

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Б1.В.ДВ.09.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и
оборудование**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	9
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.....	14
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	55
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	55
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	56
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	60
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	61

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

- осуществление информационного поиска по расчету и конструированию элементов гидрооборудования в условиях низких температур;
- определение влияния низких температур на разрушение деталей гидрооборудования;
- участие в составе коллектива исполнителей при производстве и испытании гидроагрегатов СДМ.

Задачи дисциплины

- дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии гидрооборудования, используемого при специальных условиях эксплуатации;
- дать общие сведения о расчете и конструировании элементов гидропривода в условиях низких температур.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	знать: основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; уметь: разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; владеть: навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.09.02 Расчет и конструирование элементов гидрооборудования для специальных условий эксплуатации относится к элективной части.

Дисциплина Расчет и конструирование элементов гидрооборудования для специальных условий эксплуатации, базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Введение в специальность, Теоретическая механика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Расчет и конструирование элементов гидрооборудования для специальных условий эксплуатации представляет основу для изучения дисциплин: Эксплуатация ПТ СДМиО, Машины для земляных работ, Технология производства и ремонт ПТ СДМ.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	4	72	36	18	18	-	36	-	зачет
Заочная	3	-	72	8	4	4	-	60	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	1	-	72	6	4	4	-	60	-	зачет
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудоёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	36	8	36
Лекции (Лк)	18	4	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	4	18
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	36	-	36
Подготовка к лабораторным работам	30	-	30
Подготовка к зачету	6	-	6
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоёмкость дисциплины час.	72	-	72
..... зач. ед.	2	-	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе.	11	2	4	5
2.	Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.	12	3	4	5
3.	Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.	7	2	-	5
4.	Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.	13	2	6	5
5.	Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей.	7	2	-	5
6.	Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.	13	3	4	6
7.	Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.	9	4	-	5
	ИТОГО	72	18	18	36

- для заочной формы обучения:

№ раз-дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе.	9,5	0,5	1	8
2.	Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.	9,5	0,5	1	8
3.	Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.	8,5	0,5	-	8
4.	Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.	11,5	0,5	1	10
5.	Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей.	8,5	0,5	-	8
6.	Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.	11,5	0,5	1	10
7.	Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.	9	1	-	8
ИТОГО		68	4	4	60

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе	9	0,5	1	8
2.	Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.	10	0,5	1	8
3.	Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.	10	1	-	8
4.	Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.	10	0,5	1	10
5.	Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей	9,5	0,5	-	8
6.	Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.	10	0,5	1	10
7.	Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.	9,5	0,5	-	8
	ИТОГО	68	4	4	60

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе	Характеристики рабочих жидкостей Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей Гидравлические линии Соединения. Расчет гидролиний.	Лекция-диспут (1 час.)
2.	Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.	Проблемы обеспечения эффективной работы гидропривода Цели обеспечения эффективной работы гидропривода Функционирование гидропривода в условиях низких температур. Поиск оптимальных решений.	-
3.	Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.	Виды внешних воздействий на работу гидропривода. Влияние температуры на трение в гидрооборудовании. Влияние температуры на потери давления в гидрооборудовании и трубопроводах. Влияние температуры и состояния жидкости на износ гидрооборудования.	-
4.	Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.	Влияние низких температур на разрушение деталей гидрооборудования Влияние климатических условий на эксплуатационную производительность гидрофицированных машин	-
5.	Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей	Тепловое состояние гидравлического привода и анализ средств его регулирования Анализ технических средств предпускового разогрева рабочей жидкости Анализ технических средств регулирования температуры рабочей жидкости	Разбор конкретных ситуаций (1 час.)
6.	Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.	Многообразие конструктивных решений Нетрадиционные конструктивные решения.	-

7.	Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.	Основные положения проектирования гидропривода СД и ПТМ. Разработка принципиальной схемы. Выбор и расчет основных параметров и исходных данных. Расчет мощности и подачи насосов. Выбор насосов. Выбор и расчет гидроцилиндров. Выбор гидромоторов. Выбор направляющей и регулирующей гидроаппаратуры. Выбор фильтров. Выбор трубопроводов. Расчет потерь давления в гидросистеме. Проверочный расчет гидропривода. Определений мощности и КПД гидропривода. Тепловой расчет гидропривода.	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
----	---	--	-------------------------------------

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Определение вязкости рабочих жидкостей при различных температурах	2	-
2	1.	Сопротивление течению жидкости. гидравлические характеристики при изменении температуры рабочей жидкости.	2	-
3	2.	Поиск оптимальных решений при оценки функционирования объемного насоса и напорного (переливного) клапана.	4	-
4	4.	Влияние изменения температуры рабочей жидкости на управление усилием на исполнительном механизме.	2	-
5	4.	Влияние изменения температуры рабочей жидкости на управление скоростью исполнительного механизма гидропривода.	2	-
6	4.	Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра /давление.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
7	6.	Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра/ объёмный расход.	2	исследовательская деятельность (2 час.)
8	6.	Работоспособность гидромотора при изменении температуры рабочей жидкости	2	-
ИТОГО			18	4

4.4. Практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>				
			<i>4</i>				
1		2	3	4	5	6	7
1. Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе		11	+	1	11	ЛК, ЛР, СР	зачет
2. Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.		12	+	1	12	ЛК, ЛР, СР	зачет
3. Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.		7	+	1	7	ЛК, СР	зачет
4. Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.		13	+	1	13	ЛК, ЛР, СР	зачет
5. Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей		7	+	1	7	ЛК, СР	зачет
6. Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.		13	+	1	13	ЛК, ЛР, СР	зачет
7. Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.		11	+	1	11	ЛК, СР	зачет
<i>всего часов</i>		72	72	1	72		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Кононов А.А., Федоров В.С., Кобзов Д.Ю., Лобанов Д.В. Гидравлические и пневматические машины : учебное пособие. – Братск: ФГБОУВО «БрГУ». – 2015. – 196 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/техника/кононов%20а.а.%20гидравлические%20и%20пневматические%20машины.уч.пособие.2015.pdf>

2. Кононов А.А., Федоров В.С., Кобзов Д.Ю., Лобанов Д.В. Основы гидравлики: учебное пособие. – Братск: ФГБОУВО «БрГУ». – 2015. – 92 с.

<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Техника/Кононов%20А.А.%20Гидравлические%20и%20пневматические%20машины.Уч.пособие.2015.pdf>

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Удовин, В.Г. Гидравлика: учебное пособие / В.Г. Удовин, И.А. Оденба; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург.: ОГУ, 2014 – 132 с.: схем, ил. – Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330600	Лк, ЛР, СР	ЭР	1
2.	Штеренлихт, Д. В. Гидравлика [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург.: Лань, 2015. – 656 с. – Режим доступа : http://e.lanbook.com/book/64346	Лк, ЛР, СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
3.	Гидравлика, гидромашин и гидроприводы.: учебник / Т.М. Башта, С.С. Руднев [и др.]. – 2-е изд., перераб. – Москва: Машиностроение, 1982. – 423 с.	Лк, СР	528	1
4.	Козырь, И.Е. Практикум по гидравлике [Электронный ресурс]: учеб. метод. пособие/И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, Н.В. Ханов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург.: Лань, 2016. – 176 с. – Режим доступа http://e.lanbook.com/book/72985	ЛР, СР	ЭР	1
5.	Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Е.А. Крестин, И.Е. Крестин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург.: Лань, 2018. – 320 с. – Режим доступа http://e.lanbook.com/book/98240	ЛР, СР	ЭР	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к лабораторным работам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам оформляется на листах формата А4.

Отчеты должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

Лабораторная работа № 1

Определение вязкости рабочих жидкостей при различных температурах

Цель работы: Освоение техники измерения плотности, теплового расширения, вязкости и поверхностного натяжения жидкостей.

Задание: измерить плотность, тепловое расширение, вязкость и поверхностное натяжение жидкостей, подготовить протоколы отчетов.

Порядок выполнения:

Общие сведения

Жидкостью называют малосжимаемое тело, изменяющее свою форму под действием весьма малых сил. Основные характеристики жидкости – плотность, сжимаемость, тепловое расширение, вязкость и поверхностное натяжение

Плотностью – отношение массы m жидкости к ее объему W : $\rho = m/W$.

Сжимаемость – свойство жидкости уменьшать объем под действием давления. Она оценивается *коэффициентом сжимаемости* β_p , показывающим относительное уменьшение объема жидкости W при повышении давления p на единицу: $\beta_p = (\Delta W/W)/\Delta p$.

Тепловое расширение – свойство жидкости изменять объем при нагревании – характеризуется *коэффициентом теплового расширения* β_T , равным относительному приращению объема W с изменением температуры T на один градус при постоянном давлении: $\beta_T = (\Delta W/W)/\Delta T$. Как правило, при нагревании объем жидкости увеличивается.

Вязкость – свойство жидкости сопротивляться относительному скольжению ее слоев. Ее оценивают *динамическим коэффициентом вязкости* μ , который измеряется в паскаль – секундах (Па·с) и равен касательному напряжению между соседними слоями, если их относительная скорость перемещения численно совпадает с толщиной слоя. *Кинематический коэффициент вязкости* ν определяют из формулы $\nu = \mu/\rho$ и измеряют квадратными метрами на секунду ($\text{м}^2/\text{с}$) или стоксами ($1\text{Ст} = 1\text{см}^2/\text{с}$). Эти коэффициенты определяются видом жидкости, не зависят от скорости течения, существенно уменьшаются с возрастанием температуры.

Поверхностное натяжение – свойство жидкости образовывать поверхностный слой взаимно притягивающихся молекул – характеризуется *коэффициентом поверхностного натяжения* σ , равным силе на единице длины контура свободной поверхности. Значения ρ , β_p , β_T , ν и σ при 20°C указаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Жидкость	ρ , кг/м ³	$\beta_p \cdot 10^3$, МПа ⁻¹	$\beta_T \cdot 10^3$, °C ⁻¹	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	$\sigma \cdot 10^3$, Н/м
Вода пресная	998	0,49	0,15	1,01	73
Спирт этиловый	790	0,78	1,10	1,52	23
Масло:					
моторное М-10	900	0,60	0,64	800	25
индустриальное 20	900	0,72	0,73	110	25
трансформаторное	890	0,70	0,70	30	25
АМГ – 10	850	0,83	0,83	20	25

Описание устройства № 1

Устройство для изучения физических свойств жидкости содержит 5 приборов, выполненных в общем прозрачном корпусе (рис. 1.1), на котором указаны параметры для обработки опытных данных. Приборы 3 – 5 начинают действовать при перевертывании устройства № 1. Термометр 1 показывает температуру окружающей среды и, следовательно, температуру жидкостей во всех устройствах.

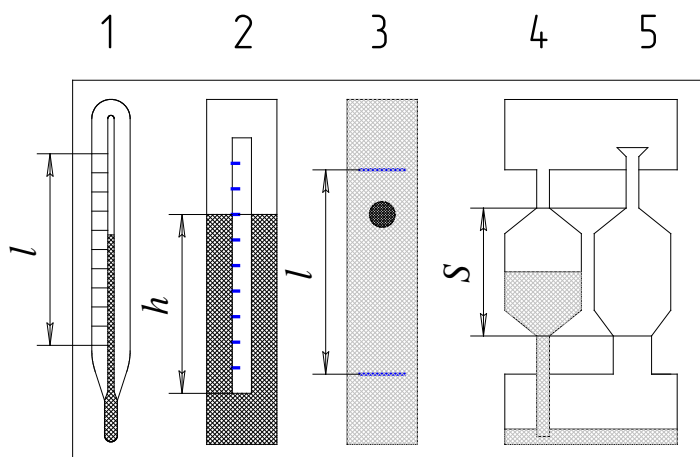


Рис. 1.1. - Схема устройства № 1:

1 – термометр; 2 – ареометр; 3 – вискозиметр Стокса; 4 – капиллярный вискозиметр; 5 – сталагмометр.

Определение коэффициента теплового расширения жидкости

Термометр 1 имеет стеклянный баллон с капилляром, заполненный термометрической жидкостью, и шкалу. Принцип его действия основан на тепловом расширении жидкостей. Варьирование температуры окружающей среды приводит к соответствующему изменению объема термометрической жидкости и ее уровня в капилляре. Уровень указывает на шкале значение температуры.

Коэффициент теплового расширения термометрической жидкости определяется в следующем порядке на основе мысленного эксперимента, т.е. предполагается, что температура окружающей среды повысилась от нижнего (нулевого) до верхнего предельных значений термометра и уровень жидкости в капилляре возрос на величину l .

1. Подсчитать общее число градусных делений ΔT в шкале термометра и измерить расстояние l между крайними штрихами шкалы.

2. Вычислить приращение объема термометрической жидкости $\Delta W = \pi r^2 l$, где r – радиус капилляра термометра.

3. С учетом начального (при 0°C) объема термометрической жидкости W найти значение коэффициента теплового расширения $\beta_T = (\Delta W/W)/\Delta T$ и сравнить его со справочным значением β^*_T (табл. 1.1). Значения используемых величин занести в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Вид жидкости	r , см	W , см ³	ΔT , °C	l , см	ΔW , см ³	β_T , °C ⁻¹	β^*_T , °C ⁻¹
Спирт							

Измерение плотности жидкости ареометром

Ареометр 2 служит для определения плотности жидкости поплавковым методом. Он представляет собой пустотелый цилиндр с миллиметровой шкалой и грузом в нижней части. Благодаря грузу ареометр плавает в исследуемой жидкости в вертикальном положении. Глубина погружения ареометра является мерой плотности жидкости и считывается со шкалы по верхнему краю мениска жидкости вокруг ареометра. В обычных ареометрах шкала отградуирована сразу по плотности.

В ходе работы выполнить следующие операции.

1. Измерить глубину погружения h ареометром по миллиметровой шкале на нем.

2. Вычислить плотность жидкости по формуле $\rho = 4m/(\pi d^2 h)$, где m и d – масса и диаметр ареометра. Эта формула получена путем приравнивания силы тяжести ареометра $G = mg$ и выталкивающей (архимедовой) силы $P_A = \rho g W$, где объем погруженной части ареометра $W = (\pi d^2/4)h$.

3. Сравнить опытное значение плотности ρ со справочным значением ρ^* (см. табл. 1.1). Значения используемых величин свести в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Вид жидкости	m , г	d , см	h , см	ρ , г/см ³	ρ^* , г/см ³
Вода					

Определение вязкости вискозиметром Стокса

Вискозиметр Стокса 3 достаточно прост, содержит цилиндрическую емкость, заполненную исследуемой жидкостью, и шарик. Прибор позволяет определить вязкость жидкости по времени падения шарика в ней следующим образом.

1. Повернуть устройство № 1 в вертикальной плоскости на 180° и зафиксировать секундомером время t прохождения шариком расстояние l между двумя метками в приборе 3. Шарик должен падать по оси емкости без сопротивления со стенками. Опыт выполнить три раза, а затем определить среднеарифметическое значение времени t .

2. Вычислить опытное значение кинематического коэффициента вязкости жидкости

$$v = g d^2 t (\rho_w / \rho - 1) / [18l + 43.2l(d/D)],$$

где g – ускорение свободного падения;

d, D – диаметры шарика и цилиндрической емкости;

$\rho, \rho_{ш}$ – плотности жидкости и материала шарика.

3. Сравнить опытное значение коэффициента вязкости ν с табличным значением ν^* (см. табл.1.1). Значение используемых величин свести в таблицу 1.4.

Таблица 1.4

Вид жидкости	ρ , кг/м ³	t , с	l , м	d , м	D , м	$\rho_{ш}$, кг/м ³	ν , м ² /с	ν^* , м ² /с
М-10					0,02			

Примечание. В устройстве № 1 вместо вискозиметра Стокса может быть встроен вискозиметр – плотномер конструкции ТГАСУ, в котором шарик падает с малым зазором в открытой с обоих концов трубке. В этом случае следует: зафиксировать время падения шарика t и перепад уровней жидкости h в цилиндрической емкости и трубке; вычислить значения плотности жидкости $\rho = \rho_{ш} / (1 + Ah)$ и кинематический коэффициент вязкости $\nu = Bht$, где A и B – постоянные прибора.

Измерение вязкости капиллярным вискозиметром

Капиллярный вискозиметр 4 включает емкость с капилляром. Вязкость определяется по времени истечения жидкости из емкости через капилляр.

