

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
ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД**

Б1.Б.19.05

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Квалификация выпускника: инженер

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
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	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	9
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	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, практических занятий.....	14
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы.....	45
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	46
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	46
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	48
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	54
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	55

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

- осуществление информационного поиска по основам гидравлики и гидропневмопривода наземных транспортно-технологических средств;
- участие в составе коллектива исполнителей при производстве и испытании гидроагрегатов наземных транспортно-технологических средств.

Задачи дисциплины

- дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии гидрооборудования наземных транспортно-технологических средств;
- дать общие сведения об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области гидравлики и гидропневмопривода наземных транспортно-технологических средств.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; уметь: обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств; владеть: способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических средств.
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	знать: основные особенности разработки конструкторско-технической документации; уметь: осуществлять разработку конструкторско-технической документации; владеть: навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.
ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и	знать: основные особенности разработки конструкторско-технической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и

	автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	<p>дорожных работ; уметь: осуществлять разработку конструкторско-технической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ; владеть: способностями разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>
--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.19.05 Гидравлика и гидропневмопривод относится к базовой части.

Дисциплина Гидравлика и гидропневмопривод базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Физика, Техническая физика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Гидравлика и гидропневмопривод представляет основу для изучения дисциплин: Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования, Надежность механических систем.

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

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	4	-	144	12	4	4	4	123	КР	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	12	6	12
Лекции (Лк)	4	2	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	2	4
Практические занятия (ПЗ)	4	2	4
Курсовая работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	123	-	
Подготовка к лабораторным работам	3	-	
Подготовка к практическим занятиям	4		
Подготовка к экзамену в течение семестра	36	-	
Выполнение курсовой работы	80	-	
III. Промежуточная аттестация экзамен	9	-	
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	144	-	
	3	-	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- 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	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.	10,7	0,2	0,5	-	10
2.	Основы гидростатики. Основы гидродинамики.	10,7	0,2	0,5	-	10
3.	Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.	11,9	0,4	0,5	-	11

4.	Гидравлический расчет простых трубопроводов.	12,2	0,2	-	2	10
5.	Гидравлические машины.	11,4	0,4	-	1	10
6.	Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.	12,9	0,4	0,5	1	11
7.	Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители	10,9	0,4	0,5	-	10
8.	Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем	11,9	0,4	0,5	-	11
9.	Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).	10,9	0,4	0,5	-	10
10.	Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.	10,4	0,4	-	-	10
11.	Схемы типовых гидросистем.	10,4	0,4	-	-	10
12.	Пневматический привод.	10,7	0,2	0,5	-	10
	ИТОГО	135	4	4	4	123

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.	Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.	Краткая история развития гидравлики. Жидкость и силы действующие на нее. Механические характеристики и основные свойства жидкостей	Лекция-диспут (2 час.)
2.	Основы гидростатики. Основы гидродинамики.	Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного	-

		<p>давления</p> <p>Основные понятия о движении жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости.</p>	
3.	<p>Гидравлические сопротивления.</p> <p>Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.</p>	<p>Режимы движения жидкости. Кавитация. Потери напора при ламинарном течении жидкости. Потери напора при турбулентном течении жидкости. Местные гидравлические сопротивления</p> <p>Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов). Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности.</p>	-
4.	<p>Гидравлический расчет простых трубопроводов.</p>	<p>Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых трубопроводов. Сложные трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации</p>	<p>Разбор конкретных ситуаций (2 час.)</p>
5.	<p>Гидравлические машины.</p>	<p>Лопастные насосы. Поршневые насосы. Индикаторная диаграмма поршневых насосов. Баланс энергии в насосах. Обозначение элементов гидро- и пневмосистем.</p>	-
6.	<p>Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.</p>	<p>Структурная схема гидропривода. Классификация и принцип работы гидроприводов. Преимущества и недостатки гидропривода. Характеристика рабочих жидкостей. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей. Гидравлические линии. Соединения. Расчет гидролиний.</p>	-
7.	<p>Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители</p>	<p>Некоторые термины и определения. Гидравлические машины шестеренного типа. Пластинчатые насосы и гидромоторы. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы. Механизмы с гибкими разделителями. Классификация гидроцилиндров. Гидроцилиндры прямолинейного действия. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидроцилиндры. Общие сведения. Золотниковые гидрораспределители. Крановые гидрораспределители. Клапанные гидрораспределители.</p>	<p>Разбор конкретных ситуаций (2 час.)</p>
8.	<p>Регулирующая и</p>	<p>Общие сведения о гидроаппаратуре.</p>	-

	направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем	Напорные гидроклапаны. Редукционный клапан. Обратные гидроклапаны. Ограничители расхода. Делители (сумматоры) потока. Дроссели и регуляторы расхода Гидробаки и теплообменники. Фильтры. Уплотнительные устройства. Гидравлические аккумуляторы. Гидрозамки. Гидравлические реле давления и времени. Средства измерения.	
9.	Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).	Общие сведения. Классификация гидроусилителей. Гидроусилитель золотникового типа. Гидроусилитель с соплом и заслонкой. Гидроусилитель со струйной трубкой. Двухкаскадные усилители.	-
10.	Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.	Способы разгрузки насосов от давления. Дроссельное регулирование. Объемное регулирование. Комбинированное регулирование. Сравнение способов регулирования.	Разбор конкретных ситуаций (2 час.)
11.	Схемы типовых гидросистем.	Гидросистемы с регулируемым насосом и дросселем. Гидросистемы с двухступенчатым усилением. Гидросистемы непрерывного (колебательного) движения. Электрогидравлические системы с регулируемым насосом. Гидросистемы с двумя спаренными насосами. Питание одним насосом двух и несколько гидродвигателей	-
12.	Пневматический привод.	Общие сведения о применении газов в технике. Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки. Течение воздуха. Исполнительные пневматические устройства	-

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</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.	Изучение физических свойств жидкости	1	исследовательская деятельность (2 час.)
2.	3.	Иллюстрация уравнения Бернулли	1	
3.	7.	Объемный насос. Напорный (переливной) клапан	1	-
4.	12.	Управление пневмоцилиндрами по скорости и положению	1	-
ИТОГО			4	2

4.4. Практические занятия

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	4.	Управление усилием на выходном звене исполнительного механизма	1	-
2.	5.	Управление положением выходного звена исполнительного механизма	1	-
3.	5.	Управление положением выходного звена исполнительного механизма. Использование в гидросистеме гидрозамков.	1	-
4.	5.	Управление положением выходного звена исполнительного механизма. Изучение особенностей использования в гидросистемах распределителей разных типов.	1	исследовательская деятельность (2 час.)
ИТОГО			4	2

4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа.

