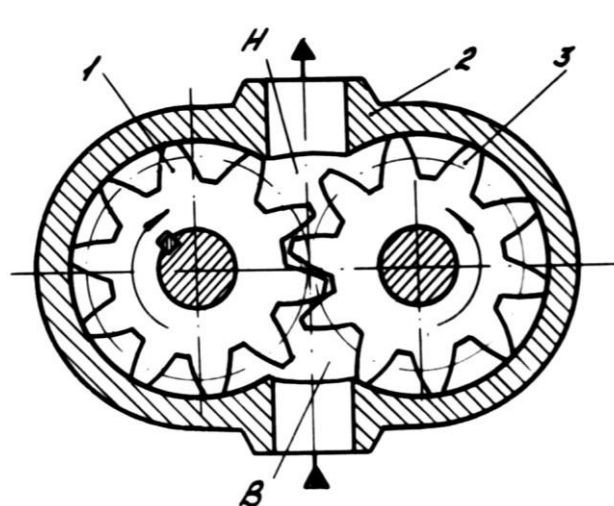


Рис. П.1.1. Схема шестеренного насоса:

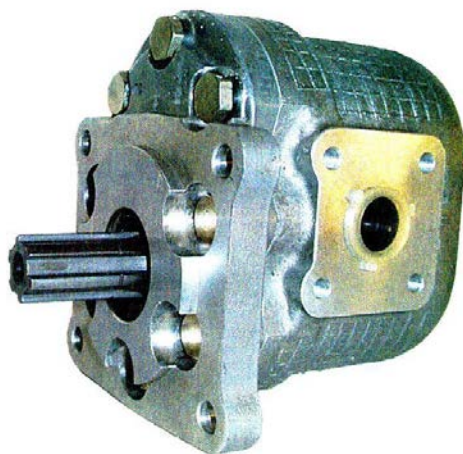


Рис. П.1.2. Общий вид шестеренного насоса НШ 32

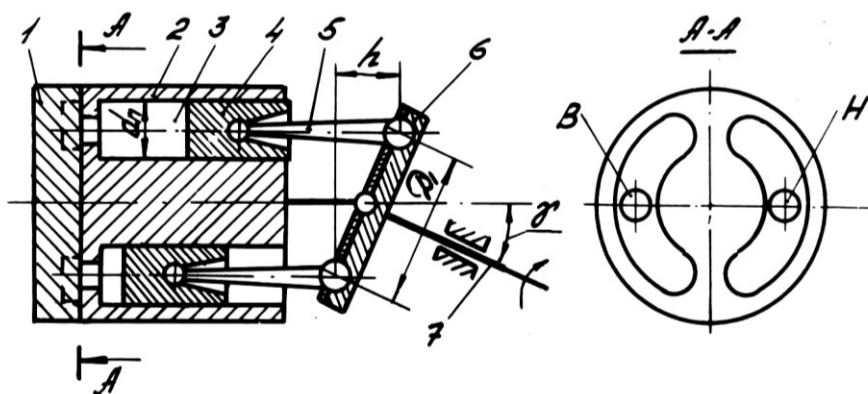


Рис. П.1.3. Схема аксиально-поршневого насоса

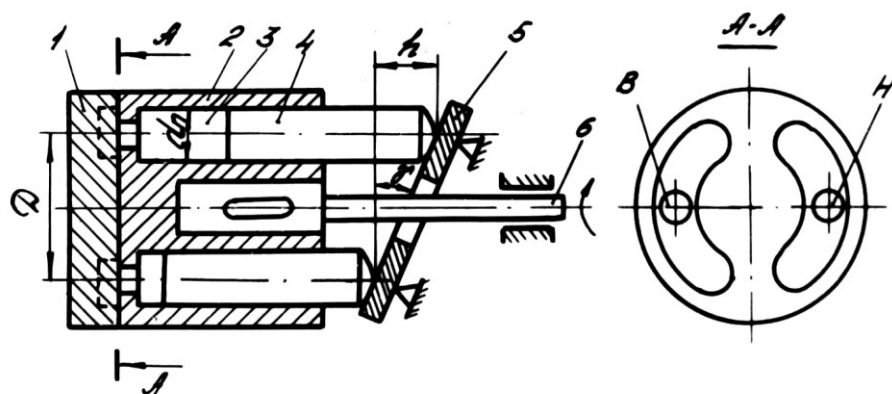


Рис. П.1.4. Схема аксиально-поршневого насоса

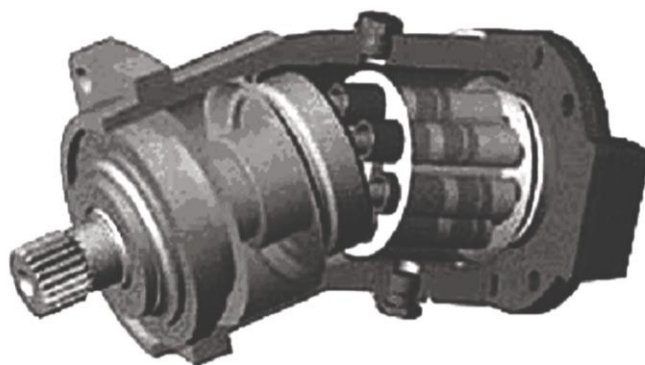


Рис. П.1.5. Общий вид гидромашины типа 210...

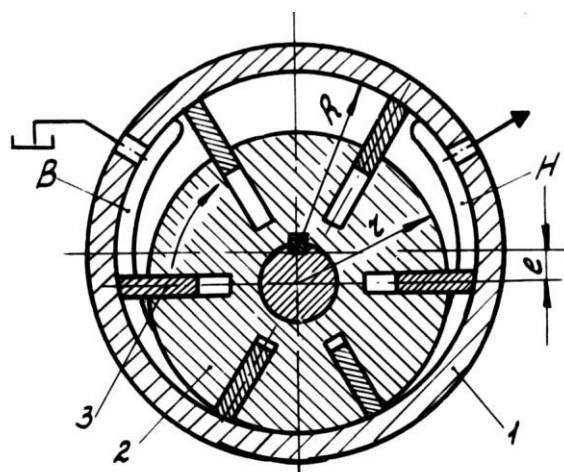


Рис. П.1.6. Схема пластинчатого насоса

Практическая работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОАППАРАТОВ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

1. Задачи работы

1.1. Ознакомиться с основными типами гидроаппаратов, с их устройством и принципом действия.

1.2. Усвоить основные термины и определения гидроаппаратов объемных гидроприводов.

1.3. Определить площадь рабочего проходного сечения гидрораспределителя и величину осевого смещения золотника гидрораспределителя.

2. Краткие теоретические сведения

2.1. **Гидравлическим аппаратом** называется устройство гидропривода, которое управляет потоком рабочей жидкости и выполняет хотя бы одну из следующих функций:

- изменяет направление потока рабочей жидкости;
- открывает или перекрывает поток рабочей жидкости;
- изменяет параметры потока рабочей жидкости (расход, давление);
- поддерживает заданные значения параметров потока рабочей жидкости (расход, давление).

Для любого гидроаппарата характерно наличие **запорно-регулирующего элемента** – подвижной детали (клапана, золотника, крана), при перемещении которой частично или полностью перекрывается рабочее проходное сечение гидроаппарата.

2.2. Гидроаппараты в соответствии с ГОСТ 17752-81 подразделяются по следующим признакам:

- по конструкции запорно-регулирующего элемента – золотниковые, крановые и клапанные;
- по принципу действия – клапаны и гидроаппараты неклапанного действия;

- по способу внешнего воздействия на запорно-регулирующий элемент – регулируемые и нерегулируемые;
- по характеру открытия рабочего проходного сечения – регулирующие и направляющие;
- по назначению – распределители, дроссели, клапаны давления, обратные клапаны, гидрозамки и т.д.

В зависимости от конструкции запорно-регулирующего элемента гидроаппараты бывают следующих типов (рис. 2.1):

- золотниковые – с плоским (*а*) и цилиндрическим (*б*) золотником;
- крановые – с плоским (*в*), цилиндрическим (*г*), коническим (*д*) и сферическим (*е*) краном;
- клапанные – шариковые (*ж*), конические (*з*), поршневые (*и*).

Рабочее проходное сечение в золотниковом гидроаппарате (*б*) создаётся между острыми кромками цилиндрической расточки корпуса 2 и цилиндрического пояска золотника 1. Площадь этого сечения изменяется при осевом смещении золотника относительно корпуса.

В крановом гидроаппарате (*г*) рабочее проходное сечение образуется между острыми кромками каналов корпуса 2 и крана 1, площадь его изменяется при повороте крана.