1. Перевернуть устройство № 1 (см. рис. 1.1) в вертикальной плоскости и определить секундомером время t истечения через капилляр объема жидкости между метками (высотой S) из емкости вискозиметра 4 и температуру T по термометру 1.

2. Вычислить значение кинематического коэффициента вязкости $\nu = Mt$ (M – постоянная прибора) и сравнить его с табличным значением ν^* (см. табл. 1.1). Данные свести в таблицу 1.5.

Таблица 1.5

Вид жидкости	M , м ² /с ²	t , с	ν , м ² /с	T , °С	ν^* , м ² /с
М-10					

Примечание. В табл. 1.1 приведены значения коэффициента вязкости жидкостей при температуре 20 °С. Поэтому опытные значения, полученные при другой температуре могут существенно отличаться от табличных значений.

Измерение поверхностного натяжения сталагмометром

Сталагмометр 5 служит для определения поверхностного натяжения жидкости методом отрыва капель и содержит емкость с капилляром, расширенным на конце для накопления жидкости в виде капли. Сила поверхностного натяжения в момент отрыва капли равна ее весу (силе тяжести) и поэтому определяется по плотности жидкости и числу капель, полученному при опорожнении емкости с заданным объемом.

1. Перевернуть устройство № 1 и подсчитать число капель, полученных в сталагмометре 5 из объема высотой S между двумя метками. Опыт повторить три раза и вычислить среднее арифметическое значение числа капель n .

2. Найти опытное значение коэффициента поверхностного натяжения $\sigma = K\rho/n$ (K – постоянная сталагмометра) и сравнить его с табличным значением σ^* (см. табл. 1.1). Данные свести в таблицу 1.6.

Таблица 1.6

Вид жидкости	K , м ³ /с ²	ρ , кг/м ³	n	σ , Н/м	σ^* , Н/м
М-10					

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое жидкость и на какие классы она подразделяется?
2. Понятие: удельный вес, плотность, вязкость жидкости и их единицы измерения.
3. Приборы для определения удельного веса (плотности) и вязкости жидкости.

Лабораторная работа № 2

Сопротивление течению жидкости. гидравлические характеристики при изменении температуры рабочей жидкости.

Цель работы: Научиться определять режим течения жидкости в трубопроводе и практически снимать гидравлические характеристики - потери давления по длине трубы и на местных сопротивлениях (гидроаппаратах) в зависимости от расхода жидкости.

Задание: изучить режим течения жидкости в трубопроводе и практически снимать гидравлические характеристики - потери давления по длине трубы и на местных сопротивлениях (гидроаппаратах) в зависимости от расхода жидкости.

Порядок выполнения:

Предложено механизировать подачу заготовок к сверлильному станку посредством гидравлического цилиндра одностороннего действия. Расстояние от действующей насосной станции до места установки гидроцилиндра - 2,3 метра. Трубопровод, ведущий к нему, имеет диаметр $d_g = 3 \text{ мм}$.

Для регулирования скорости движения штока планируется установить в трубопроводе дроссель.

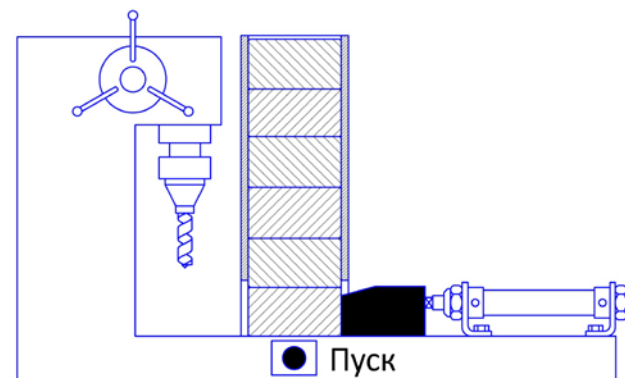


Рис.2.1.- Сверлильный станок с механизированной подачей заготовок на рабочую позицию.

Задание.

Опытным путем определить:

потери давления в трубопроводе в зависимости от величины расхода, диаметра и длины трубы;

снять гидравлическую характеристику дросселя для оценки суммарного сопротивления магистрали в случае его установки в трубопровод;

С этой целью:

предложить гидравлическую принципиальную схему для проливки (отдельно и вместе) трубопровода и дросселя, провести измерения согласно табл. 1

построить гидравлические характеристики (график зависимости $\Delta p - Q$) трубопровода и дросселя.

Сделать выводы относительно режима течения жидкости в трубе и суммарных потерь давления на дросселе и в трубопроводе.

Таблица 2.1.

P_2 , бар	5	10	15	20	25	30	35	40
V , л (за 20 с)								
Q , л/мин								
P_3 , бар								
$\Delta p = P_2 - P_3$, бар								

Решение №1

Схема проливки трубопроводов и дросселя набирается аппликационными моделями на аудиторной доске.

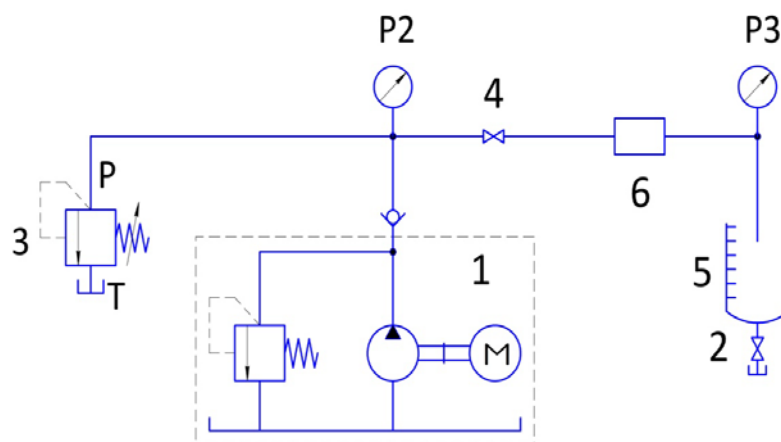


Рис.2.2. - Гидравлическая принципиальная схема проливки трубопроводов и гидроаппаратов

Подлежащие проливке трубопровод и дроссель обозначены на схеме соответственно поз.6 и поз.4 и устанавливаются в гидросхему сначала поочередно, а затем последовательно. В каждом случае учащимся рекомендуется зарисовать схему в тетрадь, как и таблицу ее проливки.

Трубопровод.

Сначала на стенде-тренажере собирается схема для проливки трубопровода диаметром 3 мм (поз. 6).

После сборки и проверки гидравлической системы следует уменьшить до минимума поджатие регулировочной пружины переливного клапана 3 (т.е. клапан 3 полностью открыть). Открывают также сливной кран 2 мерной емкости 5.

Затем включают гидростанцию и поворачивают регулировочный винт переливного клапана (т.е. перекрывая его) до тех пор, пока показание манометра P_2 не станет равным первому значению в таблице 1 (5 бар).

Далее одновременно закрывают кран 2 и включают секундомер. При этом фиксируются величины давлений по манометрам P_2 и P_3 .

Через 20 с гидростанцию выключают. Замеряется количество жидкости V (л), собравшейся в мерной емкости 5 за 20 с. После этого открывают сливной кран 2 мерной емкости 5 для слива жидкости из мерной емкости.

Все измеренные параметры записывают. Опыт повторяют 3 раза.

Расход (в л/мин) определяется умножением замеренного объема на 3, т.к.

$$Q = \frac{V(\text{л})60(\text{с})}{t(\text{с})} = \frac{60V}{20} = 3V(\text{л}).$$

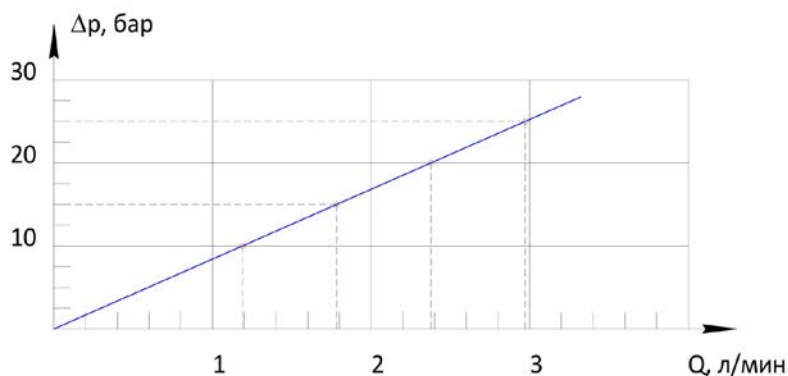
Среднее значение расхода Q , P_2 и P_3 заносится в таблицу 1.

Затем регулировочным винтом переливного клапана (3) повышают давление P_2 до следующего значения в таблице 1 и повторяют опыт.

Таблица 2.2

P_2 , бар	5	10	15	20	25	30	35
V , л (за 20 с)	0,22	0,42	0,63	0,78	0,95	1,05	1,2
Q , л/мин	0,66	1,26	1,89	2,34	2,85	3,15	3,6
P_3 , бар	0	0	0	0	0	0	0
$\Delta p = P_2 - P_3$, бар	5	10	15	20	25	30	35

После заполнения таблицы строится график зависимости $\Delta p - Q$ для испытуемого трубопровода:



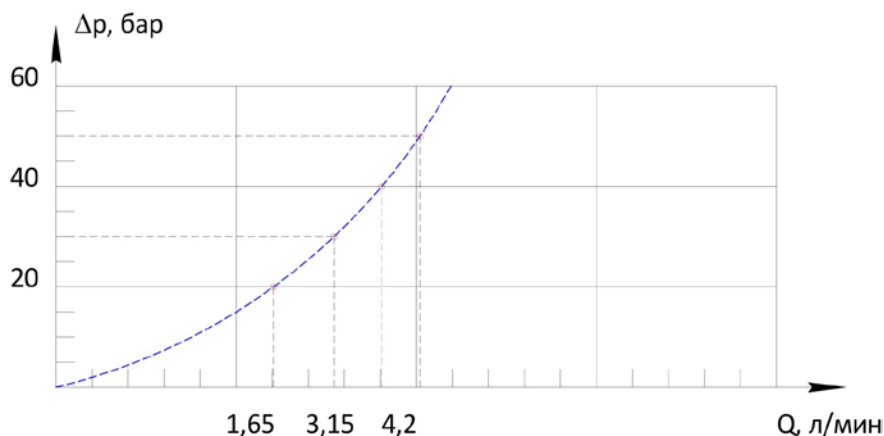
Выводы:

Из результатов исследования видно, что гидравлическое сопротивление, выраженное через падение давления Δp , повышается с увеличением расхода через трубопровод. Линейная зависимость падения давления от расхода означает, что течение в трубопроводе носит ламинарный характер.

Дроссель:

В аналогичной последовательности - от монтажа схемы до построения графика - проводится работа с дросселем, установленным в схеме вместо испытуемого трубопровода. Причем предварительно регулировочный винт дросселя устанавливается, например, так, чтобы при $P_2 = 25$ бар расход составлял 2 л/мин и в этом положении фиксируется.

P_2 , бар	20	30	40	50
V , л (за 20 с)	0,45	0,95	1,0	1,2
Q , л/мин	1,35	2,95	3,0	3,6
P_3 , бар	0	0	0	0
$\Delta p = P_2 - P_3$, бар	20	30	40	50



Выводы:

Гидравлическое сопротивление, выраженное через падение давления Δp , повышается с увеличением расхода через дроссель. Зависимость падения давления от расхода в данном случае носит квадратичный характер, что характерно для потерь давления на местном сопротивлении.

Суммарное гидравлическое сопротивление трубопровода и дросселя для случая их последовательного соединения легко установить по их гидравлическим характеристикам.

Так, например, для расхода в 2 л/мин суммарное падение давления будет складываться из падения давления в трубопроводе (по характеристике $\Delta p_{\text{тр}} = 35$ бар) и падения давления на дросселе (по характеристике $\Delta p_{\text{др}} = 25$ бар).

Таким образом, при последовательном соединении гидроаппаратов их гидравлические сопротивления складываются.

Потери давления эквивалентны потерям мощности. Поэтому особенно важно правильно выбирать диаметры труб, а значит и проходных сечений (d_y) гидроаппаратов. В качестве основного критерия при выборе размеров поперечного сечения трубы используется скорость движения в ней рабочей жидкости. Однозначная связь этих параметров выражена в числе Рейнольдса R_e

$$R_{e_{\text{кр}}} = v \cdot d/v,$$

по которому судят о режиме течения и потерях в трубопроводе.

Напомним физический смысл числа R_e – число R_e показывает, во сколько раз силы «возмущающие» поток превосходят силы «демпфирующие» его.

В случае, если число R_e для гладкой круглой трубы имеет значение меньше, чем **2300**, то поток в трубе носит ламинарный характер и потери гидравлической мощности пропорциональны v - первой степени скорости жидкости в трубе.

А если число R_e больше **2300**, то потери гидравлической мощности значительно больше и пропорциональны v^2 - квадрату скорости жидкости!

Вязкость рабочей жидкости также вносит свои коррективы, изменяясь в зависимости от давления в гидросистеме - с ростом давления вязкость увеличивается.

Накопленный практический опыт позволяет сформулировать рекомендации по выбору предельных значений скоростей течения рабочей жидкости в трубопроводах гидроприводов с точки зрения минимальных потерь давления (мощности).

ДАВЛЕНИЕ В ГИДРОЛИНИЯХ	СКОРОСТЬ ТЕЧЕНИЯ
до 50 бар	до 4,0 м/с
до 100 бар	до 4,5 м/с
до 150 бар	до 5,0 м/с
до 200 бар	до 5,5 м/с
до 300 бар	до 6,0 м/с
Линии всасывания	до 1,5 м/с
Сливные линии	до 2,0 м/с

*) Справка

Если скорости много меньше - значит завышены d_3 (привод имеет лишние массу и габариты);

Если скорости больше - лишние потери мощности (затраты на электроэнергию и отвод тепла).

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Определение гидравлических характеристик.

Лабораторная работа № 3

Поиск оптимальных решений при оценки функционирования объемного насоса и напорного (переливного) клапана.

Цель работы: Познакомиться с конструкцией и условиями работы объемного насоса и напорного клапана в гидросистеме.

Задание: Научиться практически снимать гидравлические характеристики объемного насоса и напорного клапана, а также понимать особенности их совместной работы.

Порядок выполнения:

Объект:

валки прокатного стана;
автокран.

Решение №1

Объемный насос.

Схема проливки объемного насоса набирается на аудиторной доске с помощью аппликационных моделей.

На стенде-тренажере собирается схема для проливки объемного насоса. Проливке подлежит насос (1), расположенный внутри гидроагрегата. Предохранительный клапан (2) насоса настроен на давление 60 бар. Распределитель (4) служит для переключения потока масла на мерную емкость (5) для измерения расхода. Давление на выходе насоса P_1 устанавливается нагрузочным дросселем (3) и контролируется по манометру (7).

Перед включением гидростанции следует полностью открыть нагрузочный дроссель (3) и сливной кран (6) мерной емкости. Заданные в таблице 1 значения давления устанавливаются путем медленного закрытия дросселя (3), контролируя давление с помощью манометра (7).

Для измерения объемного расхода закрывают сливной кран (6) мерной емкости и включают гидростанцию. Распределитель (4) переключают на 20 с, направляя поток в мерную емкость. Затем регистрируют уровень масла, установившийся в мерной емкости. Расход Q (в л/мин) определяется умножением измеренного объема на 3.

Опыт повторяется 3 раза. Среднее значение расхода заносится в таблицу 1.

Затем регулировочным винтом нагрузочного дросселя (3) повышают давление P_1 до следующего значения в таблице 1 и повторяют опыт.

После заполнения таблицы 1 строится гидравлическая характеристика насоса в координатах $Q - \Delta p$ ($\Delta p = P_1 - P_{\text{слива}} = P_1$, т.к. давление слива $P_{\text{слива}} = 0$).