Цель курсовой работы: углубление и расширение познаний студентов в области гидравлики и гидропневмопривода подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования научить их правильно принимать инженерные решения, обоснованные расчетами, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой, подготовить студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

Структура.

Отчёт по курсовой работе должен иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на отдельном листе;
- содержание;
- список использованных сокращений и обозначений;
- введение [1-2 стр.];
- основная часть;
- заключение [1 стр.];
- список использованных источников.

Основная тематика: проектирование гидравлической схемы крана (по варианту).

Рекомендуемый объем. 20-30 страниц печатного текста, графическая часть 1 лист формат – А1.

Выдача задания и прием курсовой работы проводятся в соответствии с календарным учебным планом.

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал

	самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
хорошо	При защите курсовой работы обучающийся допустил небольшие пробелы, не исказившие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсовой работы, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, расчетов, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсовой работы допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсовой работы, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсовой работы

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>ОК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПСК</i>				
			<i>1</i>	<i>10</i>	<i>2.7</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8	
1. Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.		6	+	+	+	3	2,5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
2. Основы гидростатики. Основы гидродинамики.		10	+	+	+	3	3,5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
3. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.		16	+	+	+	3	5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
4. Гидравлический расчет простых трубопроводов.		20	+	+	+	3	6	ЛК, ПЗ, СР	экзамен, КР
5. Гидравлические машины.		18	+	+	+	3	5,5	ЛК, ПЗ, СР	экзамен, КР
6. Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.		16	+	+	+	3	5	ЛК, ЛР, ПЗ, СР	экзамен, КР
7. Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители		10	+	+	+	3	3,5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
8. Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем		10	+	+	+	3	3,5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
9. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).		8	+	+	+	3	3	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
10. Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.		8	+	+	+	3	3	ЛК, СР	экзамен, КР
11. Схемы типовых гидросистем.		6	+	+	+	3	2,5	ЛК, СР	экзамен, КР
12. Пневматический привод.		16	+	+	+	3	5	ЛК, ЛР, СР	экзамен, КР
всего часов		144	48	48	48	3	48		

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

1. Гидравлические и пневматические машины : учебное пособие / Кононов А.А., Федоров В.С., Кобзов Д.Ю., Лобанов Д.В. – 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. Основы гидравлики: учебное пособие / Кононов А.А., Федоров В.С., Кобзов Д.Ю., Лобанов Д.В. – 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 (автор, заглавие, выходные данные)	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, ПЗ, КР, 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, ПЗ, КР, 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	Лк, ЛР, ПЗ, КР, 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	Лк, ЛР, ПЗ, КР, 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 и практическим занятиям 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.

Лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

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

Отчеты по практическим занятиям должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Поэтапное выполнение задания.
4. Заключение.

При подготовке к экзамену (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. Обратить 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, практических занятий

Лабораторная работа № 1

Изучение физических свойств жидкости

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.

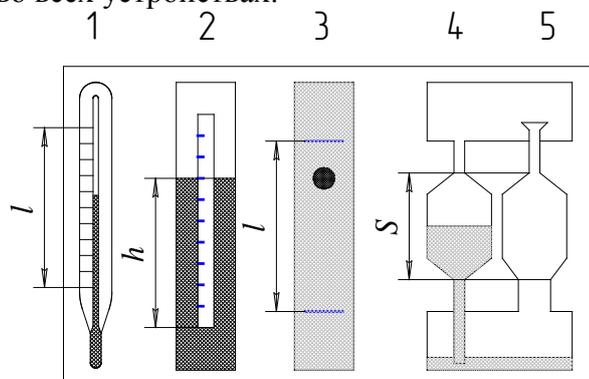


Рис. 1.1. - Схема устройства № 1:

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

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

где g – ускорение свободного падения;

d, D – диаметры шарика и цилиндрической емкости;

ρ, ρ_w – 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	ρ_w , кг/м ³	ν , м ² /с	ν^* , м ² /с
М-10					0,02			

Примечание. В устройстве № 1 вместо вискозиметра Стокса может быть встроено 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 $\rho = \rho_w / (1 + Ah)$ 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

Иллюстрация уравнения Бернулли

Цель работы: Опытное подтверждение уравнения Д. Бернулли, т.е. понижения механической энергии по течению и перехода потенциальной энергии в кинетическую и обратно (связи давления со скоростью).

Задание: выяснить соответствие изменений энергий уравнению Бернулли, подготовить протоколы отчетов.

Порядок выполнения:

Общие сведения

Уравнение Д. Бернулли выражает закон сохранения энергии и для двух сечений потока реальной жидкости в упрощенном виде записывается так:

$$P_1/(\rho g) + V_1^2/(2g) = P_2/(\rho g) + V_2^2/(2g) + h_{TR},$$

где P – давление; V – средняя скорость потока в сечении; ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения; h_{TR} – суммарные потери напора на преодоление гидравлических сил трения между сечениями 1-1 и 2-2; индексы «1» и «2» указывают номер сечения, к которому относится величина.

Слагаемые уравнения выражают *энергии*, приходящиеся на единицу веса (силы тяжести) жидкости, которые в гидравлике принято называть *напорами*: $P/(\rho g) = H_n$ – *пьезометрический* напор (потенциальная энергия), $V^2/(2g) = H_k$ – *скоростной* напор (кинетическая энергия), $P/(\rho g) + V^2/(2g) = H$ – *полный* напор (полная механическая энергия жидкости), h_{TR} – потери напора (механической энергии за счет ее преобразования в тепловую энергию). Такие энергии измеряются в единицах длины, т.к. $Дж/Н = Нм/Н = м$.