В клапанном гидроаппарате (*ж*) проходное сечение образуется между кромками корпуса 2 и клапаном 1, а его площадь меняется при осевом смещении клапана.

2.3. Клапаном называется гидроаппарат, в котором степень открытия рабочего проходного сечения изменяется под воздействием потока жидкости, проходящей через гидроаппарат. Клапан является автоматическим гидроаппаратом, не требующим во время работы какого-либо внешнего воздействия на его запорно-регулирующий элемент.

Клапаны в зависимости от воздействия потока жидкости на запорно-регулирующий элемент бывают прямого и непрямого действия. В клапанах прямого действия размеры проходного сечения меняются в результате непосредственного воздействия потока жидкости на запорно-регулирующий элемент.

В гидроаппаратах неклапанного действия (распределителях, дросселях) степень открытия проходного сечения изменяется при помощи внешнего управляющего воздействия на их запорно-

регулирующие элементы, например, перемещением золотника, распределителя или поворотом крана вручную и т.д.

Регулирующие гидроаппараты управляют параметрами потока жидкости (давлением, расходом) и направлением потока, частично открывая рабочее проходное сечение и изменяя, таким образом, мощность потока. В таких гидроаппаратах запорно-регулирующие элементы при работе могут занимать бесчисленное множество промежуточных положений.

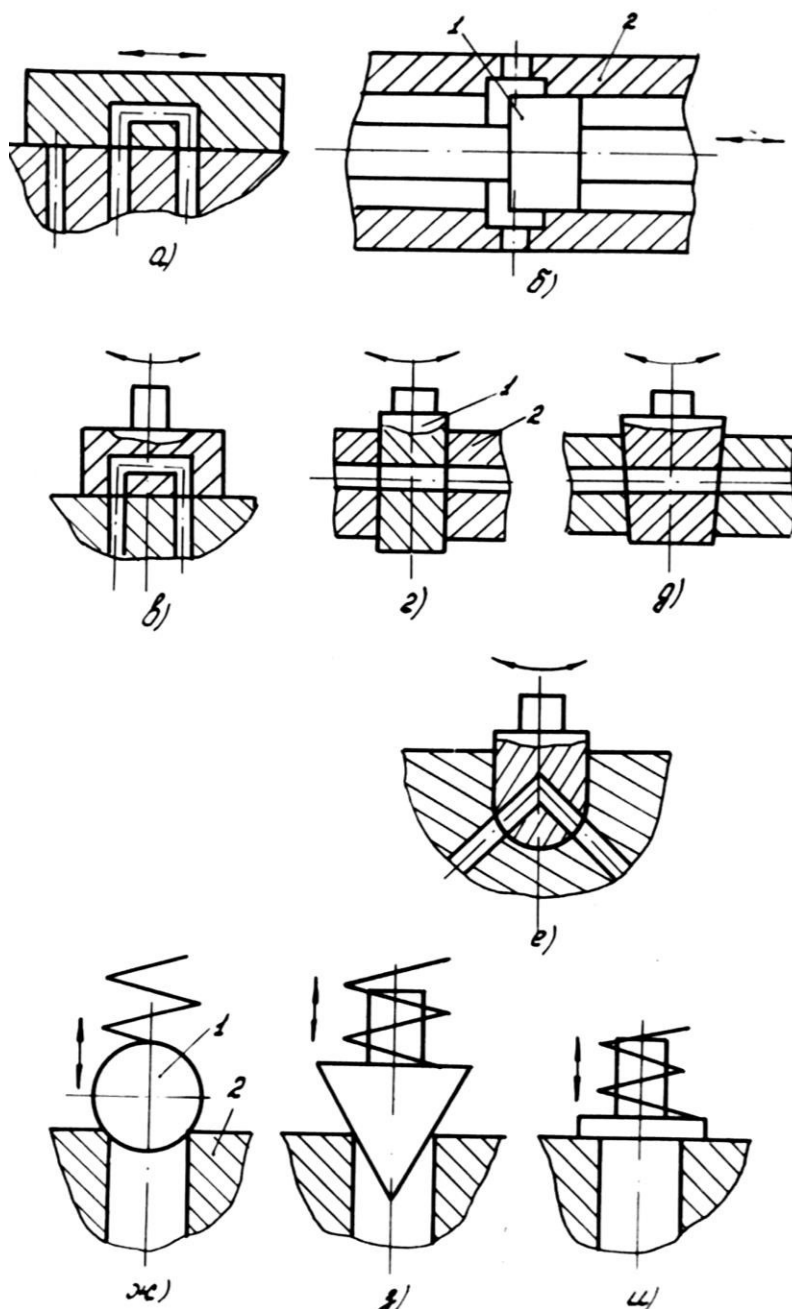


Рис. 2.1. Типы конструкций запорно-регулирующих элементов:

а, б) золотниковые; *в, г, д, е)* крановые; *ж, з, и)* клапанные

2.4. К регулирующим гидроаппаратам относятся различные клапаны давления, дроссели, регуляторы потока, дросселирующие распределители и т.д.

Направляющие гидроаппараты управляют пуском, остановкой и направлением потока жидкости путём полного открытия или полного закрытия рабочего проходного сечения, практически не влияя на мощность потока. К этому типу гидроаппаратов относятся направляющие распределители, обратные клапаны, гидрозамки и т.д.

В регулируемых гидроаппаратах степень открытия рабочего проходного сечения или силовое воздействие на запорно-регулирующий элемент можно изменить в процессе работы воздействием извне с целью получения заданного давления или расхода жидкости, например, путём регулирования силы пружины в клапанах.

Условные графические обозначения гидроаппаратов на схемах устанавливает ГОСТ 2.782–96.

2.5. Основными параметрами гидроаппаратов являются условный проход d_y , номинальное давление $p_{ном}$ и расход $Q_{ном}$ рабочей жидкости, площадь рабочего проходного сечения S . По этим параметрам и выбирается гидроаппаратура.

Под условным проходом d_y понимается округлённый до ближайшего значения из установленного ряда диаметр круга, площадь которого равна площади характерного проходного сечения канала устройства или площади проходного сечения присоединяемого трубопровода.

Рекомендуемые значения условного прохода согласно ГОСТ 16516–80 следующие: 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 мм и др.

Под характеристикой гидроаппарата понимается функциональная зависимость между определёнными параметрами. Так, основной гидравлической характеристикой дросселя является зависимость расхода рабочей жидкости от перепада давления, т.е. $Q_{др} = f(\Delta p_{др})$.

2.6. **Гидравлическим распределителем** (гидрораспределителем) называется гидроаппарат, предназначенный для управления пуском, остановкой и направлением движения потока жидкости в двух или более гидролиниях в зависимости от наличия внешнего управляющего воздействия.

Управление движением потока жидкости осуществляется с целью обеспечения включения, реверса и остановки гидродвигателей. Основными конструктивными элементами гидрораспределителей являются корпус и запорно-регулирующий элемент.

Гидрораспределители подразделяются по следующим признакам:

- по конструкции запорно-регулирующего элемента – золотниковые, крановые, клапанные;
- по числу внешних гидролиний, поток в которых управляется распределителем, – двух-, трёх-, четырёхлинейные и т.д.;
- по числу фиксированных или характерных позиций запорно-регулирующего элемента – двух-, трёхпозиционные и т.п.;
- по виду управления – распределители с ручным, механическим, электрическим, гидравлическим, пневматическим и комбинированным: электрогидравлическим, пневмогидравлическим и другим управлением;
- по способу открытия проходного сечения – направляющие и дросселирующие.

На рис. 2.2. показана конструктивная схема распределителя золотникового типа. В корпус 1 распределителя вставлен цилиндрический золотник 2. Золотник имеет три цилиндрических пояска с острыми кромками, а в корпусе выполнены пять цилиндрических расточек.