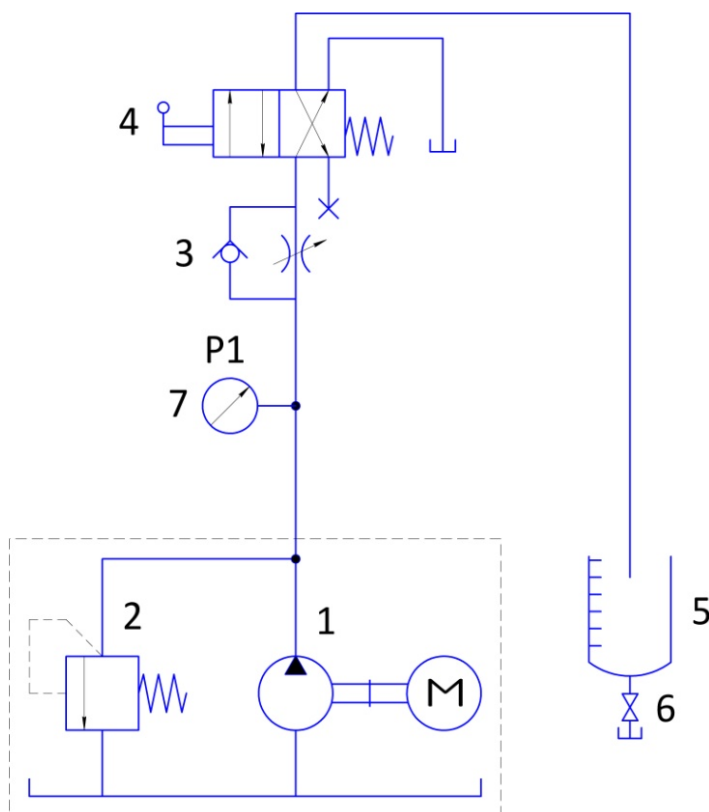


Рис.3.1. - Гидравлическая принципиальная схема проливки нерегулируемого объемного насоса

Решение №1

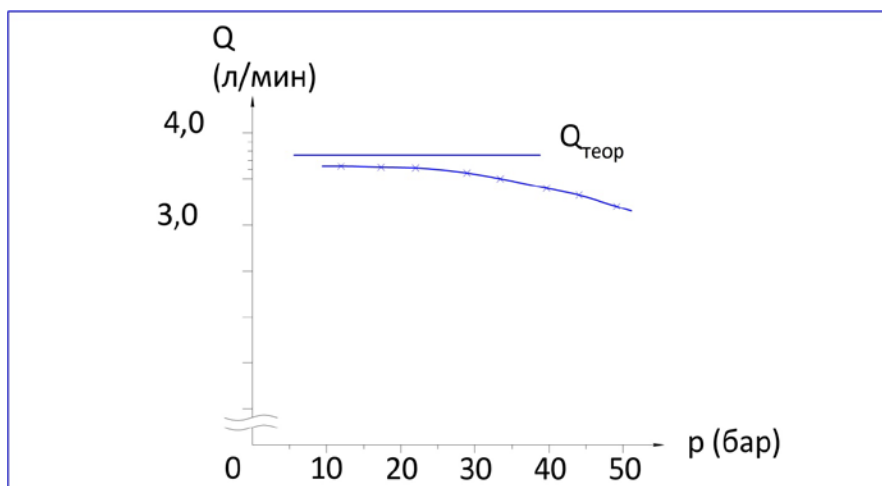
Характеристика объемного насоса.

Таблица 3.1.

Давление P_2	20	30	40	45	50	бар
V (за 20 с)	1,20	1,15	1,08	1,05	1,0	л
Q	3,6	3,45	3,24	3,15	3,0	л/мин

Для насосов, установленных в гидроагрегате стенда, $V_{\text{раб}} = 2,5 \text{ см}^3$, тогда

$$Q_{\text{теор}} = V_{\text{раб}} \cdot n = 2,5 \text{ см}^3/\text{об} \cdot 1490 \text{ об/мин} = 3,72 \text{ л/мин}$$



Выводы:

Теоретически характеристика насоса должна иметь вид прямой. Однако на практике при увеличении давления на выходе подача насоса уменьшается из-за внутренних утечек, которые при повышении давления увеличиваются.

Внутренние утечки могут достигать значительной величины у старых насосов, где детали изношены и зазоры увеличены.

Таким образом, существенное снижение скорости вращения валков могло произойти в результате износа насоса и, как следствие, существенных внутренних утечек.

Отношение измеренного значения подачи насоса к теоретической подаче насоса представляет собой объемный коэффициент полезного действия (КПД) насоса.

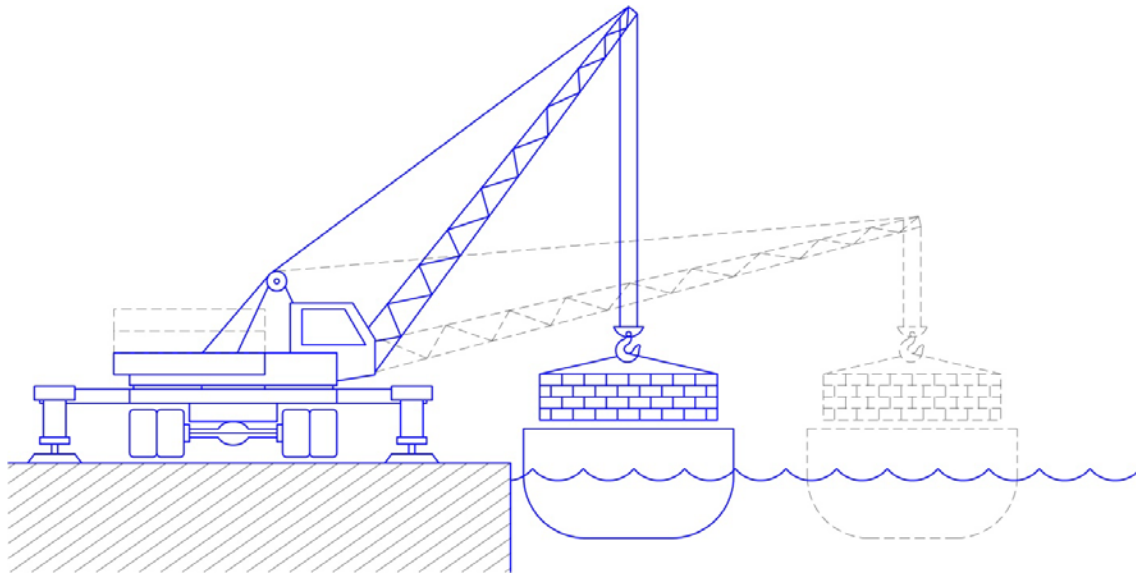
$$\eta = Q/Q_{\text{теор}}$$

Ориентировочно объемный КПД исправных насосов лежит в пределах **0,8 – 0,9**.

Задача №2

Постановка задачи.

С целью обеспечения возможности погрузки с причала сразу двух барж необходимо увеличить противовес автокрана. Однако это требует увеличения давления в гидросистеме, которая вывешивает и горизонтирует автокран. Чтобы знать требуемую для этого величину давления, нужно иметь гидравлическую характеристику клапана.



Задание:

Предложить гидравлическую принципиальную схему для проливки напорного клапана.

Провести измерения согласно табл. 3.1 и 3.2.

Определить давление открытия напорного клапана.

Построить гидравлические характеристики (график зависимости $\Delta p - Q$) напорного клапана.

Рассмотреть совместную работу насоса и напорного (переливного) клапана.

Определить порядок настройки давления при вывешивании автокрана после установки дополнительного противовеса.

Решение №2

Характеристика напорного клапана.

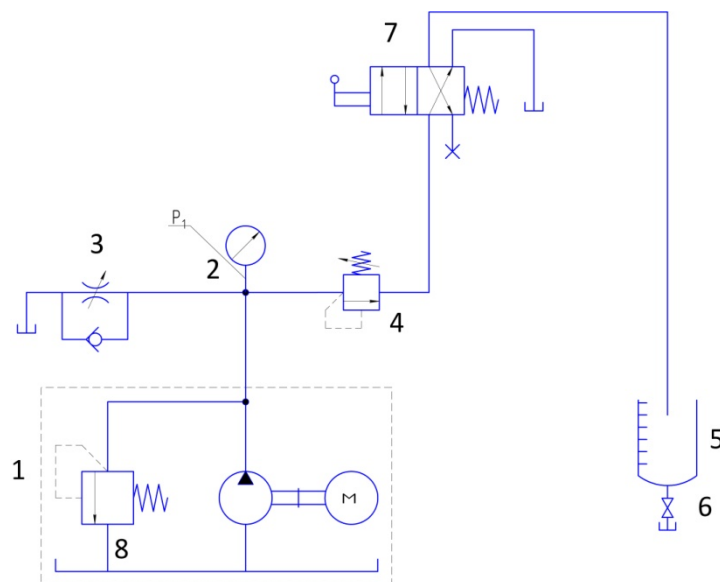


Рис.3.2. - Схема проливки объемного насоса набирается на аудиторной доске с помощью аппликационных моделей.

*) Справка.

Как правило, в гидросхемах присутствуют минимум два напорных клапана. На примере приведенной схемы это:

предохранительный (8) - установлен на гидроагрегате - предохраняет насос от разрушения при забросах давления (включается в работу очень редко),

переливной (4) - задает рабочий уровень давления в гидросистеме (постоянно в работе).

Конструктивно клапаны могут быть выполнены одинаково, отличаются только уровнем настройки давления срабатывания (у предохранительного - выше).

На стенде-тренажере собирается схема для проливки напорного (переливного) клапана (4).

Предохранительный клапан (8) насоса настроен на давление 60 бар. Распределитель (7) служит для переключения потока масла на мерную емкость (5) для измерения расхода. Давление на выходе насоса P_1 устанавливается нагрузочным дросселем (3) и контролируется по манометру (2).

Дроссель (3) имитирует нагрузку, возникающую в реальном гидроприводе. После сборки и проверки гидравлической системы пружина переливного (испытываемого) клапана (4) посредством регулировочного винта отпускается до минимума. Дроссель (3) закрывается. Затем включают гидростанцию и регулировочным винтом переливного клапана устанавливают давление P_1 по манометру (2) равным 40 бар. В этом случае вся подача насоса проходит через переливной клапан на слив. Это очень важно подчеркнуть, т.к. именно такой режим работы напорного клапана отражает понятие «клапан настроен на давление 40 бар».

Для измерения объемного расхода закрывают сливной кран (6) мерной емкости. Распределитель (7) переключают на 20 с, направляя поток в мерную емкость. Затем регистрируют уровень масла, установившийся в мерной емкости. Расход Q (в л/мин) определяется умножением замеренного объема V на 3.

Опыт повторяется 3 раза. Среднее значение расхода Q заносится в таблицу 1 (см. ниже).

Далее дроссель (3) полностью открывают. Заданные в таблице 1 значения давления P_1 устанавливают путем постепенного закрытия дросселя, измеряя каждый раз соответствующие значения объемного расхода. В ходе экспериментов необходимо возможно более точно установить значение давления, при котором клапан начнет открываться. Это легко сделать, если наблюдать за моментом начала течения в мерную емкость при плавном повышении давления P_1 .

Таблица 3.1.

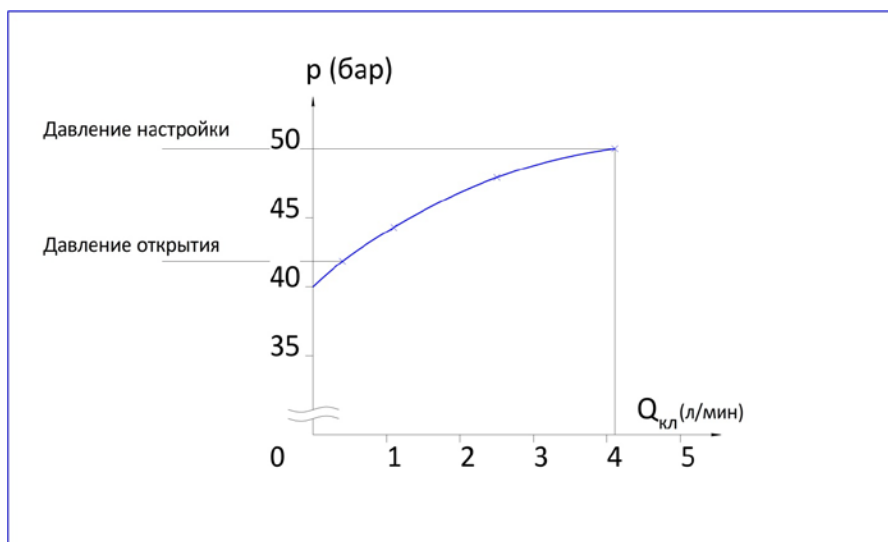
Давление P_1 (40)	25	30	33,5	35	37,5	40	бар
V (за 20 с)	0	0	0,5	0,87	1,0	1,3	л
Q	0	0	1,5	2,61	3,0	3,9	л/мин

Повторить эксперимент, настроив предварительно переливной клапан на давление $P_1 = 50$ бар и аналогично заполнив таблицу 2.

Таблица 3.2.

Давление P_1 (40)	35	40	42,5	45	47,5	50	бар
V (за 20 с)	0	0,06	0,23	0,38	0,6	1,32	л
Q	0	0,18	0,69	1,14	1,8	3,96	л/мин

По данным таблиц строятся гидравлические характеристики клапана.



Выводы:

Каждый напорный клапан (и предохранительный, и переливной) имеет определенное давление открытия (обусловленное силой предварительного сжатия регулировочной пружины), при котором через него начинается перетекание жидкости. Дальнейшее повышение давления в гидросистеме приводит к тому, что подача жидкости от насоса делится на два потока, один из которых уходит в систему, а другой через переливной (предохранительный) клапан на слив. При достижении давления настройки вся жидкость, подаваемая насосом, проходит через напорный клапан. В этом случае движения жидкости в гидросистеме нет, а давление - максимально!

Таким образом, настройка именно переливного клапана определяет максимальный уровень давления в гидросистеме.

В задаче с автокраном давление в гидросистеме должно быть повышено путем поджатия регулировочной пружины переливного клапана, причем величина давления должна быть такой, чтобы усилия, развиваемые цилиндрами, были достаточны для вывешивания автокрана с грузом. Иначе, если вывесить только автокран с противовесом, при подъеме груза давление в гидроцилиндрах увеличится, переливной клапан, настроенный только на давление от веса крана, откроется и гидравлическая жидкость будет уходить на слив. Гидроцилиндры «просядут», что может привести к аварии - опрокидыванию крана!

Характеристика переливного клапана после регулировки сместится параллельно самой себе в зону повышенного давления.

Таким образом, основной особенностью совместной работы в гидросистеме объемного нерегулируемого насоса и напорного переливного клапана является периодическое деление подачи насоса между гидросистемой (потребитель) и сливом через переливной клапан.

Наглядное представление об этом можно получить, наложив характеристику переливного клапана на характеристику объемного насоса.

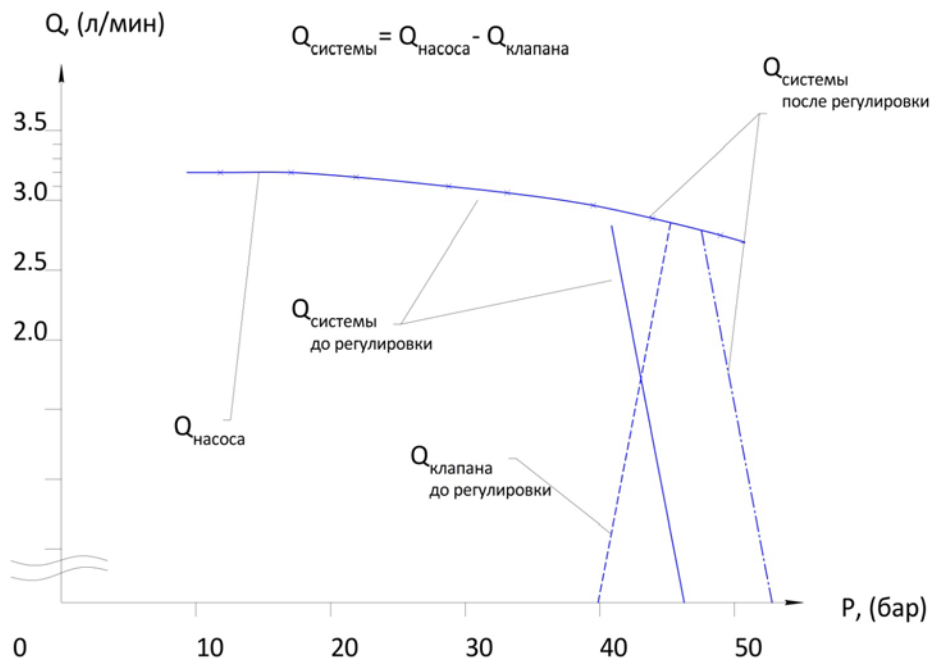


Рис.3.3. - Гидравлическая характеристика гидроагрегата стенда-тренажера.