Из уравнения следует, что в случае отсутствия теплообмена потока с внешней средой *полная удельная энергия* (включая тепловую) *неизменна вдоль потока*, и поэтому изменение одного вида энергии приводит к противоположному по знаку изменению другого. Таков *энергетический смысл* уравнения Бернулли. Например, при расширении потока скорость V и, следовательно, кинетическая энергия $V^2/(2g)$ уменьшаются, что в силу сохранения баланса вызывает увеличение потенциальной энергии $P/(\rho g)$. Другими словами, понижение скорости потока V по течению приводит к возрастанию давления P , и наоборот.

Описание устройства № 4

Устройство № 4 содержит баки 1 и 2, сообщаемые через опытные каналы переменного 3 и постоянного 4 сечений (рис. 6.1). Каналы соединены между собой равномерно расположенными пьезометрами $I-V$, служащими для измерения пьезометрических напоров в характерных сечениях. Устройство заполнено подкрашенной водой. В одном из баков предусмотрена шкала 5 для измерения уровня воды.

При перевертывании устройства благодаря постоянству напора истечения H_0 во времени, обеспечивается установившееся движение воды в нижнем канале. Другой канал в это время пропускает воздух, вытесняемый жидкостью из нижнего бака в верхний.

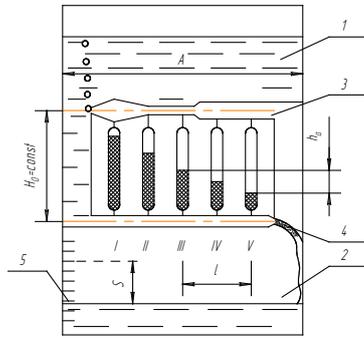


Рис. 6.1. Схема устройства №4:
1, 2 – баки; 3, 4 – опытные каналы переменного и постоянного сечения; 5 – уровневая шкала; I-V – пьезометры

Порядок выполнения работы

1. При заполненном водой баке 2 (рис. 6.1) перевернуть устройство для получения течения в канале переменного сечения 3.
2. Снять показания пьезометров $H_{II}=P/(\rho g)$ по нижним частям менисков воды в них.
3. Измерить время t перемещения уровня в баке на произвольно заданную величину S .
4. По размерам A и B поперечного сечения бака, перемещению уровня S и времени t определить расход Q воды в канале, а затем скоростные H_K и полные H напоры в сечениях канала по порядку, указанному в таблице 6.1.

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование величин	Обозначения, формулы	Сечения канала							
			I	II	III	IV	V	VI		
1.	Площадь сечения канала, см	ω								
2.	Средняя скорость, см/с	$V=Q/\omega$								
3.	Пьезометрический напор, см	$H_{II}=P/(\rho g)$								
4.	Скоростной напор, см	$H_K=V^2/(2g)$								
5.	Полный напор, см	$H=P/(\rho g)+V^2/(2g)$								

$$A=\dots\text{см}; B=\dots\text{см}; S=\dots\text{см}; t=\dots\text{с}; Q=ABS/t=\dots\text{см}^3/\text{с}$$

5. Вычертить в масштабе канал с пьезометрами (рис. 6.2). Соединив уровни жидкости в пьезометрах и центром выходного сечения VI, получить *пьезометрическую линию* 1, показывающую изменение потенциальной энергии (давления) вдоль потока. Для получения *напорной линии* 2 (линии полной механической энергии) отложить от оси канала полные напоры H и соединить полученные точки.

6. Проанализировать изменение полной механической H , потенциальной $P/(\rho g)$ и кинетической $V^2/(2g)$ энергий жидкости вдоль потока; выяснить соответствие этих изменений уравнению Бернулли.

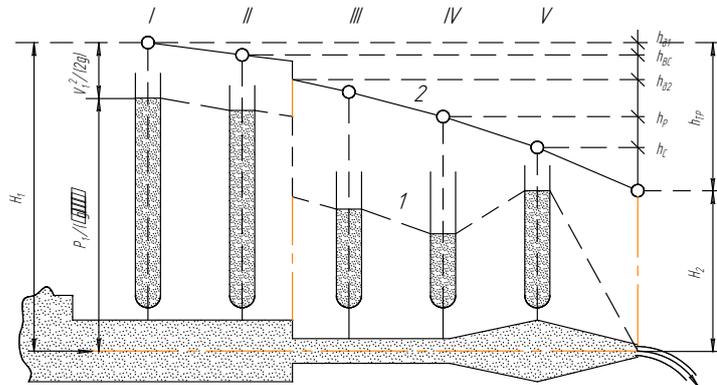


Рис. 6.2. - Иллюстрация уравнения Бернулли:

1, 2 – пьезометрическая и напорная линии; H_1, H_2 – полные напоры (механические энергии) на входе и выходе из канала; $h_{TP}, h_{\partial 1}, h_{\partial 2}, h_{BC}, h_P, h_C$ – потери напора: суммарные, по длине на 1^{ом} и 2^{ом} участках, на внезапное сужение, на плавные расширения и сужения.

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. В чем заключается геометрический и энергетический (физический) смысл уравнений Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей?

Лабораторная работа № 3

Объемный насос. Напорный (переливной) клапан

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:

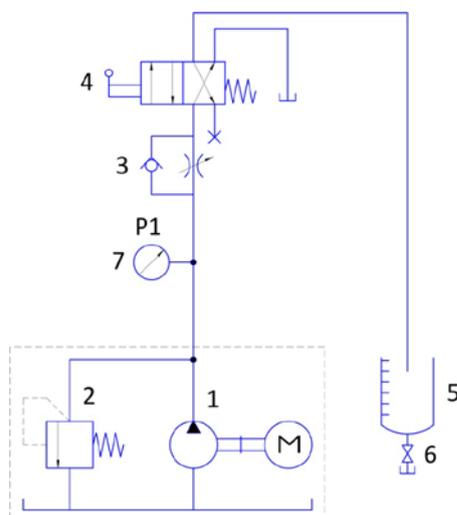


Рис.10.1 - Гидравлическая принципиальная схема проливки нерегулируемого объемного насоса:

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

устанавливают 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 $P_{\text{слива}} = 0$).