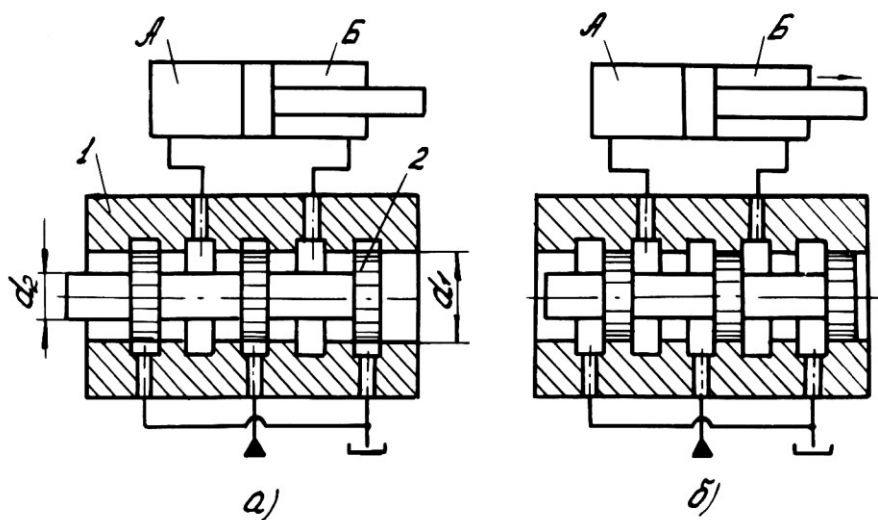


Рис. 2.2. Схема золотникового распределителя:
1 – корпус; 2 – цилиндрический золотник

При положении золотника в исходной позиции (см. рис. 2.2, а) напорная, сливная и исполнительные гидролинии перекрыты.

При перемещении золотника из исходной позиции вправо (см. рис. 2.2, б) напорная гидролиния соединяется с поршневой полостью А гидроцилиндра и поршень перемещается вправо. При этом рабочая жидкость из штоковой полости Б гидроцилиндра вытесняется в сливную гидролинию.

При перемещении золотника из исходной позиции влево рабочая жидкость из напорной гидролинии поступает в штоковую полость Б, а из поршневой полости А вытесняется в сливную гидролинию.

Внешняя расходная характеристика гидрораспределителя определяет зависимость расхода рабочей жидкости Q от перемещения золотника x .

2.7. Размеры золотника определяются в основном расходом и допустимой скоростью течения жидкости в его каналах, которая, в свою очередь, зависит от назначения золотника, рабочего давления в гидросистеме. Проходные каналы золотника выбираются с учётом обеспечения требуемого расхода жидкости при допустимом сопротивлении её потоку. Размеры цилиндрических золотников с кольцевыми проточками в корпусе находят из соотношения

$$S = \pi d_1 x = \frac{Q}{V}, \quad (2.1)$$

где S – площадь рабочего проходного сечения, м^2 ;

d_1 – диаметр золотника, м (см. рис. 2.2);

x – смещение золотника (величина открытия щели), м , $x < t$,
здесь t – ширина цилиндрической расточки корпуса золотника;

Q – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$;

V – скорость рабочей жидкости в каналах распределителя, принимается равной $10...15 \text{ м/с}$.

Диаметр d_2 шейки золотника (см. рис.2.2) должен быть таким, чтобы обеспечивалось требуемое проходное сечение из условия

$$\frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) \geq \pi d_1 t. \quad (2.2)$$

Гидравлическая характеристика золотника определяется его гидравлическим сопротивлением Δp по формуле

$$\Delta p = \xi \frac{\rho}{2} V^2 = \xi \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q}{S} \right)^2, \quad (2.3)$$

где Δp – потери давления, Па, $\Delta p = p_1 - p_2$, здесь p_1 – давление на входе в гидрораспределитель, p_2 – давление на выходе;

ξ – коэффициент местного сопротивления ($\xi = 2...4$ для гидравлических золотников);

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

V – скорость рабочей жидкости в каналах гидрораспределителя, м/с, $V = Q/S$.

С учётом формул (2.1) и (2.3) можно получить выражение для расхода рабочей жидкости через золотниковый распределитель:

$$Q = \mu S \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p} = \mu \pi d_1 x \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}, \quad (2.4)$$

где $\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi}}$ – коэффициент расхода гидрораспределителя, ($\mu = 0,50...0,71$).

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с назначением, классификацией гидроаппаратов, основными параметрами, терминами и определениями.

3.2. Используя литературу, оборудование, схемы изучить устройство и принцип действия следующих гидроаппаратов:

- а) гидрораспределителя;
- б) предохранительного клапана;
- в) обратного клапана;
- г) гидрозамка.

3.3. Произвести расчет параметров гидрораспределителя:

- площади рабочего проходного сечения S ;
- осевого смещения золотника x (величины открытия кольцевой щели).

4. Расчет площади рабочего проходного сечения гидрораспределителя

По формуле (2.1) рассчитать площадь рабочего проходного сечения S гидрораспределителя для вариантов, указанных в табл.2.1. Результаты расчетов занести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Параметры	Гидрораспределитель									
Расход жидкости Q , $\text{дм}^3/\text{мин}$	80	100	125	160	200	250	300	350	400	450
Скорость жидкости V , м/с :										
V_1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V_2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
V_3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
V_4	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
V_5	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
V_6	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Площадь S , м^2 :										
S_1 , м^2										
S_2 , м^2										
S_3 , м^2										
S_4 , м^2										
S_5 , м^2										
S_6 , м^2										

Примечание. Обратить внимание на размерности величин.

По данным табл. 2.1 построить графические зависимости $S = f(V)$ для гидрораспределителя.

5. Расчет величины осевого смещения золотника гидрораспределителя

Из формулы (2.1) определить величину осевого смещения золотника x , зная площадь рабочего проходного сечения S

гидрораспределителя (см. табл.2.1) и диаметр золотника d_1 . Результаты расчетов занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Расход жидкости $Q =$ _____						
Площадь S , m^2 :	S_1 , m^2	S_2 , m^2	S_3 , m^2	S_4 , m^2	S_5 , m^2	S_6 , m^2
Диаметр золотника d_1 , мм :	Значение осевого смещения золотника x , мм:					
12 мм						
16 мм						
20 мм						
25 мм						
32 мм						
40 мм						

Примечание. Обратить внимание на размерности величин.

По данным табл. 2.2 построить графические зависимости $x = f(d_1)$ для гидрораспределителя (для площадей S_1 и S_6).

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет гидроаппаратура?
2. Для чего служит запорно-регулирующий элемент в гидроаппарате?
3. Какими бывают запорно-регулирующие элементы в гидроаппаратах?
4. По каким признакам подразделяются гидроаппараты?
5. Какой гидроаппарат называется клапаном?
6. Что понимается под условным проходом d_y ?
7. Назовите примеры гидроаппаратов.
8. Назовите основные параметры гидроаппаратов.
9. Для чего предназначен гидрораспределитель?
10. Для чего предназначен предохранительный клапан?
11. Для чего предназначен переливной клапан?
12. Для чего предназначен обратный клапан?
13. Для чего предназначен гидрозамок?
14. От каких параметров зависит расход рабочей жидкости в гидрораспределителе?

15. Каким образом влияет коэффициент расхода рабочей жидкости на расход через гидрораспределитель?

16. С какой целью устанавливаются предохранительные и переливные гидроклапаны давления?

17. Как зависит расход рабочей жидкости от перепада давления на гидрораспределителе?

18. В чем разница между направляющими и дросселирующими гидрораспределителями?

ПРИЛОЖЕНИЕ

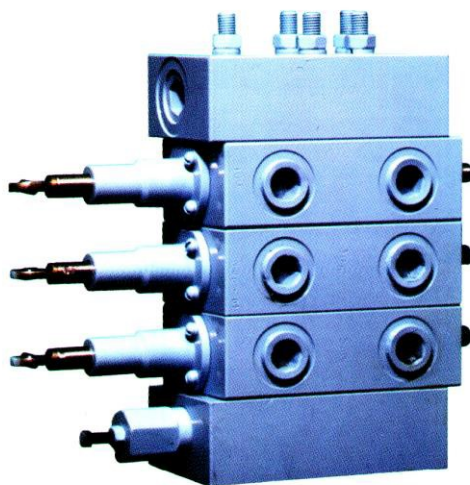


Рис. П.2.1. Общий вид секционного гидрораспределителя ПУМ-500...