*) Примечание.

Выбор давления настройки переливного клапана, которым устанавливается максимальное давление во время лабораторной работы, должен быть как минимум на **10** бар меньше настройки предохранительного клапана, установленного на гидроагрегате и настроенного на **60** бар, иначе неизбежны ошибки при определении величины расхода в гидросистеме, т.к. часть расхода будет уходить не только через переливной, но и через предохранительный клапан.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Лабораторная работа № 4

Влияние изменения температуры рабочей жидкости на управление усилием на исполнительном механизме.

Цель работы: Ознакомление с основными способами управления усилием на выходном звене исполнительных механизмов.

Задание: Изучение особенностей использования в гидросистемах клапанов давления: напорного и редуционного.

Порядок выполнения:

Объект:

долбежный станок;
переплетный пресс.

Задача №1

Постановка задачи.

В долбежном станке зажим заготовок в тисках и подача инструмента осуществляются посредством гидроцилиндров соответственно **A** и **B**. Гидросистема станка содержит одну насосную установку. Однако усилия, развиваемые зажимным гидроцилиндром, должны иметь возможность настройки в соответствии с конструкцией обрабатываемой детали. Кроме того, должна регулироваться и скорость зажима.



Рис.4.1.

Задание:

Необходимо разработать гидравлическую принципиальную схему приводов инструмента и зажимного приспособления.

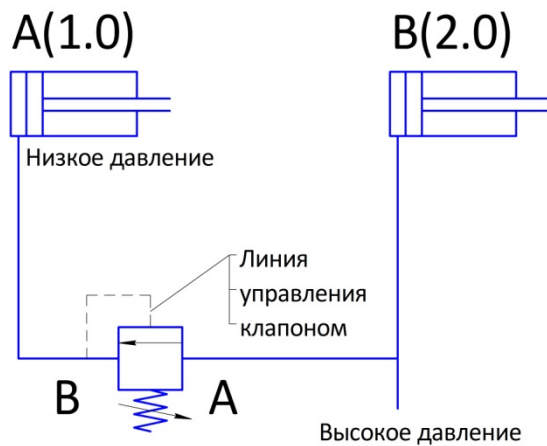
Смоделировать систему на тренажере.

Провести измерения давлений. Значения измеряемых величин следует внести в заготовленные таблицы и на основании полученных результатов сформулировать выводы.

Решение №1

Поскольку в гидросистеме предполагается одновременно два уровня давления - высокий для привода долбежного инструмента и низкий для зажимного приспособления, то низкого уровня обычно достигают применением редукционного клапана. Именно редукционные клапаны, понижая давление, подаваемое на их вход, являются границей между двумя уровнями давления в гидросистеме. Очень важно, что колебания давления на входе в редукционный клапан никак не сказываются на давлении на выходе из него.

Таким образом, в общем виде гидросхема с использованием редукционного клапана будет выглядеть так:



Напомним, что редуциционный клапан является нормально открытым клапаном (т.е. в нерабочем положении, «на складе», его залорно-регулирующий элемент отжат пружиной в открытое положение) и следит за настроенным давлением «после себя».

Редуциционные клапаны бывают как двухлинейными, так и трехлинейными. В гидравлических приводах используют в основном только трехлинейные клапаны, имеющие дополнительное свойство предохранительного клапана относительно настроенного редуцированного давления.

Для решения поставленной задачи может быть предложена следующая принципиальная гидравлическая схема долбежного станка:

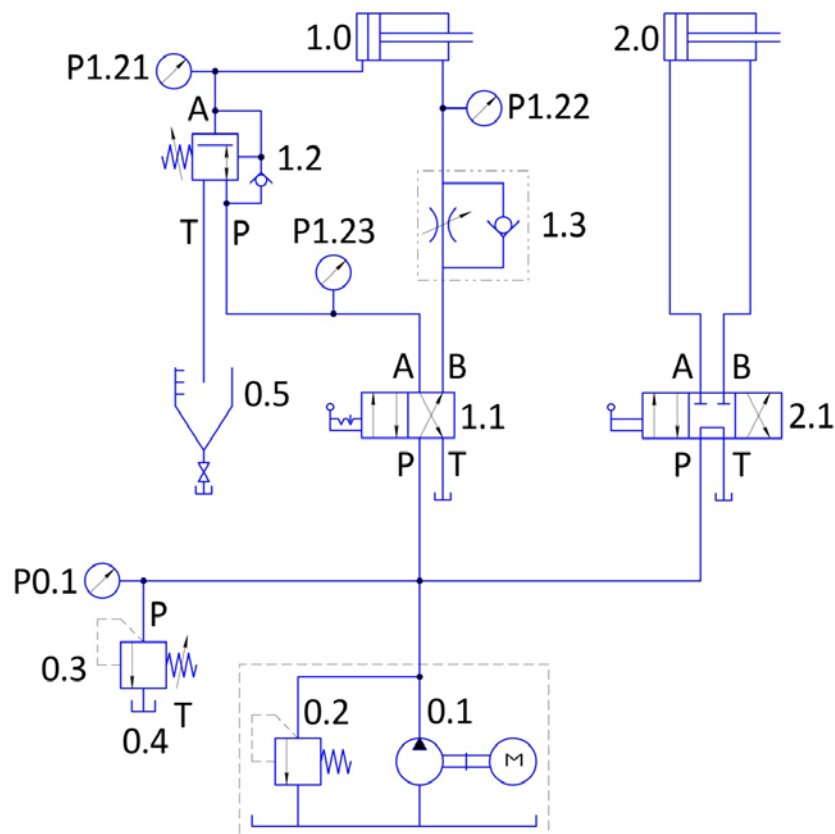


Рис.4.2. - Гидравлическая принципиальная схема долбежного станка.

Предложить слушателям собрать схему на доске и самостоятельно объяснить порядок ее работы. Обратите внимание, что гидроцилиндр **1.0** служит для зажима детали, поэтому для управления им применен распределитель **4/2**, т.к. промежуточных положений гидроцилиндра не требуется. И понижающий давление редуциционный клапан **1.2** встроен в поршневую линию именно этого гидроцилиндра. Отметить назначение обратного клапана,

встроенного в редукционный. В качестве распределителя **2.1** для гидроцилиндра **2.0** сверлильной головки используется распределитель **4/3** с линией **P** перекрытой в среднем положении. Только при этом условии возможен надежный зажим детали.

Обратить внимание, что при проведении лабораторной работы на стенде-тренажере собирается схема целиком, а замеры проводятся исключительно на цепи управления гидроцилиндром **1.0**, поскольку объектом исследования является только редукционный клапан **1.2**, а именно - изменения давления до и после него.

Порядок настройки аппаратов при проведении опытов следующий.

Включают гидростанцию и переключают распределитель **1.1**. После достижения штоком гидроцилиндра **1.0** переднего конечного положения редукционный клапан (**1.2**) настраивают так, чтобы манометр (**P1.21**) показывал **15** бар. При этом давление **P0.1** должно составлять **50** бар. Далее выполняют первый и второй опыты.

Для третьего и четвертого опытов дроссель с обратным клапаном (**1.3**), используемый как элемент подпора, регулируют так, чтобы при прямом ходе штока манометр (**P1.22**) показывал **20** бар.

Для пятого опыта отсоединяют линию питания **P**, ведущую к редукционному клапану **1.2**, и наблюдают за течением в канале **T** редукционного клапана через стекло мерного бака.

Обозначения к таблицам:

1. Дроссель (**1.3**) полностью открыт (давление при движении вперед)
2. Дроссель (**1.3**) полностью открыт (поршень в конечном положении)
3. Дроссель (**1.3**) отрегулирован так, что при выдвигении **P1.22 = 20 бар**
4. Поршень в конечном положении
5. Линия **P** редукционного клапана отсоединена.

P1.21	1	2	3	4	5
Выдвижение	5	15	10	15	12
Втягивание	21	0	15	0	15

P1.22	1	2	3	4	5
Выдвижение	5	0	12	0	12
Втягивание	40	40	40	40	40

P1.23	1	2	3	4	5
Выдвижение	12	40	40	40	12
Втягивание	5	0	5	0	0

При выполнении первого опыта значения давления измеряют во время движения; настройка давления на входе (измеряемого как **P0.1**) должна производиться таким образом, чтобы давление **P1.21** составляло **15** бар, причем только тогда, когда поршень достигнет переднего конечного положения или остановится из-за сопротивления. Это отмечено в задании ко второму опыту - поршень в переднем конечном положении. Этот опыт показывает, что редукционный клапан поддерживает давление в **15** бар даже при отсутствии протока жидкости.

Обратный клапан, встроенный в редукционный, используется для его обхода, обеспечивая быстрый обратный ход штоку гидроцилиндра **1.0**.

При наличии сопротивления выдвигению, как видно из третьего опыта, эффективное давление достигает только **12 – 15** бар несмотря на то, что давление настройки переливного клапана системы **0.3** составляет **50** бар. При закрытом дросселе (**1.3**) противодействие может повышаться лишь до тех пор, пока показание манометра (**P1.21**) не станет равным **15** бар; при этом поршень останавливается, а редукционный клапан закрывается.

При обратном ходе, как видно из пятого опыта, повышающееся давление в канале **A** влечет за собой открытие канала **T** редукционного клапана, соединенного с мерным баком **0.5**, в результате чего **P1.21** достигает только давление настройки **15** бар. Так поршень продолжает движение до заднего конечного положения. Когда же поршень достигает втянутого положения, первоначально сохраняется давление **15** бар, но из-за внутренних перетечек в редукционном клапане давление падает ниже **15** бар, что влечет за собой изменение соединения каналов клапана с **A** к **T** на **P** к **A**. А так как жидкость, подаваемая насосом, не поступает на вход **P** редукционного клапана, то давление падает до нуля.

Обратить внимание!

На практике вместо дросселя с обратным клапаном часто устанавливают предохранительный клапан с обратным клапаном. В результате предотвращается возникновение высоких значений противодействия при прямом ходе поршня (вследствие преобразования давления на поршне).

Однако, поскольку в нашем случае система запитывается редуцированным давлением, то и на сливе не может возникнуть чрезмерных давлений. Поэтому здесь применен дроссель с обратным клапаном. Кроме того, этот гидроаппарат значительно дешевле предохранительного клапана и потому зачастую применяют именно его.

Выводы:

Редукционные клапаны применяют в тех случаях, когда наряду с основным уровнем давления в системе требуется дополнительный уровень давления с постоянным, но меньшим давлением.

В пятом опыте показано, что скачки давления или повышения давления сверх установленной величины в канале **A** редукционного клапана влекут за собой соединение этого канала внутри клапана с линией **T** сброса в бак.

Задача №2

Постановка задачи.

При проведении переплетных работ в типографии используется гидропресс. Рабочее давление прессования должно регулироваться в зависимости от материала обложки и клеящего вещества, причем давление должно поддерживаться постоянным в течение всего времени прессования (при включенном гидрораспределителе).

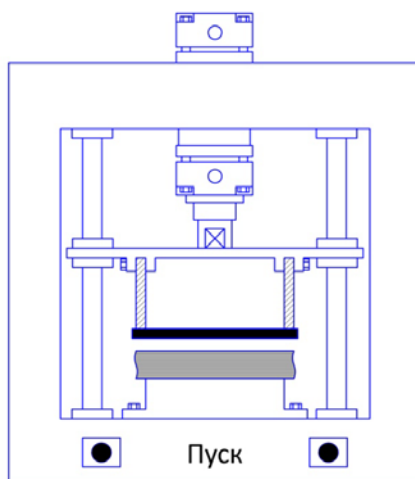


Рис.4.3. – Переплетный пресс

Задание:

Разработать гидравлическую принципиальную схему пресса с давлением прессования **30** бар:

- с предохранительным клапаном;
- с трехлинейным редукционным клапаном.

В обеих схемах клапан давления устанавливается непосредственно перед цилиндром.

Управление должно осуществляться посредством **4/3**- распределителя.
Переливной клапан системы настроить на **50** бар. Смоделировать систему на тренажере

Дополнительные условия.

Сравнить показания манометра, установленного перед распределителем.

В чем принципиальное отличие схем?

Решение №2

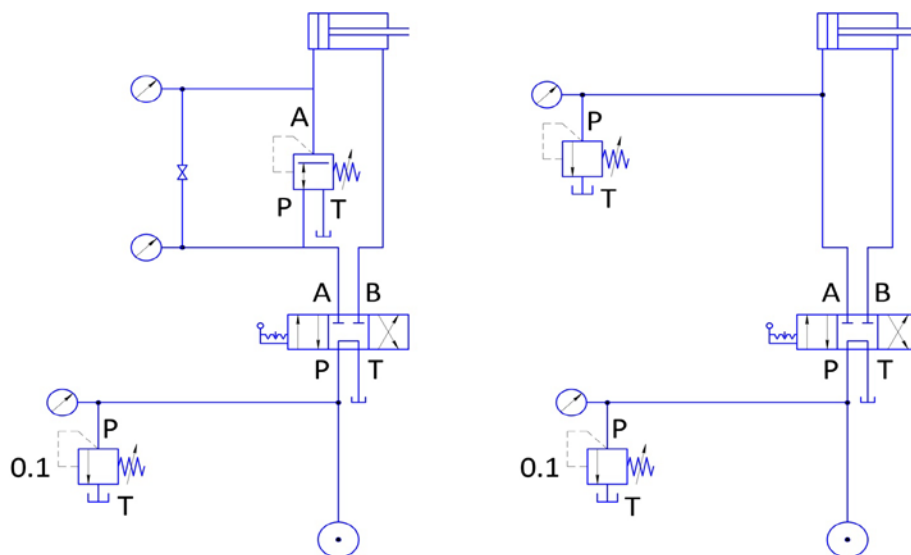


Рис.4.4. - Гидравлическая принципиальная схема.
Переплетный пресс.

При использовании для понижения давления редукционного клапана на входе последнего (при условии, что объемная подача насоса достаточна) поддерживается давление **50** бар, определяемое настройкой переливного клапана системы. В случае, если от этой же гидростанции производится питание других гидродвигателей, только у гидродвигателя, перед которым установлен редукционный клапан, поддерживается давление жидкости **30** бар. Рабочее давление у остальных двигателей определяется настройкой переливного клапана.

Таким образом, в гидросистеме имеется два разных уровня давления.

Если же используется установленный перед гидродвигателем параллельно линии питания напорный (предохранительный) клапан, настроенный на **30** бар, то давление во всей гидросистеме при включенном **4/3**- распределителе составляет именно **30** бар (а не **50** бар, на которые настроен переливной клапан).

Зато при включенном распределителе и продолжительных выдержках времени насосу необходимо создавать давление только **30** бар - экономия энергии.

Примечание.

Для того чтобы был возможен обратный ход поршня, в обвод редукционного клапана должен быть установлен обратный клапан.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Особенности использования в гидросистемах клапанов давления: напорного и редуционного.

Лабораторная работа № 5

Влияние изменения температуры рабочей жидкости на управление скоростью исполнительного механизма гидропривода

Цель работы: Знакомство с работой гидроаппаратов, предназначенных для воздействия на расход рабочей жидкости (дроссель и регулятор расхода).

Задание: Изучение гидравлической характеристики регулятора расхода при переменном давлении на его входе и выходе. Сравнение характеристик гидропривода при использовании дросселя и регулятора расхода в схеме управления скоростью исполнительного механизма.

Порядок выполнения:

Объект:
отрезной станок.

Задача №1

Постановка задачи.

Подача дисковой пилы отрезного станка осуществляется посредством гидроцилиндра двустороннего действия. При разрезании круглой заготовки рабочее сопротивление нарастает от нуля до максимального значения и затем снова уменьшается до нуля.

Сравнить скоростные характеристики исполнительного механизма при использовании в гидросхеме дросселя и регулятора расхода для управления скоростью подачи инструмента.