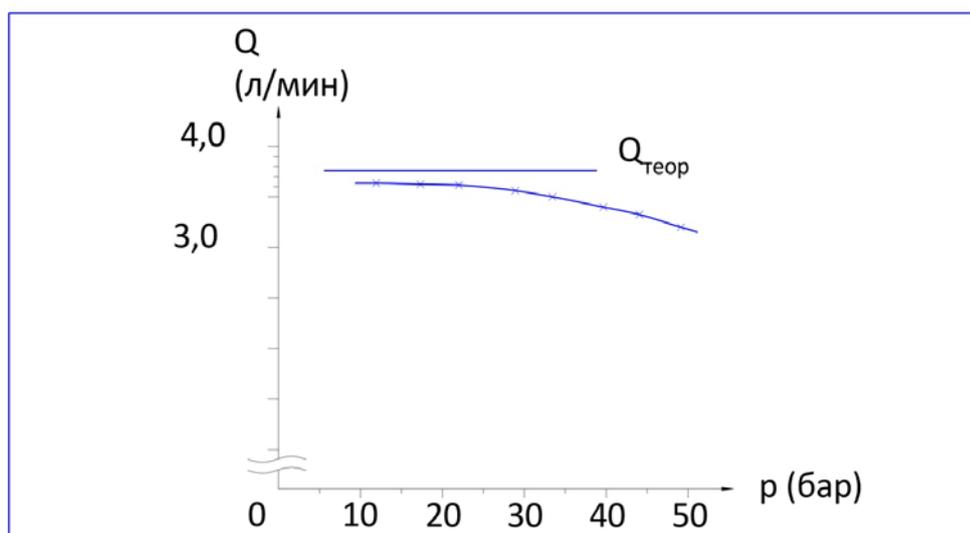
Характеристика объемного насоса.

Таблица 10.1.

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.

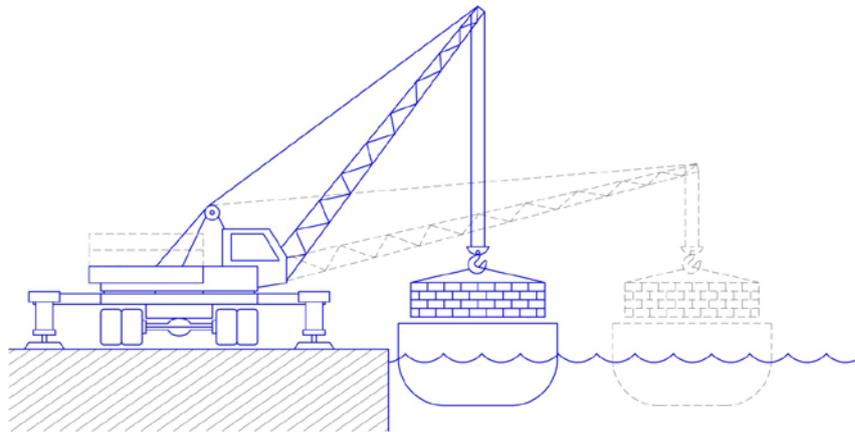
Таким образом, существенное снижение скорости вращения валков могло произойти в результате износа насоса и, как следствие, существенных внутренних утечек.

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.

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. 1 и 2.

Определить давление открытия напорного клапана.

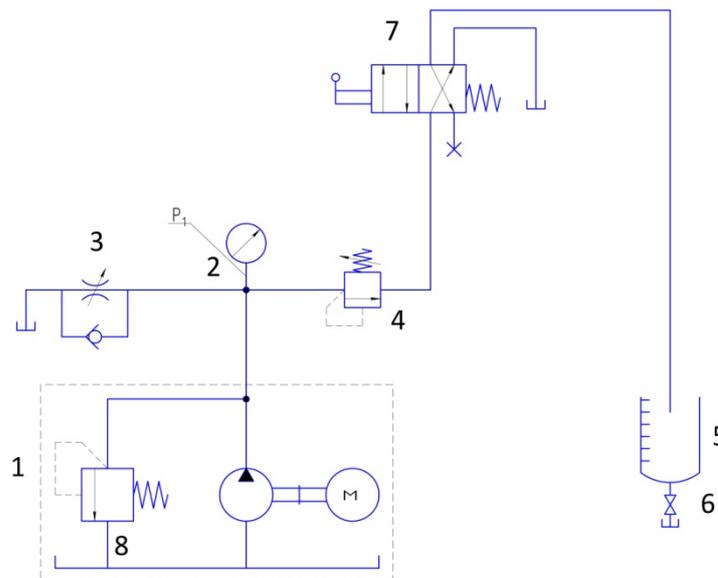
Построить гидравлические характеристики (график зависимости $\Delta p - Q$) напорного клапана.

Рассмотреть совместную работу насоса и напорного (переливного) клапана.

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

Характеристика напорного клапана.

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 10.2.

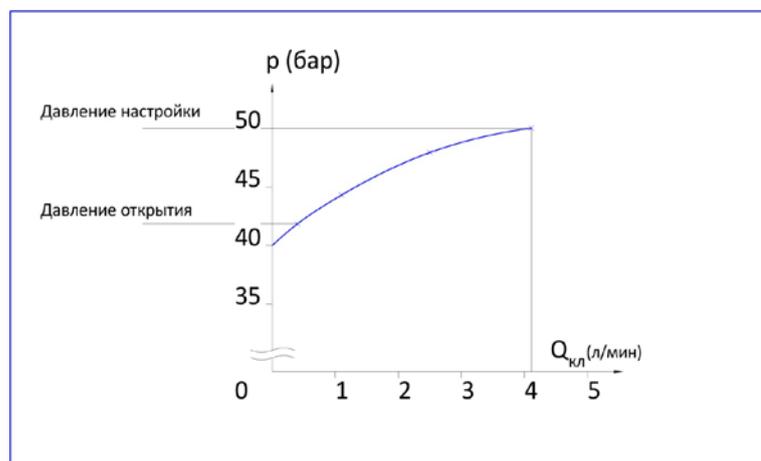
Давление P_1 (40)	25	30	33,5	35	37,5	40	бар
V (за 20 с)	0	0	0,5	0,87	1,0	1,3	л
Q	0	0	1,5	2,61	3,0	3,9	л/мин

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

Таблица 10.3.