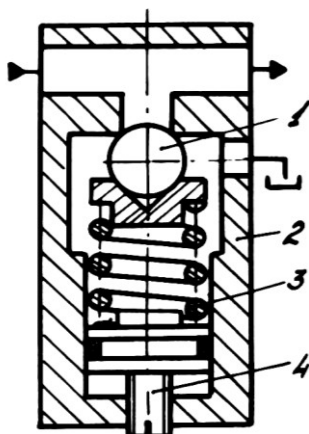


Рис. П.2.2. Схема напорного клапана прямого действия

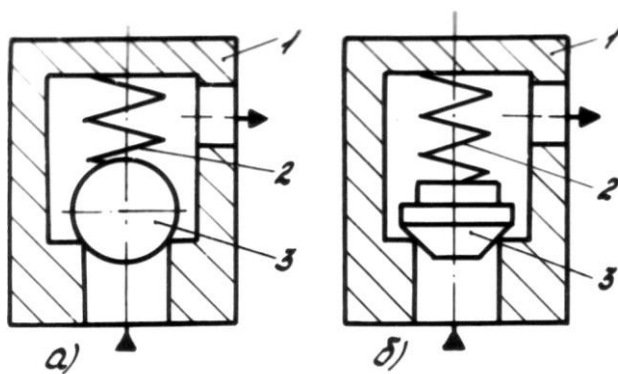


Рис. П.2.3. Схемы обратных гидроклапанов



Рис. П.2.4. Общий вид обратного клапана типа 530.25.00

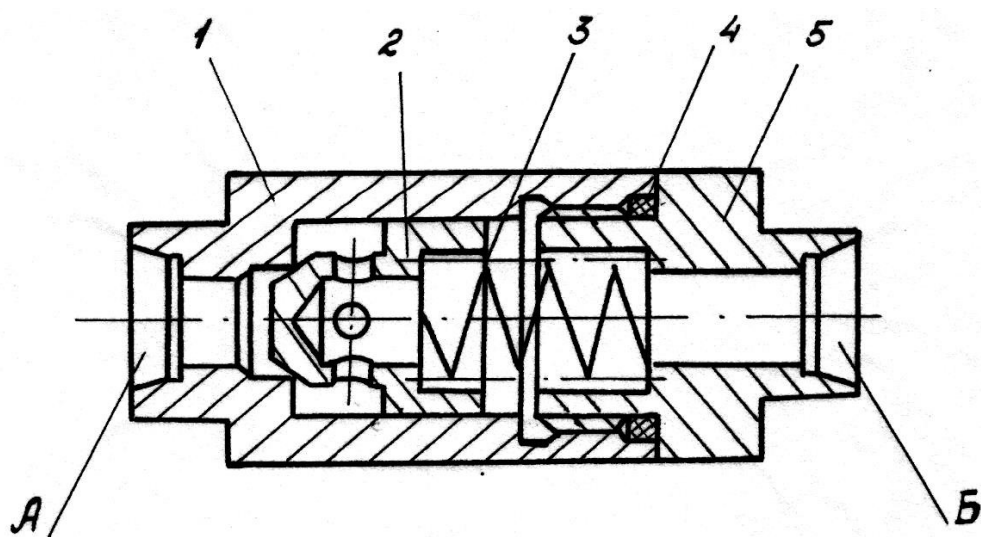


Рис. П.2.5. Обратный клапан:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – кольцо уплотнительное;
5 – штуцер; А – подвод рабочей жидкости; В – отвод рабочей жидкости

Практическая работа № 3

СОСТАВЛЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА

1. Задачи работы

1.1. Ознакомиться с основными условными графическими обозначениями элементов объемного гидропривода.

1.1. Ознакомиться с типовыми гидравлическими схемами объемного гидропривода и их работой.

1.3. Построить гидравлическую схему объемного гидропривода по заданию преподавателя.

2. Краткие теоретические сведения

2.1. Объемным гидроприводом называют совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение исполнительных механизмов машин с помощью рабочей жидкости под давлением.

В состав объемного гидропривода входят следующие устройства: гидродвигатели, насосы с приводящими двигателями, гидроаппараты, кондиционеры рабочей жидкости, гидроемкости и гидролинии.

Каждое из входящих в состав гидропривода устройств выполняет определенные функции.

Насосы преобразуют механическую энергию приводных (тепловых, электрических и др.) двигателей в энергию потока жидкости.

Объемные гидродвигатели (гидроцилиндры, гидромоторы и поворотные гидродвигатели) преобразуют энергию потока рабочей жидкости в механическую энергию выходных звеньев (исполнительных механизмов) привода.

Гидроаппараты (клапаны, дроссели, распределители) предназначены для управления потоком рабочей жидкости.

Кондиционеры рабочей жидкости обеспечивают поддержание ее необходимых качественных показателей и состояния. К ним относятся фильтры, теплообменники (охладители и нагреватели), влагоотделители и пр.

Гидроемкости (гидробаки, гидроаккумуляторы) служат для хранения рабочей жидкости, которая используется в процессе работы гидропривода.

Гидролинии предназначены для движения рабочей жидкости или передачи давления от одного устройства гидропривода к другому или внутри устройства от одной полости (камеры) к другой. Различают гидролинии всасывающие, напорные, сливные, исполнительные, дренажные, управления и каналы. Конструктивно гидролинии представляют собой трубы, рукава, каналы и соединения.

Принцип действия объемного гидропривода основан на практической несжимаемости рабочей жидкости (высоком модуле объемного сжатия рабочей жидкости), использовании закона Паскаля и уравнения Бернулли, учитывающего течение реальной жидкости в гидросистеме. Причем для большинства практических инженерных расчетов в уравнении Бернулли можно пренебрегать геометрическим и скоростным напорами ввиду их малости.

2.2. По характеру движения выходного звена различают следующие гидроприводы: поступательного, вращательного, поворотного движения.

В гидроприводе поступательного движения объемным гидродвигателем является гидроцилиндр, в гидроприводе вращательного движения – гидромотор, в гидроприводе поворотного движения – поворотный гидродвигатель.

Гидропривод большинства машин чаще всего является комбинированным, т.е. одни выходные звенья совершают поступательное движение, а другие – вращательное или поворотное.

2.3. По возможности регулирования объемные гидроприводы подразделяют на регулируемые и нерегулируемые.

Регулируемым называют гидропривод, в котором скорость движения выходного звена (регулируемый параметр) гидродвигателя может изменяться по заданному закону или желанию оператора. Эти гидроприводы дополнительно подразделяют: по конструкции регулирующего устройства – с объемным или дроссельным регулированием.

В гидроприводах с дроссельным регулированием скорость движения выходного звена гидродвигателя изменяется с помощью регулирующих гидроаппаратов (дросселей), а в гидроприводах с

объемным (машинным) регулированием – с помощью регулируемых гидромашин.

2.4. По виду циркуляции рабочей жидкости различают гидроприводы с замкнутой и разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости.

В гидроприводе с замкнутой циркуляцией рабочая жидкость от гидродвигателя поступает непосредственно во всасывающую гидролинию насоса.

В гидроприводе с разомкнутой циркуляцией рабочая жидкость от гидродвигателя поступает в гидробак.

2.5. Для гидроприводов применяют три типа схем: структурные, принципиальные и схемы соединений.

Схемой называют конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

На схемах действительное пространственное расположение составных частей изделия обычно не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов на схеме следует располагать таким образом, чтобы линии связи были наименьшей длины, а также число их изломов и взаимных пересечений было минимальным. На поле схемы допускается помещать спецификации, различные технические данные, например, технические требования, таблицы, диаграммы и т.п.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Функциональные части изделия на схеме изображают в виде прямоугольников, а линии связи – сплошными основными линиями. Наименования каждой функциональной части указываются на схеме.

Принципиальная гидравлическая схема определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. Элементы и устройства на схеме изображают в исходном положении в виде условных стандартных графических обозначений, установленных ГОСТами.

Каждый элемент (или устройство) на гидравлической схеме должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, состоящее из буквенного обозначения (прописные буквы русского

алфавита) и порядкового номера (начиная с единицы, в пределах группы элементов или устройств), например, Р1, Р2, Р3, КП1, КП2 и т.д. (ГОСТ 2.704-76). Порядковые номера элементам присваиваются в соответствии с последовательностью их расположения на схеме сверху вниз и слева направо. Если на схеме имеется только один элемент, то порядковый номер допускается не ставить.

Принципиальная гидравлическая схема служит основой для расчета гидропривода, разработки схем соединений, изучения принципа действия машины.

Схемой соединений (монтажной) называют схему, показывающую соединение составных частей изделия и определяющую трубопроводы, которыми обеспечиваются эти соединения, а также места их присоединения. Элементы и устройства на схеме (после расчета и выбора стандартного гидрооборудования) изображают в виде упрощенных внешних очертаний. Допускается изображать их в виде прямоугольников.

2.6. При составлении принципиальной гидравлической схемы необходимо учитывать многие факторы: назначение гидропривода на машине (для привода рабочего оборудования или выполнения вспомогательных операций, установочных движений); уровень давления в гидросистеме: низкий (10...16 МПа), средний (16...25 МПа), высокий (25...42 МПа); условия функционирования гидропривода; надежность и др.

В гидроприводах тракторов, бульдозеров, скреперов, рыхлителей и т.п. обычно применяются шестеренные насосы с номинальным давлением 10, 16 МПа. В гидроприводах экскаваторов, погрузчиков, автокранов используются аксиально-поршневые насосы с номинальным давлением 10, 20, 25 и 32 МПа.