Задание:

- А. Снять характеристику 2-х линейного регулятора расхода и сравнить качество его работы с дросселем.
Оценить целесообразность применения регулятора расхода в гидросхеме отрезного станка.
- Б. Предложить схему, в которой можно было бы обеспечить путем переключения распределителя либо равномерную подачу независимо от нагрузки на режущем инструменте, либо скорость подачи инструмента обратнопропорциональную нагрузке.

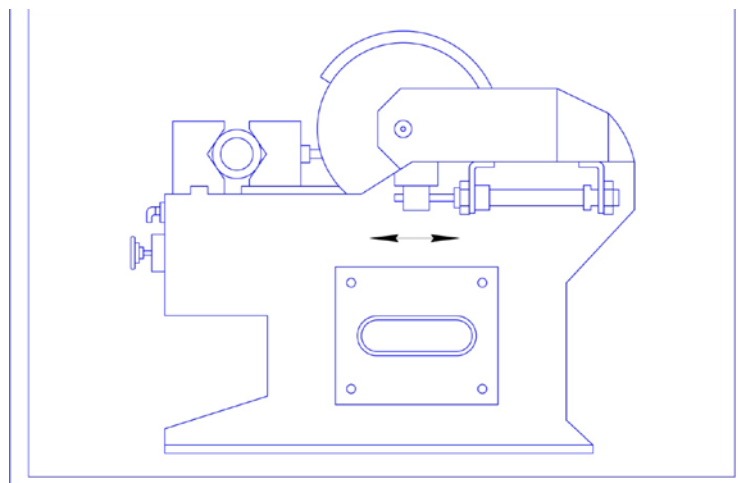
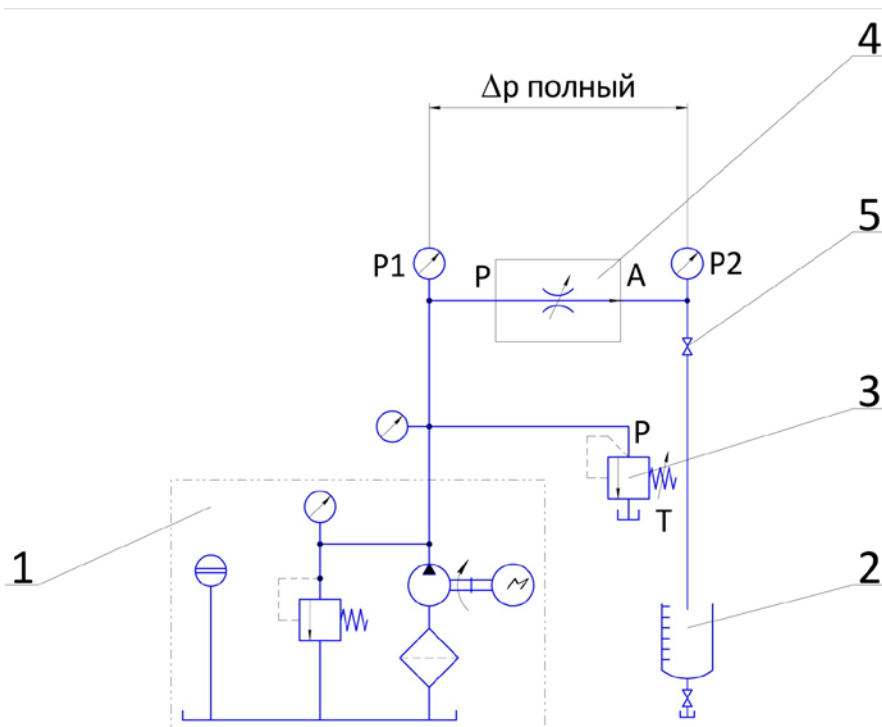


Рис.5.1. – Отрезной станок

Дополнительные условия:
 Практически определить скорость выдвижения штока гидроцилиндра при различных нагрузках для предложенной схемы.

- А. Снятие характеристики регулятора расхода.
- Собрать гидравлическую схему, приведенную на рисунке.



- Включить гидравлическую установку (1), закрыть регулируемый дроссель (5) и настроить переливной клапан (3) на **50 бар (5000 Па)**;
- Полностью открыть дроссель (5) и настроить регулятор расхода (4) на **2 л/мин**, набирая в мерную емкость (2) **0,5 л** за **15 с**. Данная операция является приближенной по указанным значениям параметров (т.е. это может быть значение $Q = 1,45; 1,78; 2,3$ и т. д.). Это важно с точки зрения попадания в рабочую зону характеристики регулятора расхода.
- Записать значение P_2 в таблицу 5.1.
- Изменяя настройку дросселя (5), устанавливать последовательно значения P_2 согласно таблице 1

Таблица 5.1. Переменное давление на выходе (имитация переменной нагрузки).

P_1	P_2	$P_1 - P_2$	Объем за 15 с	Q , (л/мин)
50	0			2
50	10			
50	20			
50	30			
50	40			
50	45			
50	50			

* Не изменяя настройки регулятора расхода 4, последовательно устанавливать с помощью переливного клапана 3 значения p_r согласно таблице 5.2, поддерживая на выходе регулятора расхода давление **10 бар** дросселем 5.

Таблица 5.2. Переменное давление на входе (имитация колебания давления в сети).

P_1	$P_1 - P_2$	P_2	Объем за 15 с	Q , (л/мин)
50		10		2
40		10		
30		10		
20		10		
10		10		

Построить характеристики $Q(P_2)$ и $Q(P_1)$ регулятора расхода.

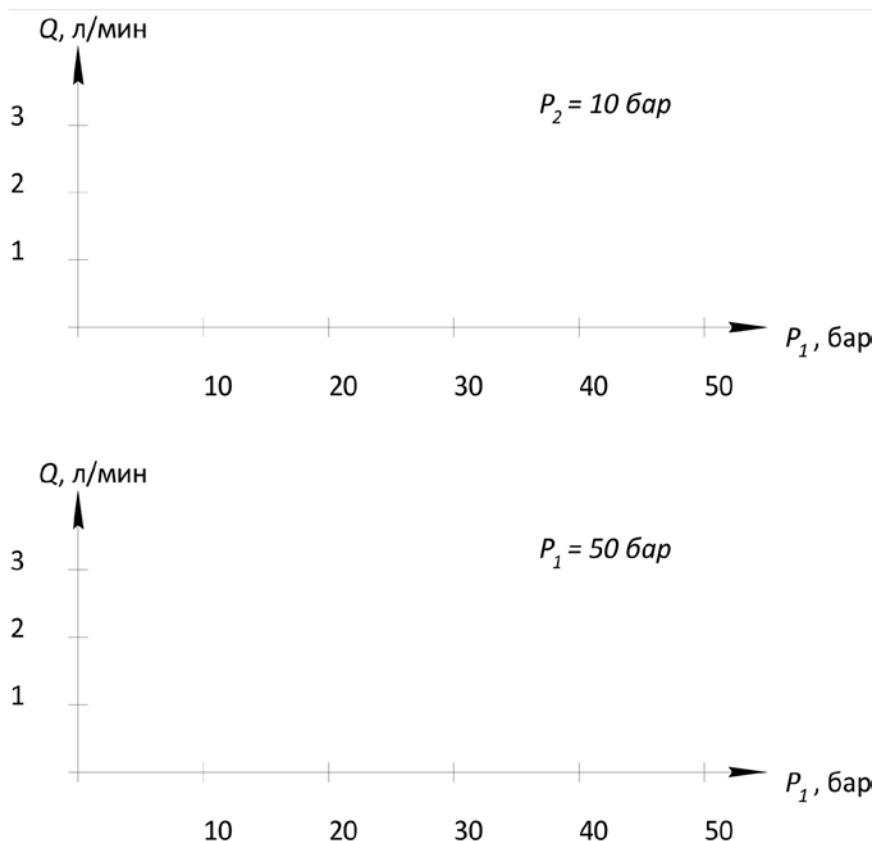


Рис.5.2. - Характеристики двухлинейного регулятора расхода.

После оформления результатов работы повторить эксперимент, заменив регулятор расхода на регулируемый дроссель. Сравнить результаты и сделать вывод о целесообразности применения того или иного аппарата в отрезном станке.

Решение А)

После проливки регулятора расхода и заполнения таблиц получим:

Таблица 5.1. - Переменное давление на выходе (имитация переменной нагрузки).

P_1	P_2	$P_1 - P_2$	Объем за 15 с	Q , (л/мин)
50	?	?	0,5	2,0
50	10	40	0,5	2,0
50	20	30	0,47	1,88
50	30	20	0,48	1,92
50	40	10	0,44	1,76
50	45	5	0,37	1,48
50	50	0	0	0

Таблица 5.2. - Переменное давление на входе.

P_1	$P_1 - P_2$	P_2	Объем за 15 с	Q , (л/мин)
50	40	10	0,5	2,0
40	30	10	0,5	2,0
30	20	10	0,48	1,92
20	10	10	0,45	1,80
10	0	10	0	0

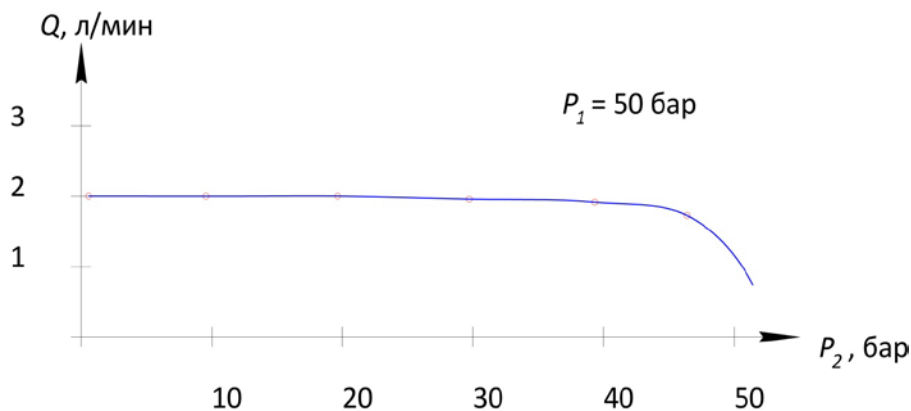


Рис.5.3. - Характеристики двухлинейного регулятора расхода.

Выводы:

Регулятор расхода поддерживает расход постоянным независимо от изменения давления, как перед ним, так и за ним.

Таким образом, для того чтобы скорость подачи дисковой пилы была обратно пропорциональна нагрузке, в гидросистеме должен быть установлен дроссель, т.к. регулятор расхода делает подачу инструмента независимой от нагрузки! Для равномерности хода на сливе целесообразно установить подпорный клапан.

Задание В)

Схема, которая позволяла бы обеспечить как зависимую от нагрузки подачу, так и равномерную подачу независимо от нагрузки на режущем инструменте, должна содержать в одном случае дроссель, а в другом - регулятор расхода. Этого можно добиться, установив их параллельно, а выбор того или иного гидроаппарата производить путем переключения распределителя, установленного на линии питания последовательно с основным распределителем. Такая схема представлена ниже.

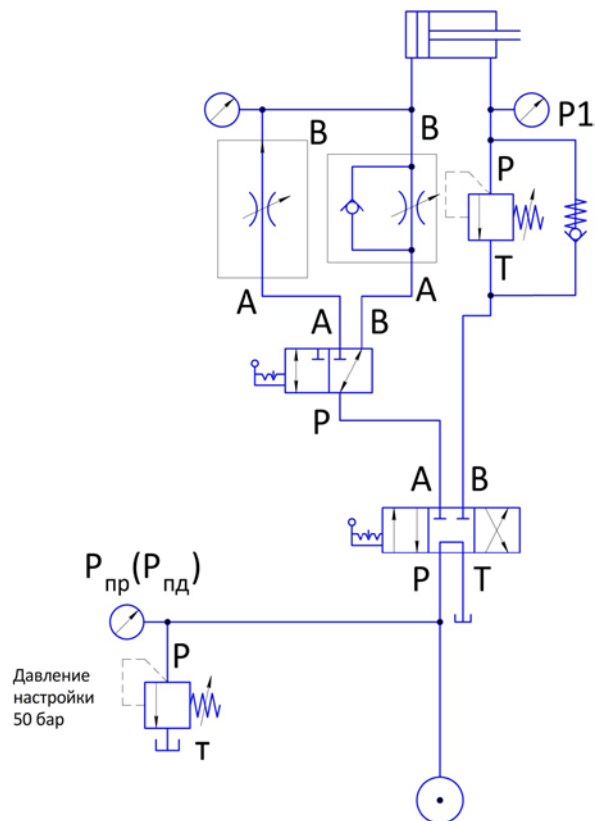


Рис.5.4. - Гидравлическая принципиальная схема.

Для практической проверки того, как реагирует гидросистема на установку дросселя или регулятора расхода при изменении нагрузки, собрать схему на стенде. Изменение нагрузки моделировать подпорным клапаном (как в предыдущем задании). Измерение времени хода производить после каждой настройки P_1 как для регулятора расхода, так и для дросселя, переключая 3/2- распределитель. Оба эти гидроаппарата предварительно должны быть отрегулированы таким образом, чтобы время прямого хода поршня без нагрузки составляло примерно 5 с.

Результаты измерений давлений и времени выдвигания штока заносятся в следующую таблицу.

$P_{пр}$, бар	P_1 , бар	Время выдержки t , с		$P_{пд}$, бар
		Рег. расхода	Дроссель	
46	10	5	5,5	46
	20			
	30			
	40			
	45			

Решение В)

Результаты измерений выглядят следующим образом.

$P_{пр}$, бар	P_1 , бар	Время выдержки t , с		$P_{пд}$, бар
		Рег. расхода	Дроссель	
46	10	5	5,5	46
46	20	5	6,5	47
46	30	5	7,6	48
47	40	5	9,7	49
48	45	6	12	49

По результатам измерений времени выдвижения штока видно, что двухлинейный регулятор расхода поддерживает постоянным время выдвижения практически при всех нагрузках. Только когда противодействие становится слишком сильным, перепад давления на регуляторе уменьшается настолько, что протекание через него неизменного расхода оказывается больше невозможным. Повышение давления перед регулятором расхода приводит к еще большему открытию переливного клапана и сбросу части жидкости, подаваемой насосом, на слив. Только теперь время прямого хода поршня увеличивается.

При использовании регулируемого дросселя время прямого хода гидроцилиндра увеличивается в соответствии с ростом противодействующего сопротивления. Поэтому для привода подачи отрезной пилы выбран дроссель.

*) Указания к схеме.

Перед разборкой схемы необходимо обратить внимание на то, чтобы показание манометра P_1 было нулевым. Для этого следует уменьшить до минимума усилие поджатия регулировочной пружины подпорного клапана и переключить 4/3-распределитель в позицию слива из напорной линии - разгрузить поршень цилиндра.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Гидравлическая характеристика регулятора расхода при переменном давлении на его входе и выходе.
2. Сравнение характеристик гидропривода при использовании дросселя и регулятора расхода в схеме управления скоростью исполнительного механизма.

Лабораторная работа № 6

Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра /давление.

Цель работы: Изучить влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра /давление.

Задание: Определить влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра /давление.

Порядок выполнения:

Формулировка проекта.

При включении насоса происходит выдвижение штока горизонтально расположенного гидроцилиндра в рабочую область.

При этом скорость перемещения штока должна регулироваться. Обратный ход осуществляется посредством переключения 4/2-гидрораспределителя.

В линии, соединенной со штоковой полостью гидроцилиндра, установлен дроссель. При настройке скорости движения штока гидроцилиндра давление перед дросселем может оказаться выше, чем заданное максимальное давление в гидросистеме. Необходимо объяснить эффект повышения давления в дифференциальном цилиндре.

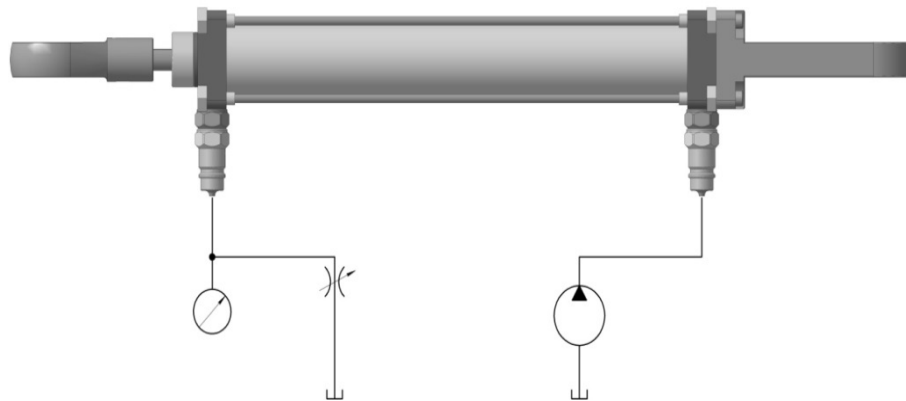


Рис. 6.1. – Практический пример: Гидроцилиндр со стяжными шпильками.