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 1 и 2 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.

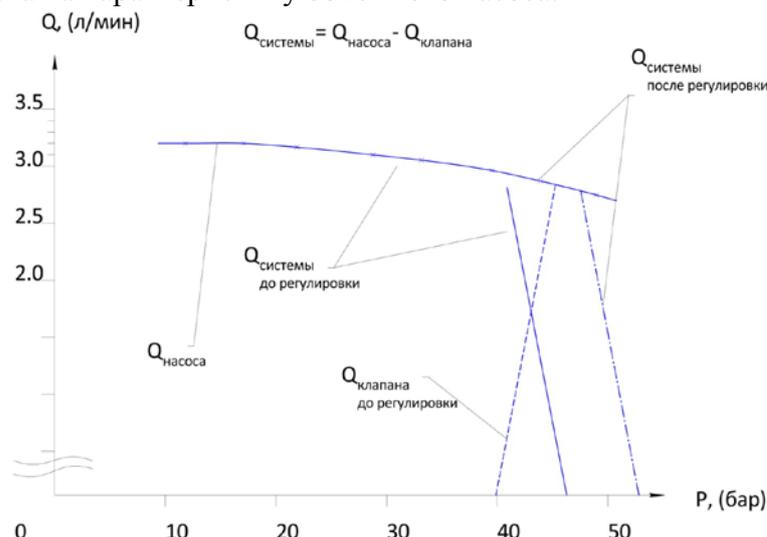


Рис. 10.2.- Гидравлическая характеристика гидроагрегата стенда-тренажера.

*) 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.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как определить гидравлические характеристики объемного насоса?

Лабораторная работа № 4

Управление пневмоцилиндрами по скорости и положению

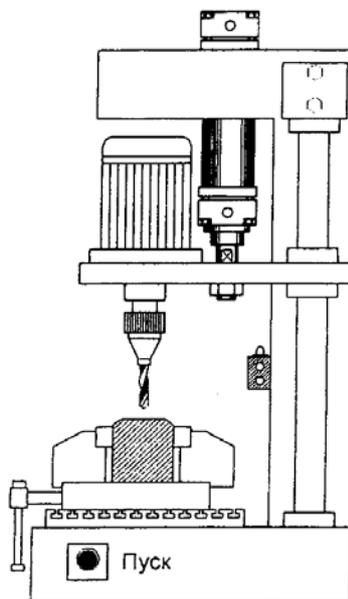
Цель работы: Ознакомление с основными способами управления скоростью и положением выходного звена исполнительных механизмов.

Задание: Изучение особенностей управления скоростью и положением выходного звена исполнительных механизмов.

Порядок выполнения:

Осуществить подачу рабочего инструмента на сверлильном станке посредством пневмопривода. При кратковременном нажатии на пневмокнопку « Пуск » патрон с инструментом совершает рабочую операцию и после ее выполнения автоматически возвращается в исходную позицию (скорость рабочей подачи должна быть регулируемой, скорость отвода инструмента должна быть максимально возможной).

Сверлильный станок с пневмоприводом рабочего инструмента.



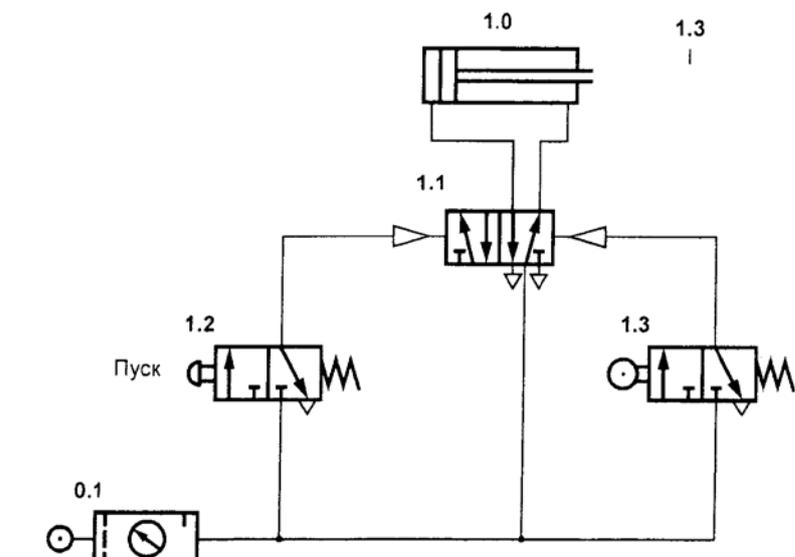
Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления подачей рабочего инструмента. Смоделировать систему на тренажере.