При составлении гидравлической схемы какой-либо машины необходимо использовать опыт разработки и эксплуатации аналогичных машин. ВНИИстройдормаш, ВНИИземмаш совместно с заводами-изготовителями были разработаны типовые гидравлические схемы строительных и дорожных машин. Применение типовых схем повышает качество проектирования гидроприводов, снижает номенклатуру применяемого оборудования, упрощает производство.

При составлении гидравлической схемы стремятся выполнить ее простой, с минимальным количеством элементов, необходимых для

функционирования гидропривода и обеспечивающих заданную надежность.

В большинстве случаев выбираются гидравлические схемы с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости, когда жидкость от гидродвигателя поступает в гидробак.

Рекомендуется применять разгруженную схему гидропривода, т.е. со сливом рабочей жидкости в гидробак под малым давлением при нейтральном положении запорно-регулирующих элементов (золотников) гидрораспределителей.

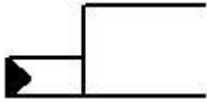
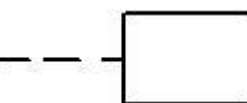

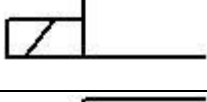



2.7. Пути совершенствования традиционных гидравлических систем связаны с уменьшением гидравлических потерь давления в трубопроводах (за счет сокращения длины трубопроводов между насосами, гидрораспределителями и гидродвигателями, сокращения количества соединений трубопроводов, применения фланцевых соединений и рукавов высокого давления с гнутой арматурой и др.); с повышением надежности и безопасности за счет применения встроенных комбинированных предохранительных и подпиточных клапанов, устройств ограничения скорости нарастания давления, вторичных предохранительных клапанов, прифланцованных к гидродвигателям и др.

2.8. Многозолотниковые гидрораспределители по конструктивному исполнению корпуса разделяют на секционные и моноблочные. При секционном исполнении гидрораспределителя золотники расположены в отдельных рабочих секциях, которые соединяют в единый блок с напорной и сливной секциями с помощью стяжных винтов или шпилек. Предохранительный и обратный клапаны обычно расположены в напорной секции. При моноблочном исполнении все золотники расположены в одном корпусе. В табл. 3.1 приведены обозначения управлений гидрораспределителями.

Таблица 3.1

Управление гидрораспределителями

Обозначение	Наименование
	пружинное

	гидравлическое
	пневматическое
	от электромагнита (с одной обмоткой, одностороннего действия)
	от электромагнита (с двумя противодействующими обмотками в одном узле, двухстороннего действия)
	электрогидравлическое
 	ручное

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с основными условными графическими обозначениями основных элементов объемного гидропривода по ГОСТ 2.780–96, ГОСТ 2.781–96, ГОСТ 2.782–96, ГОСТ 2.784–96.

3.2. Ознакомиться с типовыми гидравлическими схемами объемного гидропривода и их работой.

3.3. Составить гидравлическую схему объемного гидропривода по заданию преподавателя.

4. Составление принципиальной гидравлической схемы объемного гидропривода

Выписать в тетрадь условные графические обозначения элементов объемного гидропривода, из которых будут составлены принципиальные гидравлические схемы для вариантов, указанных в табл.3.2.

Составить принципиальную гидравлическую схему из выбранных элементов.

Таблица 3.2

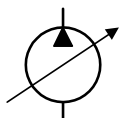
**Варианты для составления принципиальных гидравлических схем
объемных гидроприводов**

1	2	3	4	5	6
1. Составить принципиальную гидравлическую схему					
объемного гидропривода поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем	объемного гидропривода поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем	объемного гидропривода вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем	объемного гидропривода комбинированного действия с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем	объемного гидропривода вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем	объемного гидропривода поворотного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем
2. Составить принципиальную гидравлическую схему					
7	8	9	0		
объемного гидропривода вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и дроссельным регулированием (дроссель установлен на входе в гидродвигатель)	объемного гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости и объемным регулированием (регулируемый насос)	объемного гидропривода поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и дроссельным регулированием (дроссель установлен на выходе из гидродвигателя)	объемного гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости и объемным регулированием (регулируемый гидродвигатель)		

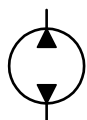
Примечание. Предусмотреть установку предохранительного клапана в напорной гидролинии и фильтра с переливным клапаном в сливной гидролинии.

Контрольные вопросы

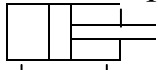
1. Назначение объемного гидропривода.
2. Из каких основных элементов состоит объемный гидропривод?
3. В чем отличие гидропривода с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости от гидропривода с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости?
4. Какими способами можно регулировать скорость движения выходного звена гидропривода?
5. Какие функции выполняет гидроаппаратура?
6. Назовите примеры гидроаппаратов.
7. Для чего предназначен фильтр?
8. Для чего предназначен предохранительный клапан?
9. Для чего предназначен гидрораспределитель?
10. Что такое принципиальная гидравлическая схема?
11. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



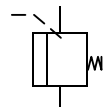
12. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



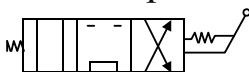
13. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



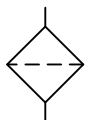
14. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



15. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



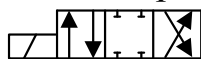
16. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



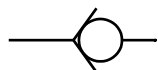
17. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



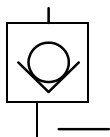
18. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



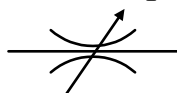
19. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



20. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



21. Изображение какого элемента приведено на схеме?:



22. Как изображается на гидравлических схемах насос?

23. Как изображается на гидравлических схемах гидроцилиндр?

24. Как изображается на гидравлических схемах предохранительный клапан?

25. Как изображается на гидравлических схемах обратный клапан?

26. Как изображается на гидравлических схемах дроссель?

27. Как изображается на гидравлических схемах гидромотор?

28. Как изображается на гидравлических схемах распределитель?

29. Как изображается на гидравлических схемах фильтр?

30. Как изображается на гидравлических схемах расходомер?

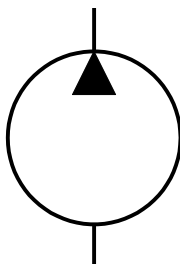
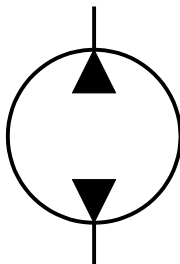
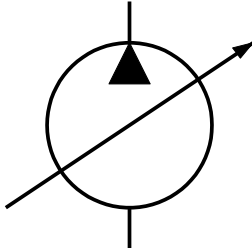
31. Как изображается на гидравлических схемах манометр?

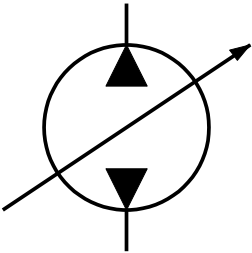
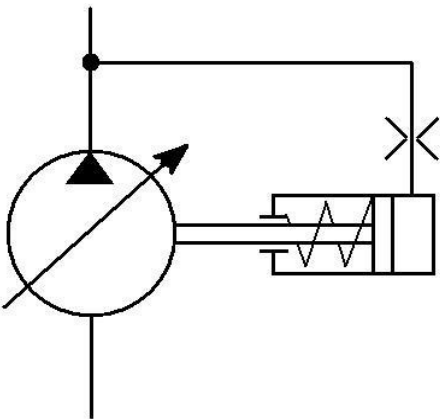
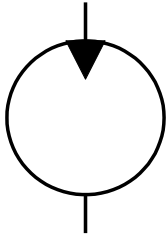
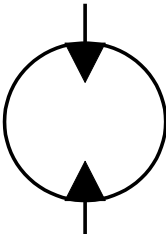
32. Как изображается на гидравлических схемах датчик температуры?