Задачи по проекту.

- Ознакомление с учебным материалом,
- Формулировка задания и разработка соответствующего технического решения,
- Изучение технических характеристик дифференциального гидроцилиндра,
- Практическая работа с гидрокompонентами на учебном стенде в ходе реализации проекта.

Гидравлическая схема.

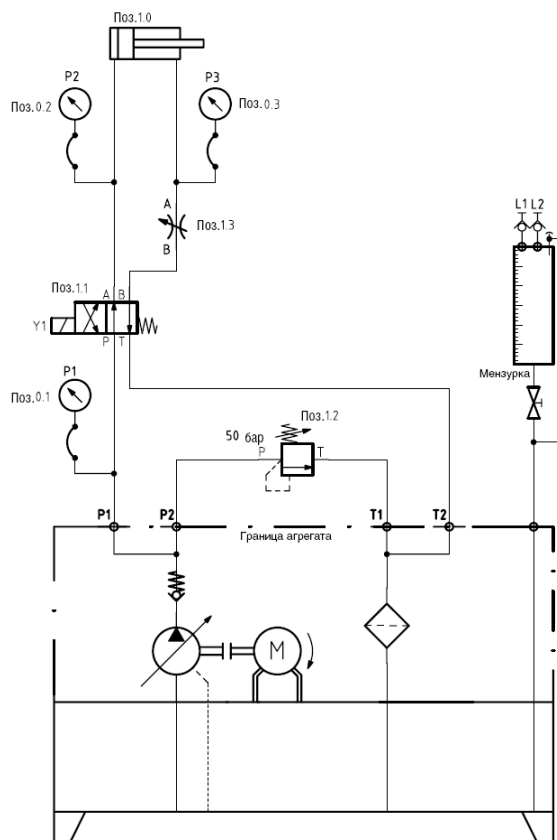


Рис.6.2. – Гидравлическая схема: Гидроцилиндр с регулируемой скоростью хода.

Электросхема.

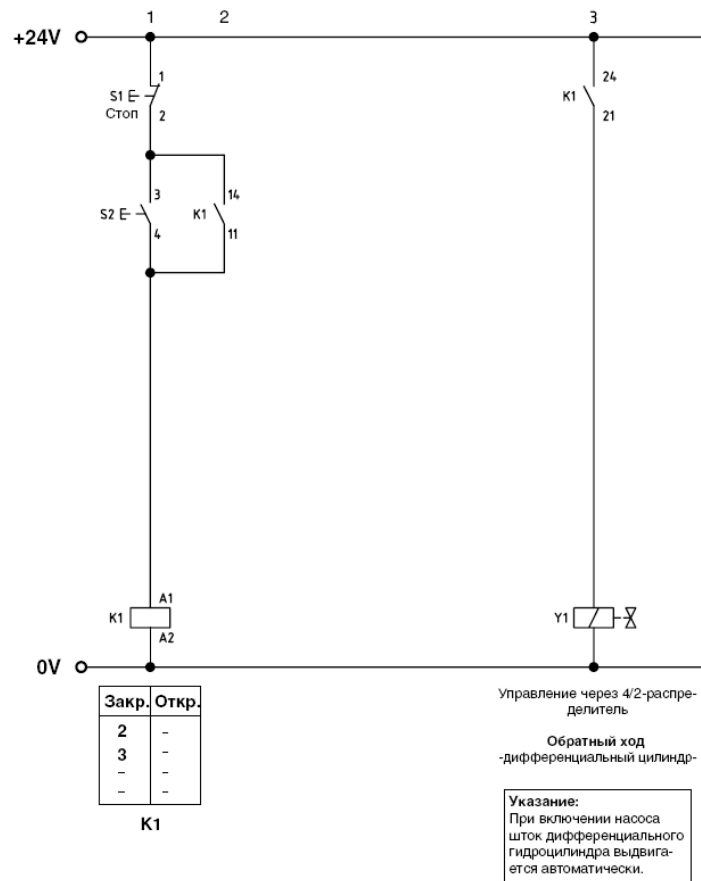


Рис.6.3. – Электросхема к гидравлической схеме.

Спецификация.

Таблица 6.1. – Спецификация к гидравлической схеме на рисунке 6.2.

Поз.	г.	Название устройства	Обозначение типа устройства	Символ
1.0	1	Гидроцилиндр	ZY 1.3	
1.1	1	4/2- гидрораспределитель	DW 3 E	
1.2	1	Предохранительный клапан	DD 1.1	
1.3	1	Дроссель	DF 1.2	
	1	Коллектор	DZ 4.1	
0.1 - 0.3	3	Манометр с рукавом	DZ 1.4	
	3	Напорный рукав с контрольной точкой	DZ 25.1	
		Напорный рукав	VSK 1	

Порядок сборки.

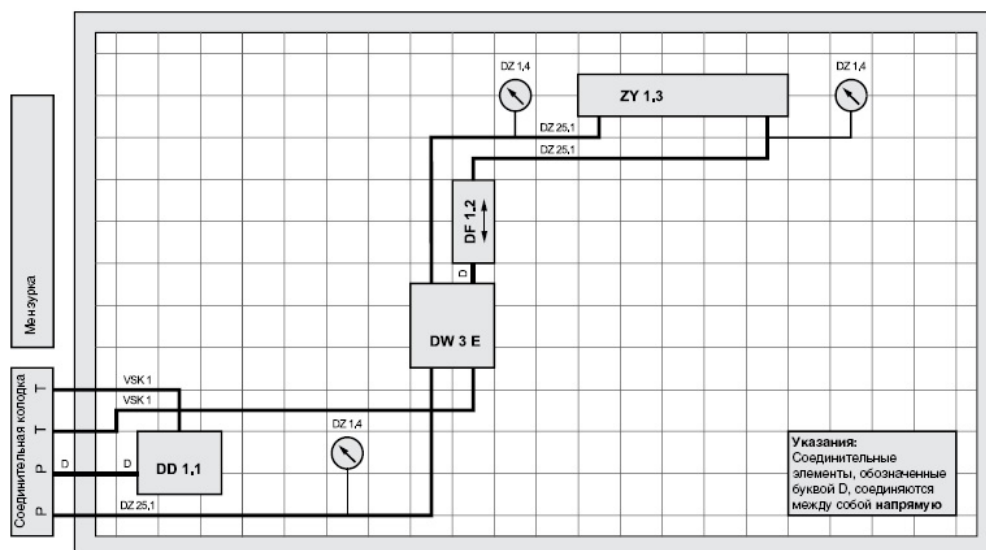


Рис.6.4. – Рекомендуемая схема размещения элементов с обозначением устройств согласно таблице и гидравлической схеме на рисунке 6.2.

Правила безопасности.

Для обеспечения работоспособности гидрокompонентов и предупреждения возможных неполадок необходимо соблюдать рекомендации по безопасности до и во время

выполнения задания. Во «Введении» к данному пособию перечислены источники, где можно найти соответствующие рекомендации.

При некорректном обращении с электрогидравлическими компонентами возникает возможность повреждения механизмов и опасность получения травм, вплоть до угрозы для жизни.

Перед началом работы на гидравлическом стенде убедитесь, что кнопка выключения электропитания нажата и гидравлический агрегат отключен. Проверьте по манометру, что давление в гидросистеме отсутствует.

В гидравлических системах в выключенном состоянии может сохраняться остаточное давление. Наличие остаточного давления может привести к травмам при соединении гидрокомпонентов при помощи гибких рукавов.

Выполнение задания.

Сборку гидросистемы производить в следующем порядке:

1. Необходимые компоненты из Таблицы 6.1. разместить на учебном стенде в порядке, установленном схемой размещения.
2. Гидрокомпоненты соединить между собой гибкими рукавами согласно гидросхеме
3. Для подсоединения манометра с рукавом DZ 1.4 использовать напорный рукав DZ 25.1 с контрольной точкой. Рукав манометра прочно соединить с соответствующей контрольной точкой.

Обратить внимание!

Правильность и прочность соединений деталей с напорным рукавом проверить легким проворачиванием рукава.

Убедитесь, что ко всем штуцерам – в данном случае также к рукавам манометра подсоединены трубы или рукава, либо штуцеры закрыты заглушками. Через открытые штуцеры масло может вытечь на пол, что может привести к травме.

Электрическую систему управления собрать по электросхеме.

1. Предохранительный клапан 1.2. установить на минимальное давление.
2. Дроссель 1.3. открыть до конца. Для этого повернуть ручку дросселя против часовой стрелки до упора.
3. Включить насос и проверить собранную систему управления на отсутствие утечек. Манометры должны показывать нулевое давление.
4. Проверить настройку регулятора давления насоса, при необходимости произвести настройку (52 бара).
5. Проверить, что давление P1 на предохранительном клапане 1.2 достигает 50 бар, нажать кнопку S2, чтобы шток цилиндра 1.0. не выдвигался.
6. Нажать кнопку S2 еще раз, при этом снимается сигнал управления с электромагнита Y1 4/2-гидрорапределителя 1.1., и шток гидроцилиндра выдвигается за счет расхода, подводимого в поршневую полость.
7. Выключить насос и подождать, пока давление в системе не будет равным нулю. Дроссель 1.3. закрыть, повернув рукоятку дросселя по часовой стрелке до упора, затем повернуть рукоятку против часовой стрелки на ¼ оборота.
8. Включить насос. Поршень гидроцилиндра не движется, т.к. дроссель закрыт. Манометр P3 показывает значение давления в штоковой полости. Занести показания в Таблицу 6.2.

Обратить внимание!

По окончании работы отключить насос на учебном стенде! Предохранительный клапан 1.2. установить на минимальное давление, дроссель 1.3. полностью открыть. Проверить по манометрам, что давление в гидросистеме отсутствует!

Результаты измерений.

Таблица 6.2. – Значения преобразования давления.

Гидроцилиндр	P1/Системное давление бар	P2/напорная сторона поршня	P2/низконапорная сторона поршня Бар
Шток не движется	50	50	80

Дополнительное задание.

Вычисление коэффициента мультипликации при заданных параметрах гидроцилиндра. Гидроцилиндр со стяжными шпильками Тип CD T3 ...25/ 18...200 Диаметр поршня: 25 мм Диаметр штока поршня: 18 мм.

$$A_K = 4,91 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$A_S = 2,54 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$A_R = 2,37 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\frac{4,91 \text{ см}^2}{2,54 \text{ см}^2} = 2,07:1$$

При полностью закрытом дросселе:

$$F_K = F_R$$

$$p_K \cdot A_K = p_R \cdot A_R$$

$$p_R = \frac{2,07}{1,00} \cdot 52 \text{ бар} = 107,64 \text{ (бар)}$$

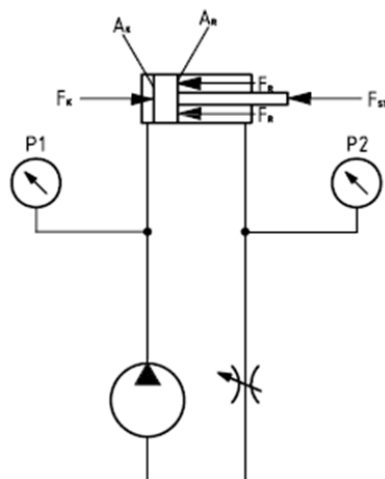


Рис.6.5. – Гидравлическая схема к дополнительному заданию.

Выводы:

- Шток гидроцилиндра совершает линейное перемещение, при этом давление в поршневой полости гидроцилиндра преобразуется в усилие на штоке.
- Гидроцилиндры двойного хода с разными площадями поршневой и штоковой полостей называются дифференциальными гидроцилиндрами.

- Дифференциальные гидроцилиндры являются мультипликаторами давления, при этом из-за наличия трения между подвижными частями гидроцилиндра коэффициент повышения давления равный отношению площадей полостей уменьшается.
- Усилие на штоке и скорость движения штока могут поддерживаться постоянными на всем протяжении хода гидроцилиндра.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Технические характеристики дифференциального гидроцилиндра?
2. Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра?

Лабораторная работа № 7

Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра/ объёмный расход.

Цель работы: Определение опытным путем влияния изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра/ объёмный расход.

Задание: Определить влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра/ объёмный расход.

Порядок выполнения:

Как и в работе 6., при включении насоса происходит выдвигание штока горизонтально ориентированного гидроцилиндра в рабочую область. При этом скорость перемещения должна регулироваться. Обратный ход осуществляется посредством переключения 4/2-гидрораспределителя.

При открытом дросселе шток дифференциального гидроцилиндра движется в разных направлениях с разной скоростью. Необходимо объяснить разность скоростей. Дополнительно необходимо рассчитать объемы поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра.

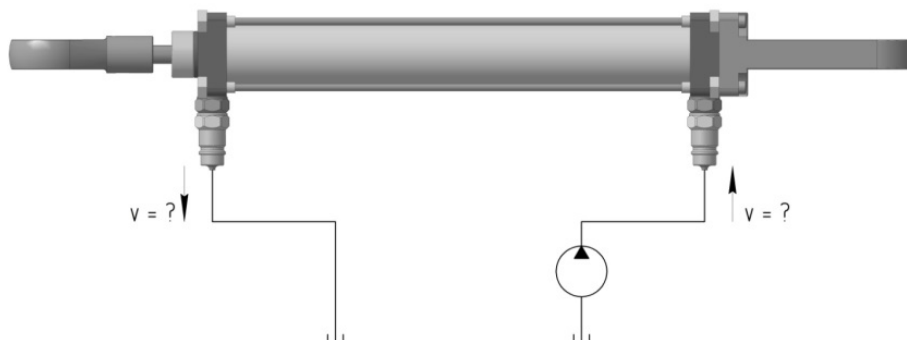


Рис.7.1. – Практический пример: Схематическое представление скорости потока в дифференциальном гидроцилиндре.

Задачи по проекту.

- Ознакомление с учебным материалом,
- Формулировка задания и разработка соответствующего технического решения,
- Изучение технических характеристик дифференциального гидроцилиндра,
- Практическая работа с гидрокомпонентами на учебном стенде в ходе реализации проекта.

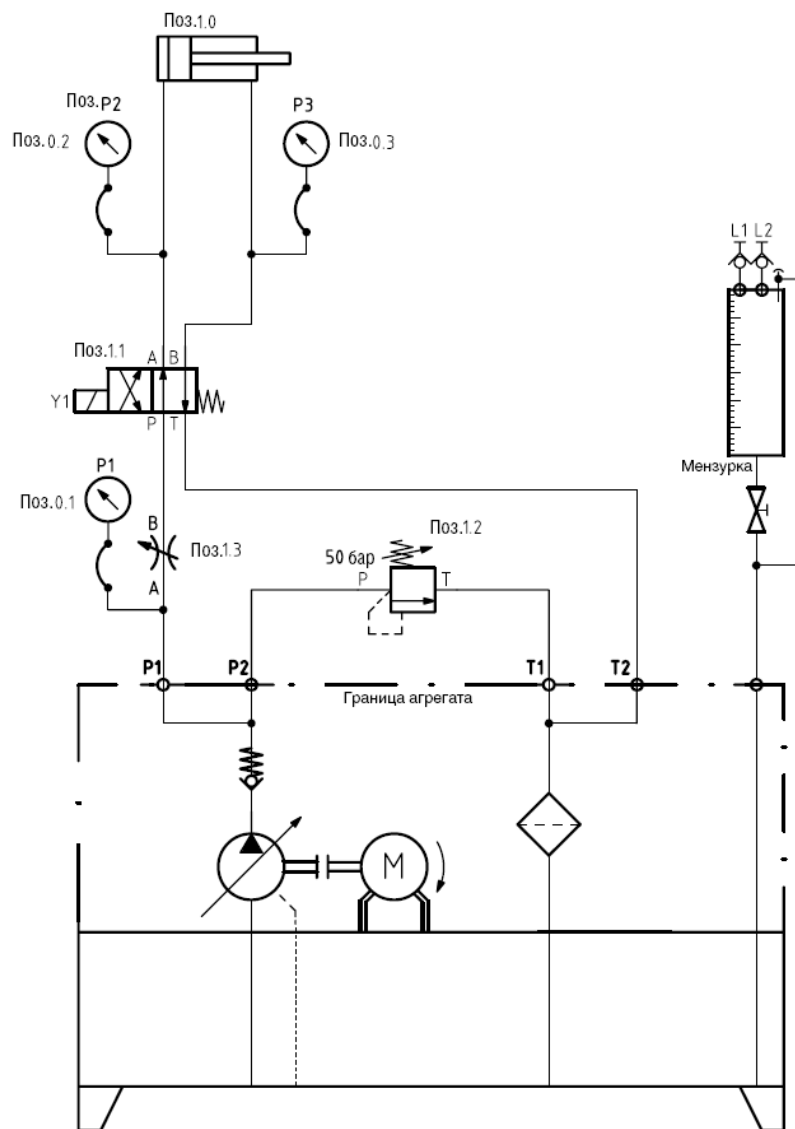


Рис.7.2. – Гидравлическая схема: Гидроцилиндр с регулируемой скоростью хода.