Решение задачи следует разбить на этапы:

разработка принципиальной схемы системы управления без учета дополнительных условий, моделирование решения на тренажере;

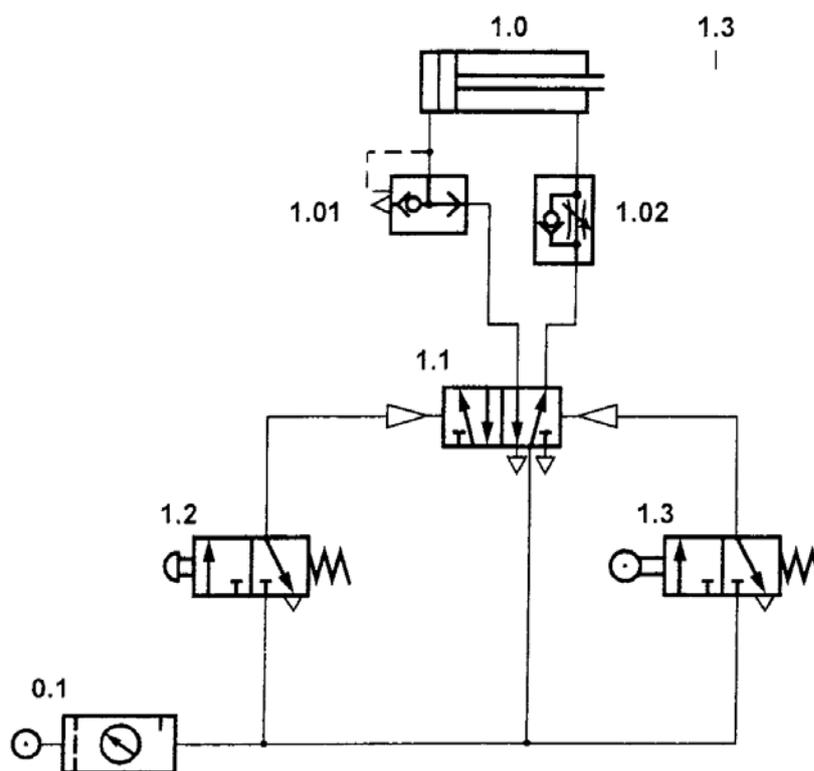
модернизация полученной принципиальной схемы с учетом первого дополнительного условия, моделирование решения на тренажере.

Решение без учета дополнительных условий:



Решение с учетом дополнительных условий:

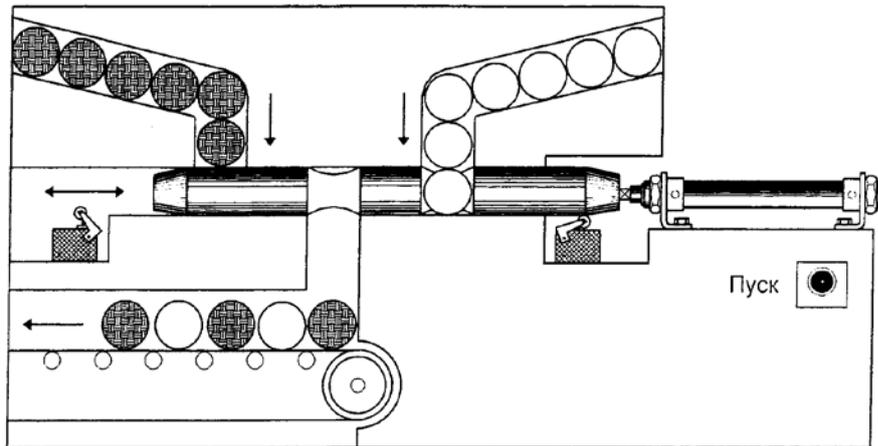
Сверлильный станок с пневмоприводом подачи инструмента.



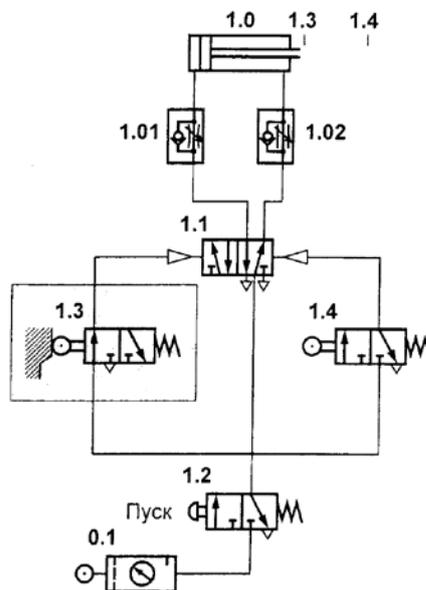
Задание: Обеспечить поочередную подачу деталей из двух накопителей на конвейер. При включенной пневмокнопке « Пуск » плунжер загрузки совершает возвратно-поступательное движение. После отпускания кнопки « Пуск » происходит остановка плунжера в любом крайнем положении.

Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления. Смоделировать пневматическую систему управления на тренажере
Станок для поочередной подачи деталей из двух накопителей на конвейер.

Станок для поочередной подачи деталей из двух накопителей на конвейер.



Станок для поочередной подачи деталей из двух накопителей на конвейер.



Примечание. В приведенной схеме применена сквозная индикация входящих в нее элементов, т.к. распределитель 1.2 запитывает распределители 1.3 и 1.4, управляющие выдвиганием и втягиванием штока пневмоцилиндра.

Обратить внимание учащихся на изображение концевого выключателя 1.3, который в исходном положении привода активирован.

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. Рассказать о средствах пневмоавтоматики, реализующими основные логические

функции.

Практическое занятие № 1

Управление усилием на выходном звене исполнительного механизма

Цель работы: провести расчет основных параметров гидроприводов (развиваемых усилий и скоростей, мощности приводного двигателя), а также выбирать гидроцилиндры стандартных размеров в соответствии с расчетными параметрами.

Задание и порядок выполнения:

Расчет гидроцилиндров:

- Усилие на штоке;
- Скорость перемещения штока;
- Мощность приводного двигателя.