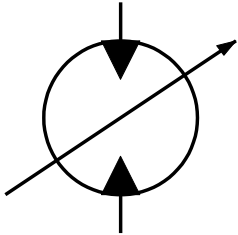
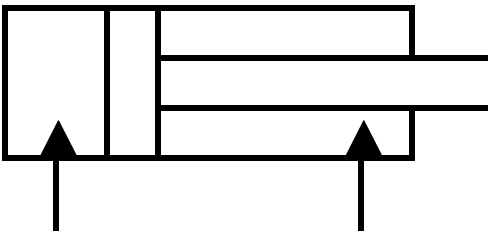
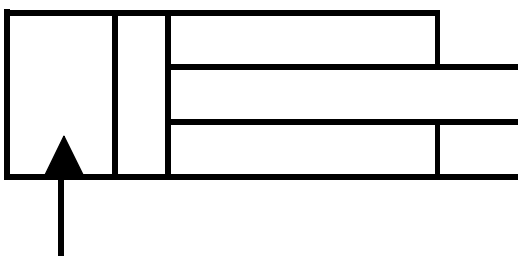
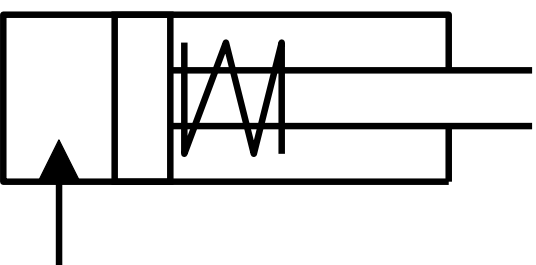
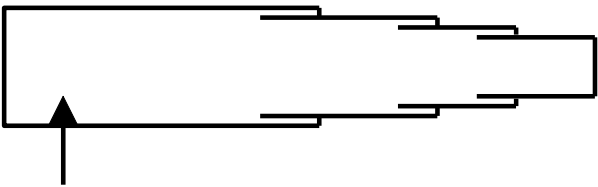
ПРИЛОЖЕНИЕ

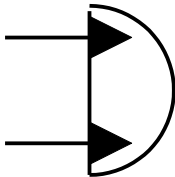
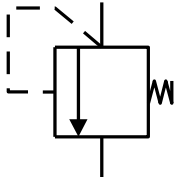
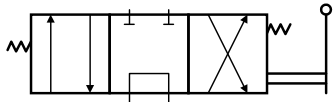
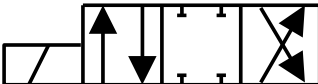

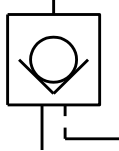
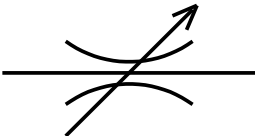
Элементы и устройства гидропривода изображаются на принципиальных гидравлических схемах, определяющих полный состав элементов и связи между ними, в виде условных графических обозначений, установленных ГОСТ 2.780–96, ГОСТ 2.781–96, ГОСТ 2.782–96, ГОСТ 2.784–96. Условные графические обозначения основных элементов гидропривода, применяемые в гидравлических схемах, приведены в табл. П.3.1.

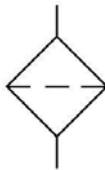




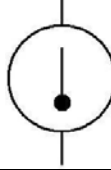
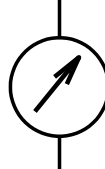
Таблица П. 3.1

Наименование элемента схемы	Условное обозначение
Насос нерегулируемый с нереверсивным потоком	
Насос нерегулируемый с реверсивным потоком	
Насос регулируемый с нереверсивным потоком	

<p>Насос регулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Насос регулируемый с регулятором мощности</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с нереверсивным потоком</p>	
<p>Гидромотор нерегулируемый с реверсивным потоком</p>	

<p>Гидромотор регулируемый с реверсивным потоком</p>	
<p>Гидроцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком</p>	
<p>Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (без указания способа возврата штока)</p>	
<p>Гидроцилиндр одностороннего действия поршневой (с возвратом штока пружиной)</p>	
<p>Гидроцилиндр телескопический с односторонним выдавливанием</p>	

Поворотный гидродвигатель	
Клапан напорный (предохранительный или переливной)	
Гидрораспределитель трехпозиционный с ручным управлением	
Гидрораспределитель трехпозиционный с электромагнитным управлением	
Клапан обратный	
Гидрозамок односторонний	
Дроссель регулируемый	

Фильтр	
Охладитель без указания подвода и отвода	
Гидробак	
Аккумулятор пружинный гидравлический	
Расходомер	
Термодатчик	
Манометр	

**Буквенные позиционные обозначения основных
элементов гидропривода на принципиальных
гидравлических схемах по ГОСТ 2.704–76**

Устройство (общее обозначение).....	А
Гидроаккумулятор	АК
Аппарат теплообменный	АТ
Гидробак	Б
Гидродвигатель поворотный	Д
Делитель потока	ДП
Гидродроссель	ДР
Гидрозамок	ЗМ
Гидроклапан	К
Гидроклапан обратный	КО
Гидроклапан предохранительный	КП
Гидроклапан редукционный	КР
Гидромотор	М
Манометр	МН
Насос	Н
Насос аксиально-поршневой	НА
Насос-мотор	НМ
Насос пластинчатый	НМ
Насос радиально-поршневой	НР
Гидрораспределитель	Р
Гидроаппарат золотниковый	РЗ
Гидроаппарат клапанный	РК
Регулятор потока	РП
Сумматор потока	СП
Термометр	Т
Гидроусилитель	УС
Фильтр	Ф
Гидроцилиндр	Ц

Условные обозначения секций секционных гидрораспределителей

Буквой Н обозначается напорная гидролиния, а буквами С1, С2 и С3 – проточные каналы. Отверстие для подвода рабочей жидкости под давлением обозначается буквой Р, а отверстие для выхода жидкости на слив – буквой Т. Отверстия для внешнего соединения с гидродвигателями обозначаются буквами А и В.

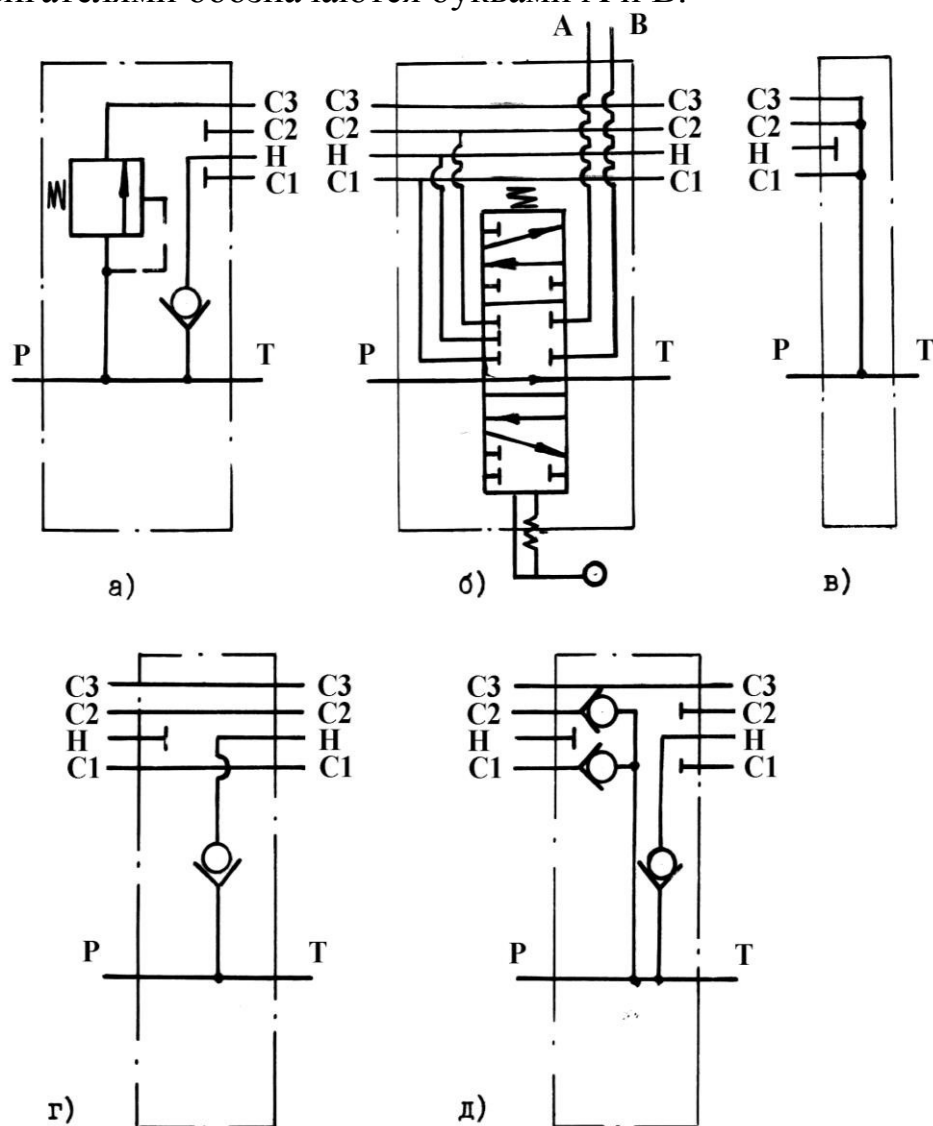


Рис. П.3.1. Условные обозначения секций гидрораспределителя:
а – напорная; *б* – рабочая трехпозиционная; *в* – сливная;
г, д – промежуточные

Напорная секция (см. рис. П.3.1, *а*) включает обратный клапан и предохранительный клапан прямого действия. Такая секция применяется для гидравлических систем, не требующих расположения предохранительного клапана непосредственно около насоса.