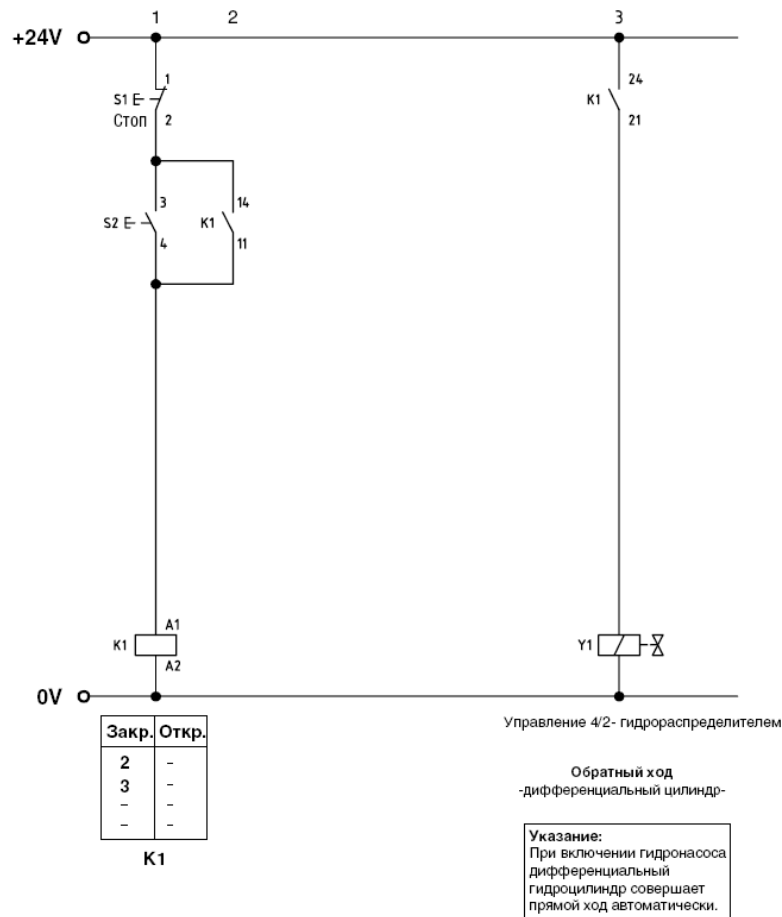

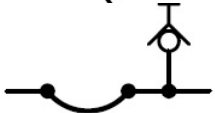





Рис.7.3. – Электросхема к гидравлической схеме на рисунке 7.2.

Спецификация.

Таблица 7.1.- Спецификация к гидравлической схеме на рисунке 7.2.

Поз.	Шт.	Название устройства	Обозначение типа устройства	Символ
1.0	1	Гидроцилиндр	ZY1.3	
1.1	1	4/2-гидрораспределитель	DW3E	
1.2	1	Предохранительный клапан	DD 1.1	
1.3	1	Дроссель	DF 1.2	
	1	Коллектор (опция)	DZ 4.1	

0.1 0.3	3	Манометр с рукавом	DZ 1.4	
	3	Напорный рукав с контрольной точкой	DZ 25.1	
		Напорный рукав	VSK 1	
	1	Секундомер		
	1	Расходомер (опция)	DZ 30	

Порядок сборки.

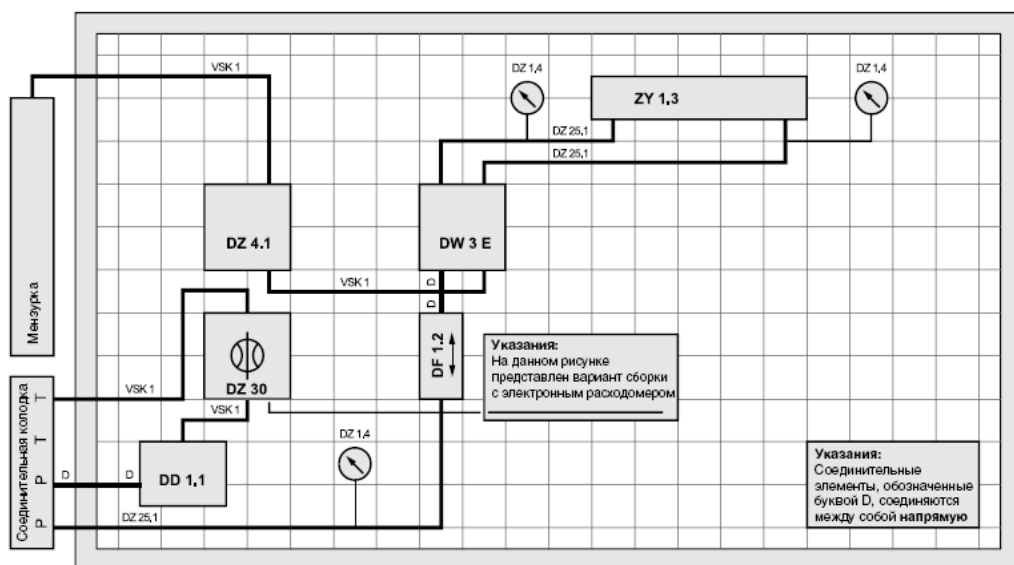


Рис.7.4.– Рекомендуемая схема размещения элементов с обозначением устройств согласно таблице 7.1 и гидравлической схеме на рисунке 7.2.

Правила безопасности.

Для обеспечения работоспособности гидрокompонентов и предупреждения возможных неполадок необходимо соблюдать рекомендации по безопасности до и во время выполнения задания. Во «Введении» к данному пособию перечислены источники, где можно найти соответствующие рекомендации.

При некорректном обращении с электрогидравлическими компонентами возникает возможность повреждения механизмов и опасность получения травм, вплоть до угрозы для жизни.

Перед началом работы на гидравлическом стенде убедитесь, что кнопка выключения электропитания нажата и гидравлический агрегат отключен. Проверьте по манометру, что давление в гидросистеме отсутствует.

В гидравлических системах в выключенном состоянии может сохраняться остаточное давление. Наличие остаточного давления может привести к травмам при соединении гидрокompонентов при помощи гибких рукавов.

Выполнение задания.

Сборку гидросистемы производить в следующем порядке:

1. Необходимые компоненты из Таблицы 7.1 разместить на учебном стенде в порядке, установленном схемой размещения.

Для подсоединения манометра с рукавом DZ 1.4 использовать напорный рукав DZ 25 с контрольной точкой. Рукав манометра прочно соединить с соответствующей контрольной точкой.

Обратить внимание!

Правильность и прочность соединений деталей с напорным рукавом проверить легким проворачиванием рукава.

Убедитесь, что ко всем штуцерам - в данном случае также к рукавам манометра - подсоединены трубы или рукава, либо штуцеры закрыты заглушками. Через открытые штуцеры масло может вытечь на пол, что может привести к травме.

Электрическую систему управления собрать по электросхеме Дроссель 1.3. открыть до конца. Для этого повернуть ручку дросселя против часовой стрелки до упора.

2. Включить насос и проверить собранную систему управления на отсутствие утечек. Манометры должны показывать нулевое давление.
3. Проверить настройку регулятора давления насоса, при необходимости произвести настройку (52 бара).
4. Когда давление P1 на предохранительном клапане 1.2. достигает 50 бар, нажать кнопку S2, чтобы шток цилиндра 1.0. не выдвигался.
5. Нажать кнопку S2 еще раз, при этом снимается сигнал управления с электромагнита Y1 4/2-гидрораспределителя 1.1., и шток гидроцилиндра выдвигается за счет расхода, подводимого в поршневую полость.
6. Регулирование скорости выдвижения штока 1.0. осуществлять с помощью дросселя 1.3. в течение 5 секунд при отключенном гидрораспределителе 1.1.
7. Значения давления в точках P1, P2 и P3 во время прямого и обратного ходов, занести в Таблицу 7.2. Время прямого и обратного ходов штока засекают секундомером и занести полученные значения в Таблицу 7.2.

Обратить внимание!

По окончании работы отключить насос на учебном стенде! Предохранительный клапан 1.2. установить на минимальное давление, дроссель 1.3. полностью открыть. Проверить по манометрам, что давление в гидросистеме отсутствует!

Результаты измерений.

Таблица 7.2. – Значения скорости/объемного расхода.

Гидроцилиндр Положение штока	Положение выключателя 4/2-ходовый клапан	P1 бар	P2 бар	P3 бар	t sec	V m/sec	V l
Прямой ход штока	b	0	0	0	3,9	0,073	-
Шток выдвинут	b	0	0	0	-		0,098
Обратный ход штока	A	0	0	0	2,75	0,051	-
Шток втянут	A	0	0	0	-		0,058

Дополнительное задание:

Вычисление объемов поршневой и штоковой полостей используемого дифференциального цилиндра (расчетные данные занести таблицу 7.2).

Гидроцилиндр тип CD T3...25/16...200

Диаметр поршня:

$$D_K = 25 \text{ (мм)};$$

$$A_K = 4,91 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Диаметр штока поршня:

$$D_S = 16 \text{ (мм)};$$

$$A_S = 2,01 \text{ (см}^2\text{)};$$

$$A_R = 2,90 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Ход штока:

$$S = 200 \text{ (мм)} = 20 \text{ (см)}.$$

Объем поршневой полости:

$$V = A \cdot S.$$

Объем поршневой полости:

$$V = 4,91 \text{ (см}^2\text{)} \cdot 20 \text{ (см)} = 98,2 \text{ (см}^3\text{)} = 0,098 \text{ (л)}.$$

Объем штоковой полости:

$$V = 2,90 \text{ (см}^2\text{)} \cdot 20 \text{ (см)} = 58,0 \text{ (см}^3\text{)} = 0,058 \text{ (л)}.$$

Выводы:

- Скорость перемещения штока в дифференциальном гидроцилиндре зависит от типоразмера гидроцилиндра и величины подачи насоса.
- Из-за разности площадей поршневой и штоковой полостей скорость потока жидкости в подводящем и отводящем трубопроводах различна.
- В гидроцилиндрах с проходным штоком создаваемое усилие и скорость движения штока в обоих направлениях одинаковы.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Влияние изменения температуры рабочей жидкости на работоспособность дифференциального гидроцилиндра/ объёмный расход.

Лабораторная работа № 8

Работоспособность гидромотора при изменении температуры рабочей жидкости

Цель работы: Изучение работоспособности гидромотора при изменении температуры рабочей жидкости.

Задание: Определить работоспособность гидромотора при изменении температуры рабочей жидкости.

Порядок выполнения:

С помощью лебедки поднимаются и опускаются грузы. Скорость движения троса лебедки должна быть регулируемой. Из соображений экономии места применение гидроцилиндра нецелесообразно. Применение электродвигателя также нежелательно из-за изменяющегося веса грузов. Т.е. приводить трос лебедки в движение необходимо с помощью гидромотора.

Необходимо разработать гидравлическую схему и провести измерения перепада давления на гидромоторе при различных значениях расхода жидкости.

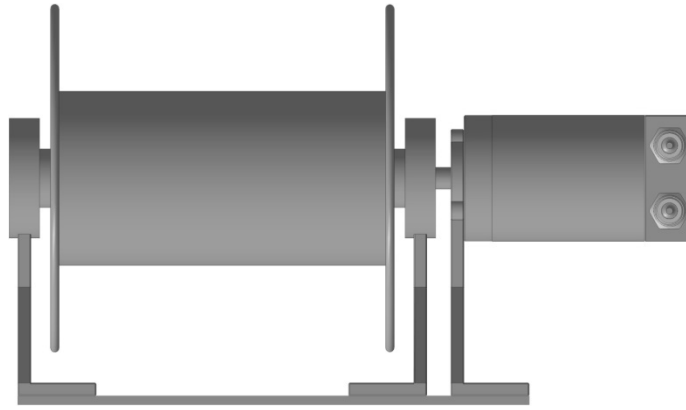


Рис.8.1. – Практический пример: Лебедка для подъема грузов.

Задачи по проекту.

- Ознакомление с учебным материалом,
- Формулировка задания и разработка соответствующего технического решения,
- Изучение технических характеристик гидромотора,
- Практическая работа с гидрокompонентами на учебном стенде в ходе реализации проекта.

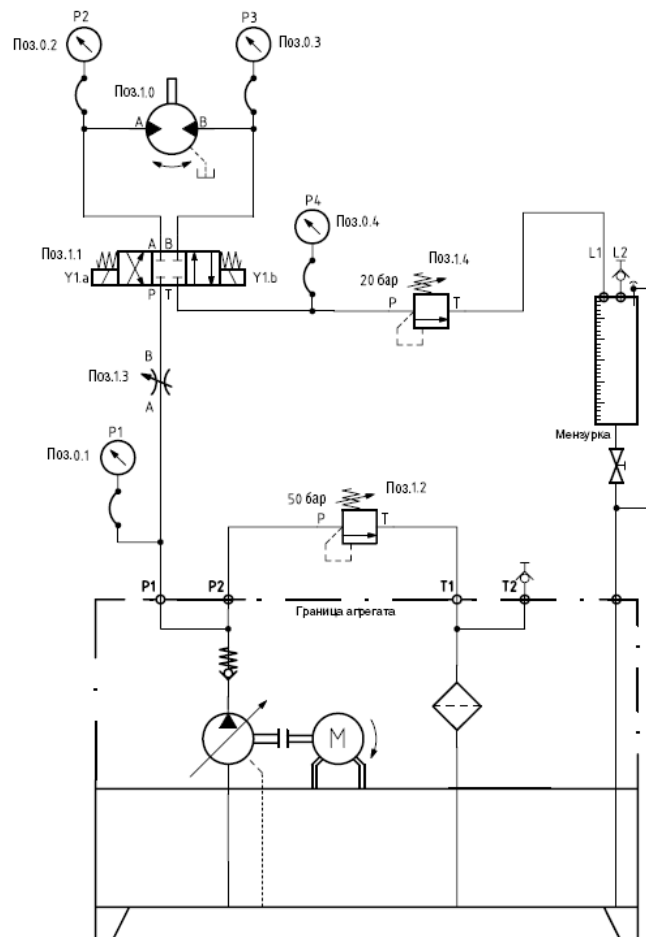


Рисунок 8.2. – Гидравлическая схема.