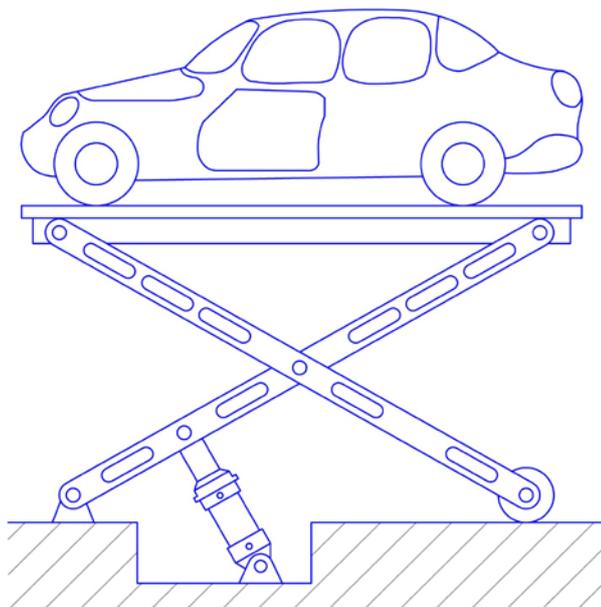
Объект:

- автомобильный подъемник (Задача №1)
- речной буксир (Задача №2)

Задача №1

Постановка задачи.

- Гидравлическая система автоподъемника испытывает нагрузку на штоке гидроцилиндра до **10 тонн** .
- Скорость подъема - не менее $V = 2 \text{ см} \frac{\text{сек.}}{\text{см}}$.
- Рабочий ход штока цилиндра $h = 800 \text{ мм}$.
- Давление питания в гидросети $p = 250 \text{ бар}$.
- Соотношение площадей поршня и штока $\varphi = 2$.



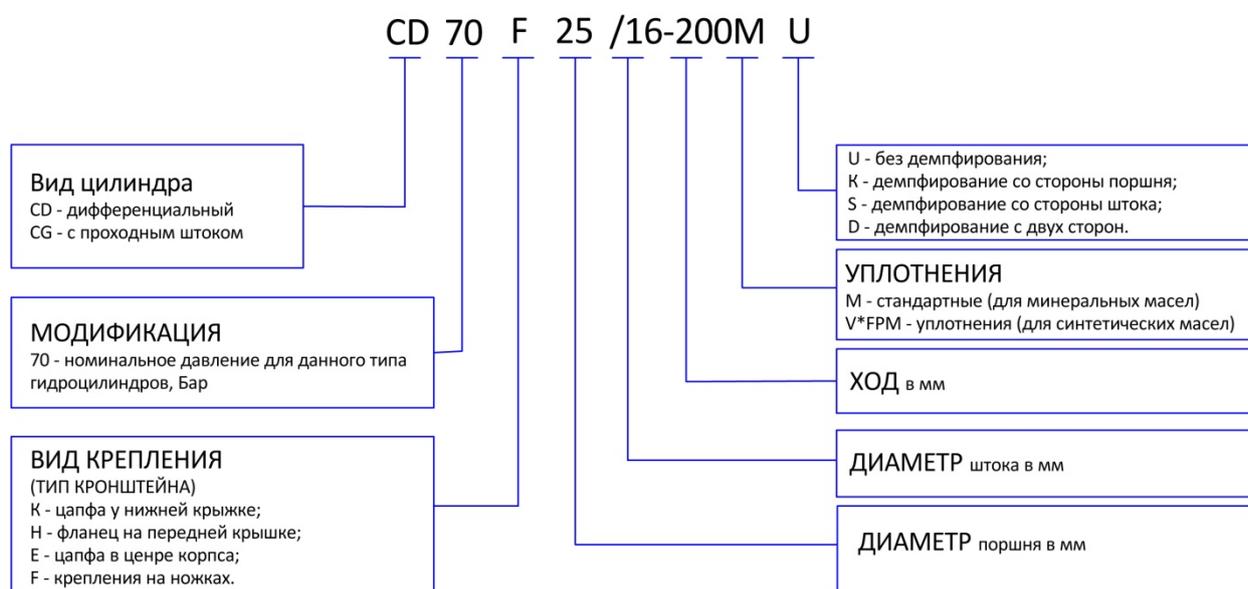
Задание:

- Определить размеры гидроцилиндра подъемника.
- Определить необходимую мощность электродвигателя, приводящего в действие насос.
- Подобрать стандартный дифференциальный гидроцилиндр двухстороннего действия. Цилиндр крепится посредством проушины на задней крышке корпуса.

Данные для выполнения задания.

D	диаметр поршня, м
d	диаметр штока, м
A_n	площадь поршня в поршневой полости, м ²
A_{nh}	площадь поршня в штоковой полости, м ²
h	рабочий ход штока цилиндра, м
$\eta=0.9$	КПД гидроцилиндра
$F_{пр}$	фактическое усилие, развиваемое гидроцилиндром при прямом ходе, Н
$F_{обр}$	теоретическое усилие развиваемое гидроцилиндром при прямом ходе, Н фактическое усилие, развиваемое гидроцилиндром при обратном ходе, Н теоретическое усилие развиваемое гидроцилиндром при обратном ходе, Н
P	давление питания, Па
V	скорость движения штока поршня, м/сек

Пример обозначения гидравлических цилиндров в каталоге.



Решение №1

1. Расчет диаметра поршня.

Усилие, развиваемое гидроцилиндром при прямом ходе,

$$A_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

Отсюда находим диаметр поршня.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^5}{\pi \cdot 250 \cdot 10^5 \cdot 0,9}} = 0,068 \text{ м}$$

Выбираем стандартный диаметр поршня

2. Расчет диаметра штока.

Т.к. задано соотношение рабочих площадей поршня $\left(\varphi = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{мм}}} = 2\right)$, то исходя из соотношения, определяем диаметр штока

$$d = \sqrt{\frac{D^2}{2}} = \frac{0,07}{\sqrt{2}} = 0,05 \text{ м}$$

Выбираем стандартный диаметр штока $d = 50 \text{ мм}$.

В результате по каталогу выбираем гидроцилиндр **CD 250 K 70150 – 800 M S**.

Зная D , определим расход рабочей жидкости Q , необходимый для обеспечения заданной скорости выдвигания штока поршня

$$Q = A_{\text{п}} \cdot v$$

$$Q = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \cdot v = 0,003846 \cdot 0,02 = \frac{0,00007693 \text{ м}^3}{\text{с}} = \frac{4,61 \text{ л}}{\text{мин}}$$

3. Определим мощность электродвигателя, необходимую для обеспечения заданных параметров гидросистемы (привода насосного агрегата).