Рабочая трехпозиционная секция (см. рис. П.3.1, *б*) применяется для управления гидроцилиндрами двустороннего действия и реверсивными гидромоторами. Рабочая секция имеет фиксацию золотника во всех трех позициях.

Сливная секция (см. рис. П.3.1, *в*) используется для слива рабочей жидкости в гидробак.

Промежуточная секция (см. рис. П.3.1, *г*) включает обратный клапан и применяется для поочередного выполнения двух операций.

Промежуточная секция (см. рис. П.3.1, *д*) имеет три обратных клапана и применяется для совмещения двух технологических операций от одного потока рабочей жидкости при последовательном соединении гидродвигателей.

Приложение П.3.4

Примеры гидравлических схем и установки элементов гидропривода в схемах

Для управления гидродвигателями секции гидрораспределителя могут иметь различные схемы соединения каналов: параллельную, последовательную и индивидуальную.

На рис.П.3.2 изображена принципиальная гидравлическая схема объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и параллельной схемой соединения золотников гидрораспределителей.

При параллельной схеме соединения золотников секций Р1 и Р2 гидрораспределителя (см. рис. П.3.2) поток жидкости от насоса может быть подан одновременно на несколько гидродвигателей (гидроцилиндры Ц1 и Ц2). При этом расход жидкости делится между гидродвигателями обратно пропорционально их внешним нагрузкам.

Рабочая жидкость из гидробака Б (см. рис. П.3.2) по всасывающей гидролинии насосом Н подается в напорную гидролинию и поступает в трехпозиционные секции Р1 и Р2 гидрораспределителя с ручным управлением.

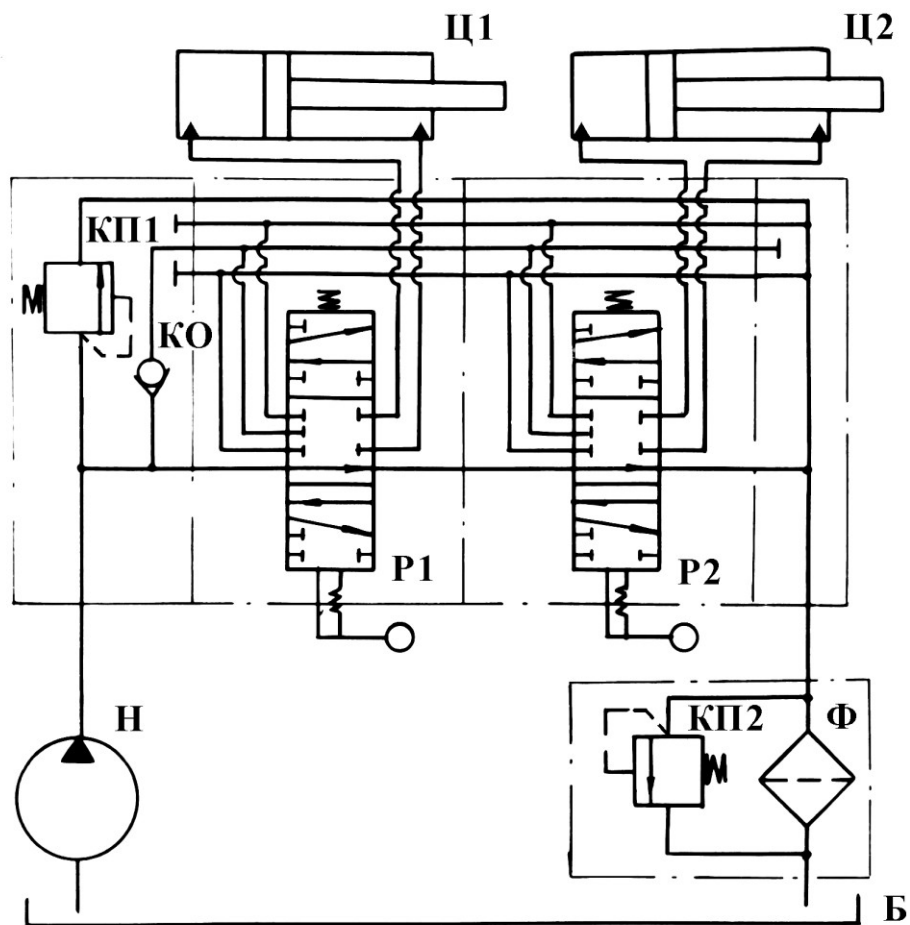


Рис. П.3.2. Принципиальная гидравлическая схема гидропривода
возвратно-поступательного движения с разомкнутой
циркуляцией рабочей жидкости и параллельной схемой
соединения золотников гидрораспределителей

При нейтральном (исходном) положении золотников секций P1 и P2 распределителя (оно показано на схеме) напорная гидролиния соединяется со сливной гидролинией и рабочая жидкость через фильтр Ф возвращается обратно в гидробак Б. Параллельно фильтру Ф установлен переливной клапан КП2, направляющий жидкость мимо фильтра в случае загрязнения фильтрующего элемента.

Исполнительные гидролинии соединяют секции P1, P2 гидрораспределителя с гидроцилиндрами Ц1, Ц2 соответственно. В исходном положении золотников исполнительные гидролинии перекрыты, и штоки гидроцилиндров зафиксированы в определенном положении.

При установке, например, золотника секции P1 гидрораспределителя в верхнее рабочее положение (т.е. его

необходимо сместить вниз от исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса Н через обратный клапан КО будет поступать в поршневую (левую) полость гидроцилиндра Ц1, а из штоковой полости (правой) будет сливаться в гидробак. Шток гидроцилиндра Ц1 перемещается вправо, т.е. работает на выталкивание.

При включении золотника распределителя Р1 в нижнюю рабочую позицию (т.е. его необходимо сместить вверх от исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса Н через обратный клапан КО будет поступать в штоковую полость гидроцилиндра Ц1, и из поршневой полости будет сливаться в гидробак. В этом случае шток цилиндра Ц1 перемещается влево, т.е. работает на втягивание.

Управление перемещением штока гидроцилиндра Ц2 производится секцией Р2 гидрораспределителя аналогично.

Предохранительный клапан КП1 предохраняет гидросистему от давления рабочей жидкости, превышающего установленное, путем слива жидкости в гидробак Б. При установке в качестве гидродвигателей не гидроцилиндров, а гидромоторов будем иметь гидропривод вращательного движения, принцип действия которого аналогичен вышерассмотренному принципу действия гидропривода возвратно-поступательного движения.

Схема гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости приведена на рис.П.3.3.

В гидроприводе с замкнутой циркуляцией рабочая жидкость от гидродвигателя – гидромотора М (см. рис. П.3.3) – поступает непосредственно во всасывающую гидролинию основного насоса Н1.

Частоту вращения вала гидромотора регулируют, изменяя рабочий объем насоса Н1, а направление вращения вала гидромотора изменяют с помощью реверсирования потока рабочей жидкости насосом Н1. Предохранительные клапаны КП1 и КП2 защищают гидросистему от перегрузок как при прямом направлении вращения, так и при реверсировании. При этом выполняет свои функции тот клапан, который соединен с напорной гидролинией.

Компенсацию утечек рабочей жидкости обеспечивает дополнительная гидросистема подпитки. В эту систему входят насос подпитки Н2, переливной клапан КП3, поддерживающий постоянное давление подпитки (обычно 0,3...0,5 МПа), два обратных клапана КО1 и КО2, включенных параллельно гидромотору. Подпитка всегда происходит в сливную гидролинию, поэтому одновременно с

подпиткой осуществляется подпор рабочей жидкости в сливной гидролинии, что существенно улучшает условия работы насоса Н1 на всасывание.