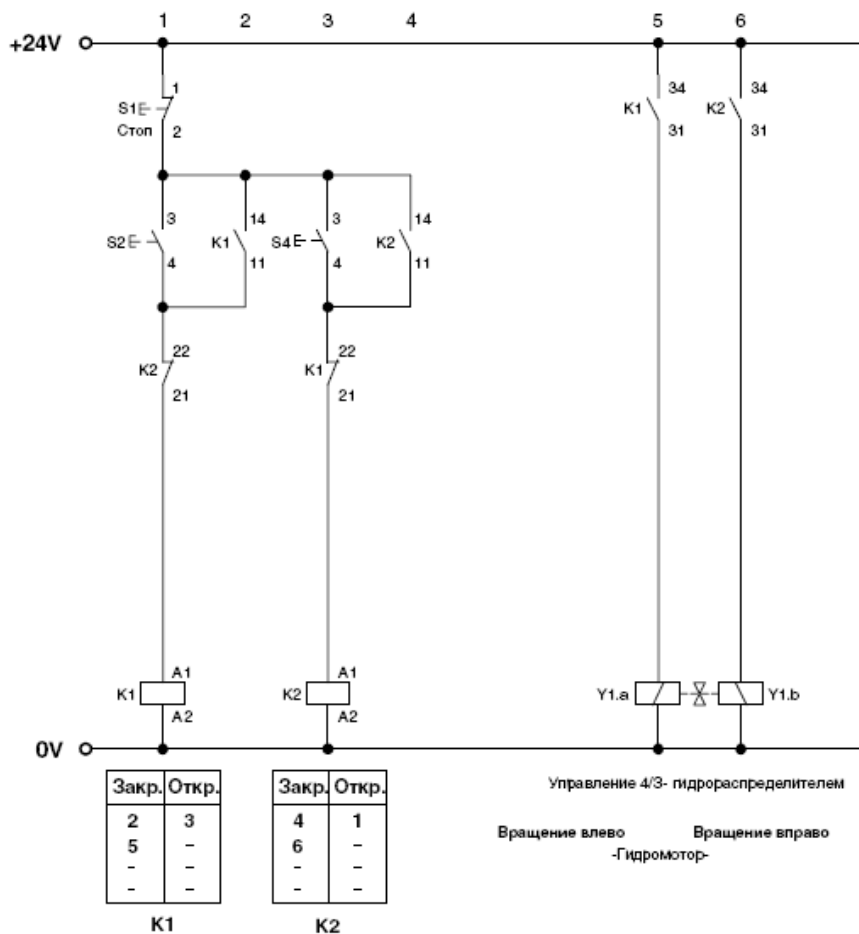

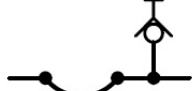







Рис.8.3.– Электросхема к гидравлической схеме на рисунке 8.2.

Таблица 8.1. – Спецификация к гидравлической схеме на рисунке 8.2.

Поз.	Шт.	Название устройства	Обозначение типа устройства	Символ
1.0	1	Аксиально-поршневой гидромотор	DM 2	
1.1	1	4/3-гидрораспределитель	DW 13 E	
1.2/1.4	2	Предохранительный клапан	DD 1.1	
1.3	1	Регулируемый дроссель	DF 1.2	
	1	Коллектор	DZ 4.1	

0.1 - 0.4	4	Манометр с рукавом	DZ 1.4	
	4	Напорный рукав с контрольной точкой	DZ 25.1	
		Напорный рукав	VSK1	
	1	Секундомер с мензуркой (для измерения измерения расхода)		
	1	Датчик частоты вращения		
	1	Расходомер (опция)	DZ 30	
	1	Многофункциональное измерительное устройство 5050 к сенсору DZ 30 (опция)		

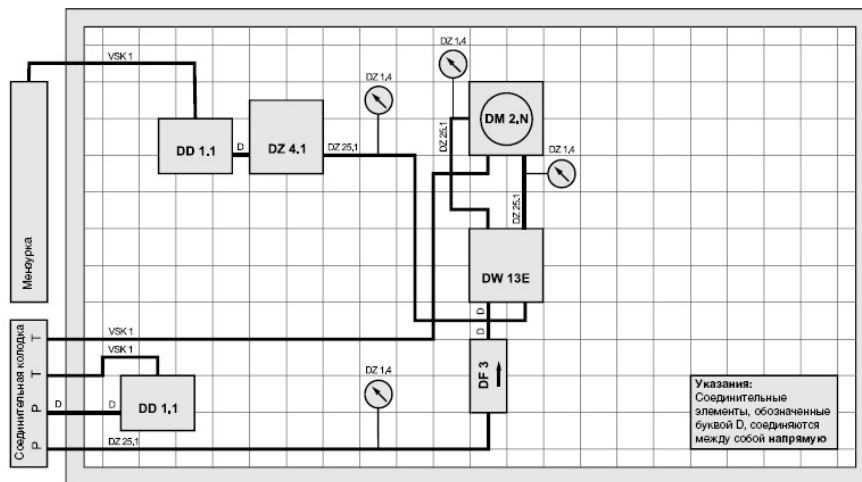


Рис.8.4. – Рекомендуемая схема размещения элементов с обозначением устройств согласно таблице 8.1. и гидравлической схеме на рисунке 8.2.

Вариант сборки.

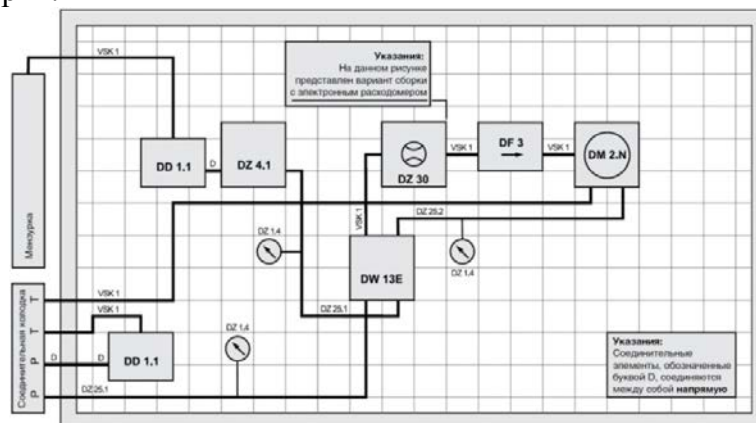


Рис.8.5.– Рекомендуемая схема размещения элементов с обозначением устройств согласно таблице 8.1. и гидравлической схеме на рисунке 8.2.

Правила безопасности.

Для обеспечения работоспособности гидрокомпонентов и предупреждения возможных неполадок необходимо соблюдать рекомендации по безопасности до и во время выполнения задания. Во «Введении» к данному пособию перечислены источники, где можно найти соответствующие рекомендации.

При некорректном обращении с электрогидравлическими компонентами возникает возможность повреждения механизмов и опасность получения травм, вплоть до угрозы для жизни.

Перед началом работы на гидравлическом стенде убедитесь, что кнопка выключения электропитания нажата и гидравлический агрегат отключен. Проверьте по манометру, что давление в гидросистеме отсутствует.

В гидравлических системах в выключенном состоянии может сохраняться остаточное давление. Наличие остаточного давления может привести к травмам при соединении гидрокомпонентов при помощи гибких рукавов.

Выполнение задания.

Сборку гидросистемы производить в следующем порядке:

1. Необходимые компоненты из Таблицы 8.1. разместить на учебном стенде в порядке, установленном схемой размещения.

Для подсоединения манометра с рукавом DZ 1.4 использовать напорный рукав DZ 25 с контрольной точкой. Рукав манометра прочно соединить с соответствующей контрольной точкой.

Обратить внимание!

Правильность и прочность соединений деталей с напорным рукавом проверить легким проворачиванием рукава.

Убедитесь, что ко всем штуцерам – в данном случае также к рукавам манометра – подсоединены трубы или рукава, либо штуцеры закрыты заглушками. Через открытые штуцеры масло может вытечь на пол, что может привести к травме.

Собрать электрическую систему управления согласно электросхеме 1.23. Предохранительные клапаны 1.2. и 1.4. настроить на минимальное давление.

2. Включить насос, проверить собранную гидросистему на отсутствие утечек. Манометры должны показывать нулевое давление.

3. Проверить настройку регулятора давления насоса, при необходимости произвести настройку (52 бара).

4. Нажатием кнопки S4 подать сигнал на электромагнит Y1b гидрораспределителя 1.1. Гидромотор 1.0. начнет вращаться вправо.

Во время работы гидромотора, подпор (контрольная точка P4) установить на отметку 20 бар с помощью предохранительного клапана 1.4.

На следующем шаге гидромотор начнет вращаться. Обязательно проследите, чтобы на вращающиеся элементы гидромотора не попала одежда, волосы и т.п.

5. Дроссель 1.3. закрыть полностью, затем открыть на четверть оборота (первое значение в Таблицу 8.2).

6. Нажатием кнопки S2 подать сигнал на электромагнит Y1a гидрораспределителя 1.1. Гидромотор 1.0 начнет вращаться влево.

Объемный расход q измерять в л/мин с помощью мензурки с секундомером или расходомера и занести полученные значения в Таблицу 3.2. Также измерить и занести в Таблицу 1.8. результаты измерений давления в точках P1, P2, P3 и P4.

7. Ручку дросселя 1.3 повернуть на заданное в таблице 8.1; значение и результаты измерений занести в таблицу.

Аналогичные измерения провести при вращении гидромотора в другую сторону.

Результаты измерения.

Значения частоты вращения вала гидромотора измерены с помощью датчика частоты вращения.

Таблица 8.2. – Приведенные данные получены при левом вращении гидромотора.

Настройка частоты вращения с помощью дросселя	P1 бар	P2 бар	P3 бар	Ar P 2 - P 3	P4 бар	q л/мин	n МИН ⁻¹
Дроссель закрыт	50	0	0	0	0	0	0
Открыт на 1/4 оборота	45	16	19	3	24	4,2	870*
Открыт на 1/2 оборота	45	17	20	3	27	4,8	970*
Открыт на 1 оборот	44	19	23	4	30	5,6	1140*
Открыт на 1 1/2 оборота	42	20	25	5	31	6,0	1230*
Открыт на 2 оборота	42	20	25	5	31	6,2	1280*
Открыт на 2 1/2 оборота	40	20	26	6	33	6,4	1320*

Дополнительное задание:

Расчет мощности привода при максимальной частоте вращения осуществляется по следующим формулам.

$$P = \frac{p \cdot q}{600} [\text{кВт}];$$

$$q = \frac{V}{t} \cdot 60;$$

$$n = \frac{q \cdot \eta_{VOL}}{V_g},$$

где P - мощность привода в кВт

p - давление в бар

q - объемный расход

V - объем мензурки в л

t - время измерения в с

n - частота вращения, мин⁻¹

η_{VOL} - объемный КПД гидромотора, $\eta_{VOL} = 0,8$.

V_g - рабочий объем гидромотора, $V_g = 4,93 \text{ см}^3/\text{об}$.

Выводы:

- Гидромоторы передают механическую энергию рабочей жидкости выходному звену: вращающемуся валу.
- Направление вращения вала гидромотора регулируется гидрораспределителем.
- Частота вращения вала гидромотора определяется величиной подачи насоса и рабочим объемом гидромотора.
- Крутящий момент на валу гидромотора определяется перепадом давления между полостями высокого и низкого давления в гидромоторе и рабочим объемом гидромотора.
- Крутящий момент на валу гидромотора возникает также во время его блокировки.

Таким образом, момент на валу вала гидромотора не зависит от частоты вращения.

Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1,2] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[4,5] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Работоспособность гидромотора при изменении температуры рабочей жидкости.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для получения информации при подготовке к занятиям, создания презентационного сопровождения лекций, создания тематических веб-сайтов, интерактивного общения, участия в онлайн-конференциях, работы в электронной информационной среде, используется следующее программное обеспечение:

- Microsoft Imagine Premium (ОС Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- Adobe Reader.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17" LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G, mANX, HDD Seagate 250Gb, DIMM DDR//2*512Mb, DVDRV, FDD)	
ЛР	Лаборатория общей гидравлики	Учебная мебель, Интерактивная доска SMARTBoard 6801 со встроенным проектором Unifi 35 (диаг.77"/195,6 см); Телевизор LCD 42" Philips 42 PFL3605; Настольная лаборатория гидравлики; Лабораторный стенд «Работа насосов различных типов»;	ЛР 1
Лк, ЛР	Лаборатория гидро-пневмопривода	Учебная мебель, учебно-лабораторный стенд для изучения гидравлических приводов «Гидравлические приводы с ПЛК»; Гидравлические и пневматические системы и средства автоматизации; Настольная лаборатория гидравлики;	ЛР 2-8
СР	Читальный зал №1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	1. Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе	Вопросы к зачету 1–5
		2. Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.	Вопросы к зачету 6-8
		3. Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.	Вопросы к зачету 9-12
		4. Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.	Вопросы к зачету 13-14
		5. Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей	Вопросы к зачету 15-17
		6. Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.	Вопросы к зачету 18-19
		7. Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.	Вопросы к зачету 20-33

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-4	Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристики рабочих жидкостей 2. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей 3. Гидравлические линии 4. Соединения. 5. Расчет гидролиний. 6. Проблемы обеспечения эффективной работы гидропривода. 7. Цели обеспечения эффективной работы гидропривода. 8. Функционирование гидропривода в условиях низких температур. 9. Виды внешних воздействий на работу гидропривода. 10. Влияние температуры на трение в гидрооборудовании. 11. Влияние температуры на потери давления в гидрооборудовании и трубопроводах. 12. Влияние температуры и состояния жидкости на износ гидрооборудования. 13. Влияние низких температур на разрушение деталей гидрооборудования 14. Влияние климатических условий на эксплуатационную производительность гидрофицированных машин 15. Тепловое состояние гидропривода и анализ средств его регулирования. 16. Анализ технических средств предпускового разогрева рабочей жидкости. 17. Анализ технических средств регулирования температуры рабочей жидкости. 18. Многообразие конструктивных решений 19. Нетрадиционные конструктивные решения. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе 2. Работоспособность гидропривода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений. 3. Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости. 4. Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости. 5. Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей 6. Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.

		<p>20. Основные положения проектирования гидропривода СД и ПТМ.</p> <p>21. Разработка принципиальной схемы.</p> <p>22. Выбор и расчет основных параметров и исходных данных.</p> <p>23. Расчет мощности и подачи насосов.</p> <p>24. Выбор насосов.</p> <p>25. Выбор и расчет гидроцилиндров.</p> <p>26. Выбор гидромоторов.</p> <p>27. Выбор направляющей и регулирующей гидроаппаратуры.</p> <p>28. Выбор фильтров.</p> <p>29. Выбор трубопроводов.</p> <p>30. Расчет потерь давления в гидросистеме.</p> <p>31. Проверочный расчет гидропривода.</p> <p>32. Определений мощности и КПД гидропривода.</p> <p>33. Тепловой расчет гидропривода.</p>	<p>7. Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.</p>
--	--	--	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ПК-4) основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>Уметь: (ПК-4) разрабатывать основы конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>Владеть: (ПК-4) навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.</p>	<p>зачтено</p>	<p>Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов и сформированность компетенций. Допускаются незначительные ошибки.</p>
	<p>не зачтено</p>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Расчет и конструирование элементов гидрооборудования для специальных условий эксплуатации» охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому и проектно-конструкторскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе
2. Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.
3. Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.
4. Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.
5. Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей
6. Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.
7. Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, а также при подготовке к зачету, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Лабораторные работы» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Расчет и конструирование элементов гидрооборудования
для специальных условий эксплуатации

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: осуществление информационного поиска по расчету и конструированию элементов гидрооборудования в условиях низких температур; определение влияния низких температур на разрушение деталей гидрооборудования; участие в составе коллектива исполнителей при производстве и испытании гидроагрегатов СДМ.

Задачей изучения дисциплины является: получение общих сведений об основных тенденциях и направлениях в гидрооборудования, используемого при специальных условиях эксплуатации; получение общих сведений о расчете и конструировании элементов гидропривода в условиях низких температур.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 18 час., Лк-18 час., СР – 36 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Жидкости используемые в объемном гидравлическом приводе
2. Работоспособность гидравлического привода при отрицательных температурах. Поиск оптимальных решений.
3. Износ гидрооборудования при отрицательных температурах жидкости.
4. Разрушение деталей гидрооборудования при низких температурах жидкости.
5. Регулирование температуры рабочей жидкости, способы предпускового разогрева рабочих жидкостей
6. Оборудование используемое для предпускового разогрева рабочей жидкости.
7. Основы расчета гидропривода работающего в условиях низких температур.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - способность в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры СДМ № ____ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы от «06» марта 2015г. №162

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

для набора 2015 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015г. № 474, для заочной формы обучения от «01» октября 2015 г. № 587;

для набора 2016 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429, для заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429; для ускоренной формы обучения от «06» июня 2016г. № 429.

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125, для заочной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125; для ускоренной формы обучения от «04» апреля 2017г. № 203.

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130, для заочной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

Программу составил:

Федоров Вячеслав Сергеевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «24» декабря 2018г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «28» декабря 2018г., протокол №6

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления
Регистрационный № _____

Г.П. Нежевец