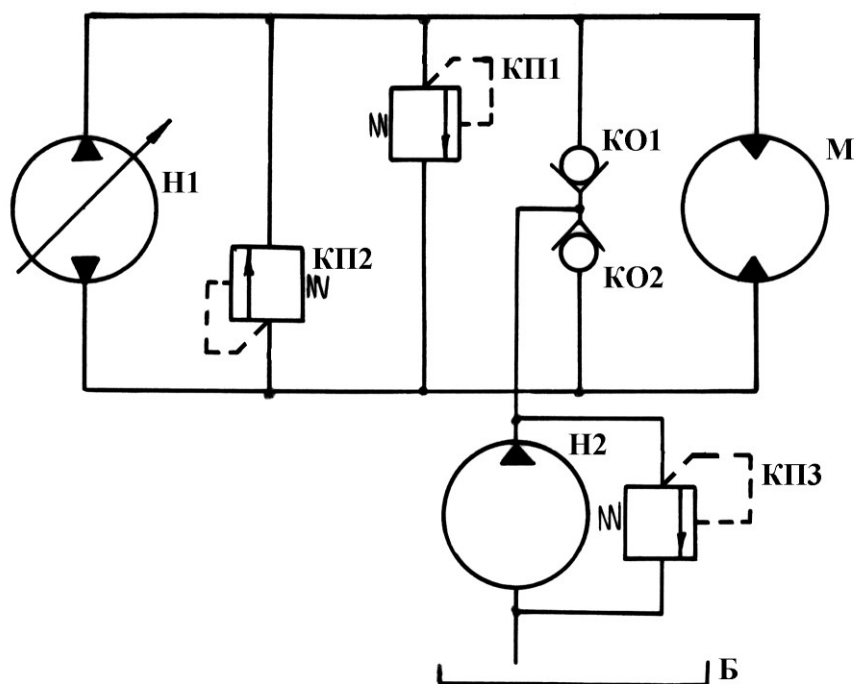


Рис. П.3.3. Схема гидропривода вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости

Типовые схемы применения односторонних гидрозамков приведены на рис. П.3.4. Гидрозамки предназначены для пропускания потока рабочей жидкости в одном направлении и запирания потока в обратном направлении при отсутствии управляющего воздействия. А при наличии управляющего воздействия на запорно-регулирующий элемент рабочая жидкость пропускается гидрозамком в обоих направлениях.

Гидрозамки применяют в экскаваторах, автокранах, бульдозерах, скреперах и других машинах для предотвращения самопроизвольного опускания различного оборудования и механизмов (выносных или откидных опор экскаваторов, бульдозерного оборудования, ковша скрепера, подъема и опускания рабочего органа и др.). Гидрозамки обычно устанавливаются непосредственно у гидродвигателей, чаще всего у гидроцилиндров.

Односторонние гидрозамки перекрывают одну гидролинию, например, гидролинию поршневой полости гидроцилиндра Ц (см. рис. П.3.4, а), или гидролинии штоковых полостей гидроцилиндров Ц1 и Ц2 (см. рис. П.3.4, б).

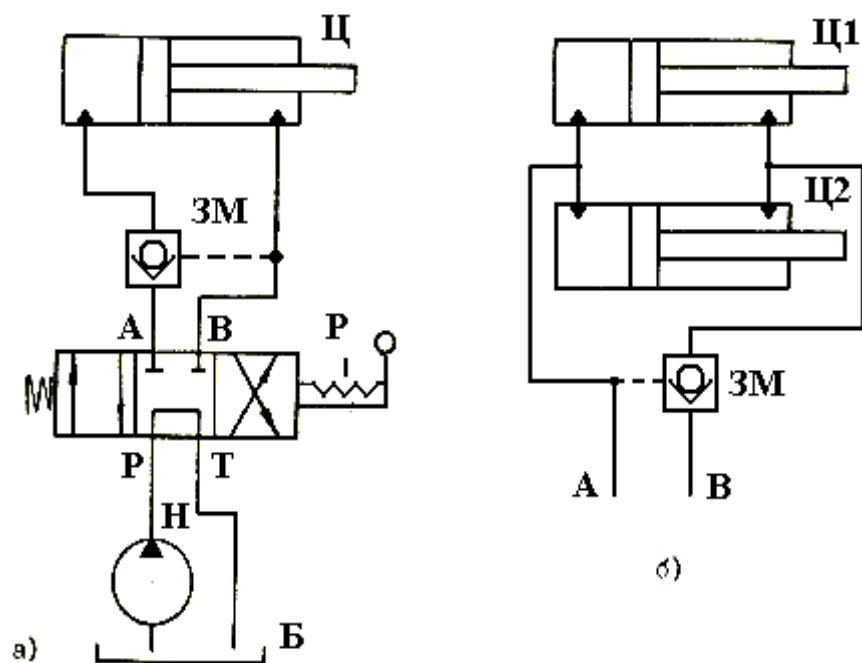


Рис. П.3.4. Типовые схемы применения гидрозамков

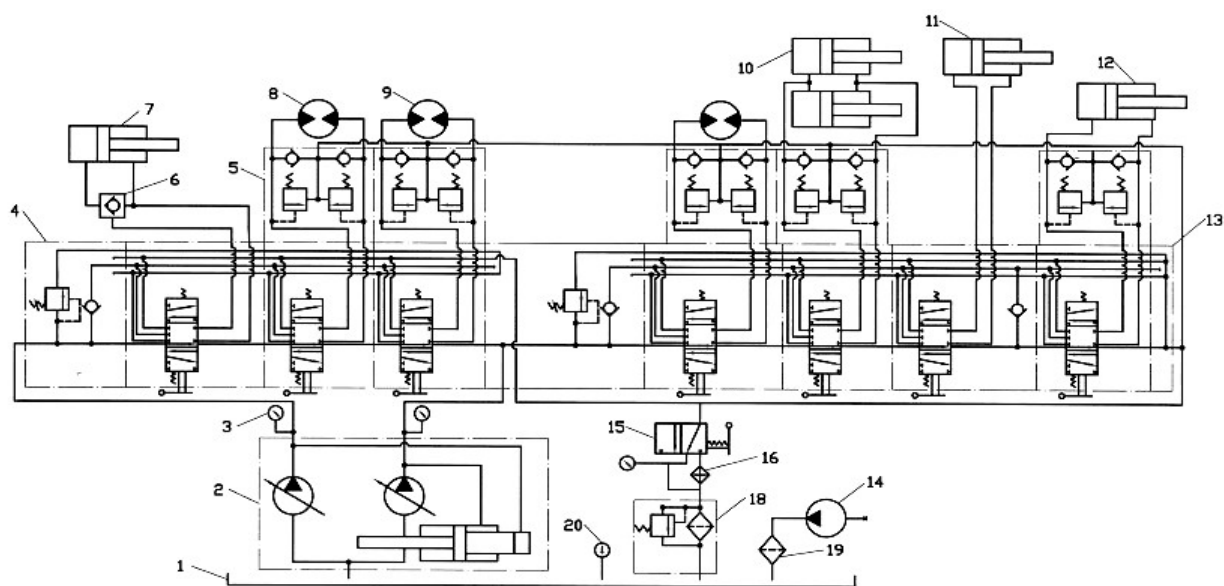


Рис.П.3.5. Принципиальная гидравлическая схема универсального одноковшового экскаватора

Библиографический список

1. *Алексеева Т.В., Галдин Н.С., Шерман Э.Б.* Гидравлические машины и гидропривод мобильных машин. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1994. – 212 с.
2. *Васильченко В.А.* Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 301 с.
3. *Галдин Н.С.* Элементы объемных гидроприводов мобильных машин: Справочные материалы: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 127 с.
4. *Галдин Н.С.* Основы гидравлики и гидропривода: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 145 с.
5. *Галдин Н.С., Кукин А.В.* Атлас гидравлических схем мобильных машин и оборудования: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 91 с.
6. *Галдин Н.С.* Гидравлические и пневматические системы (комплекс методических указаний к курсовой работе по гидроприводу) Электронное учебное пособие (ЭУП). – Омск: ЦДО СибАДИ, 2006. – 159 с.
7. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для вузов / *Т.М.Башта, С.С.Руднев, Б.Б.Некрасов и др.* – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
8. *Каверзин С.В.* Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин: Учеб. пособие. – Красноярск: ПИК «Офсет», 1997. – 384 с.
9. *Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейтак А.А.* Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.
10. Основы машиностроительной гидравлики / *Т.В.Алексеева, Н.С.Галдин, Э.Б.Шерман, В.С.Щербаков.* – Омск: ОмПИ, 1986. – 87 с.
11. Расчет объемного гидропривода мобильных машин: Методические указания для курсового проектирования по дисциплинам «Гидравлика», «Гидравлика и гидропневмопривод» / Сост. *Н.С.Галдин.* – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. –

Оглавление

Практическая работа № 1 ОБЪЕМНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	
Практическая работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОАППАРАТОВ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ.....	
Практическая работа № 3 СОСТАВЛЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА	
Библиографический список	