Гидравлическая мощность W_r , подводимая к гидроцилиндру,

$$W_r = p \cdot Q \text{ Вт.}$$

или, с учетом размерностей p (бар) и Q $\left(\frac{\text{л}}{\text{мин}}\right)$, $W_r = 1,67 \cdot p \cdot Q$:

Т.к. потери в гидросистеме составляют от до %, то мощность электродвигателя $W_{\text{э}}$ должна быть увеличена по сравнению с гидравлической W_r на исполнительном механизме (гидроцилиндре) на эту величину.

$$W_{\text{э}} = 1,3 \cdot W_r$$

$$W_{\text{э}} = 1,3 \cdot 1,67 \cdot 250 \cdot 4,61 = 6258 \text{ Вт} = 2,5 \text{ кВт}$$

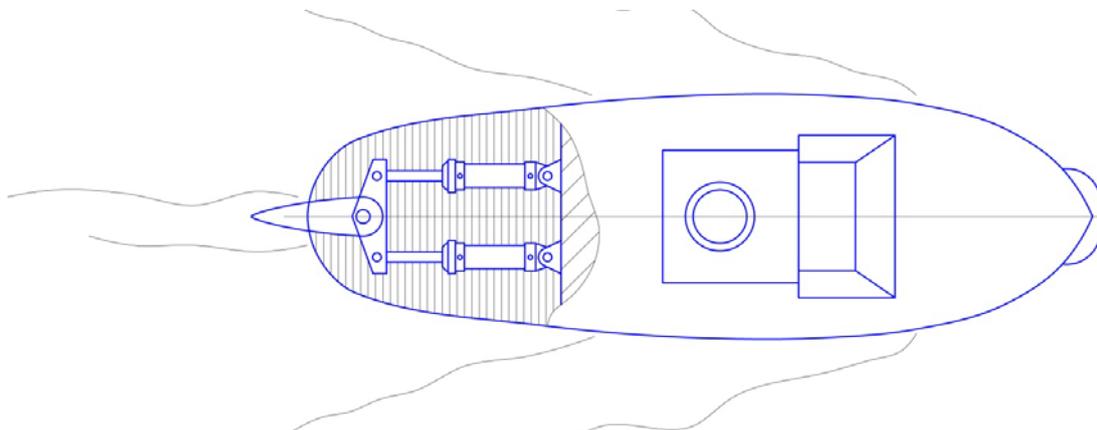
Таким образом, для обеспечения надежной работы гидропривода данного автоподъемника необходим электродвигатель с мощностью не ниже **2,5 кВт**.

Задача №2

Постановка задачи:

Гидросистема рулевого управления речного буксира оснащена дифференциальными гидравлическими цилиндрами двухстороннего действия **CD 150 K 32 $\frac{\square}{\square}$ 25 – 300 M S**.

Давление питания в гидросистеме **150 бар**.



Задание:

Определить полезную нагрузку, развиваемую каждым гидроцилиндром при прямом и обратном ходе.

Расчитать общее усилие от -х гидроцилиндров на приводе корабельного руля.

Примечание.

КПД гидроцилиндра $\eta = 0,94$

Решение №2

По обозначению гидроцилиндра определяем, что $D = 32 \text{ мм}$, $d_{ш} = 25 \text{ мм}$, рабочий ход $h = 300 \text{ мм}$, демпфирование со стороны штока.

Отношение рабочих площадей поршня

Усилие, развиваемое гидроцилиндром при прямом ходе:

$$A_{п} = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

Усилие, развиваемое гидроцилиндром при обратном ходе:

Проверим:

$$A_{ш} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4};$$

Таким образом, гидроцилиндр **CD 150 K 32** $\frac{25}{300}$ **M S** при давлении питания в гидросистеме **150 бар** развивает усилие

при прямом ходе

при обратном ходе

Общее усилие от 2-х гидроцилиндров на приводе корабельного руля равно сумме усилий

$$F_{пр1} + F_{обр2} = 15750 \text{ Н (1,57 т)}$$

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. Простой трубопровод постоянного сечения.
2. Соединения простых трубопроводов.

3. Сложные трубопроводы.

Практическое занятие № 2

Управление положением выходного звена исполнительного механизма

Цель работы: Проанализировать работу гидропривода.
Составить спецификацию элементов. Объяснить обозначения гидроаппаратов.

Задание и порядок выполнения:

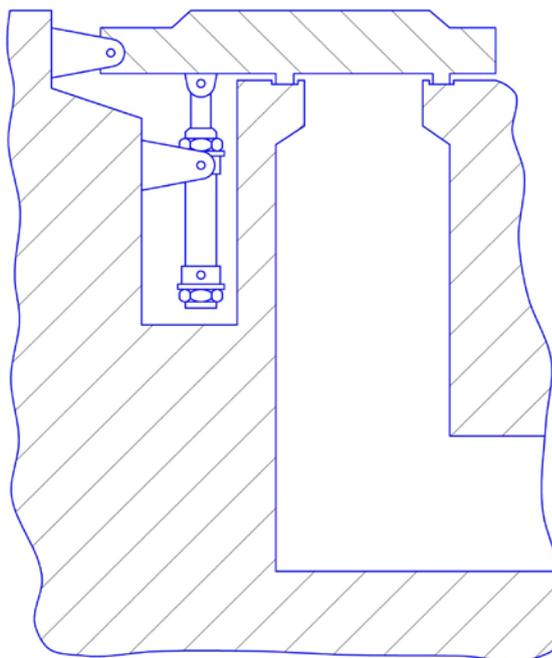
Задача №1

Постановка задачи.

Объемный гидропривод посредством гидроцилиндра приводит в действие крышку люка вентиляционного ствола шахты. Максимальное давление в системе составляет **60 бар**.

Дублирующим устройством на случай прекращения электропитания насосной установки служит гидроаккумулятор.

Вследствие тяжелых условий эксплуатации предусмотрено периодическое взятие пробы рабочей жидкости на анализ в мерную емкость.



Задание:

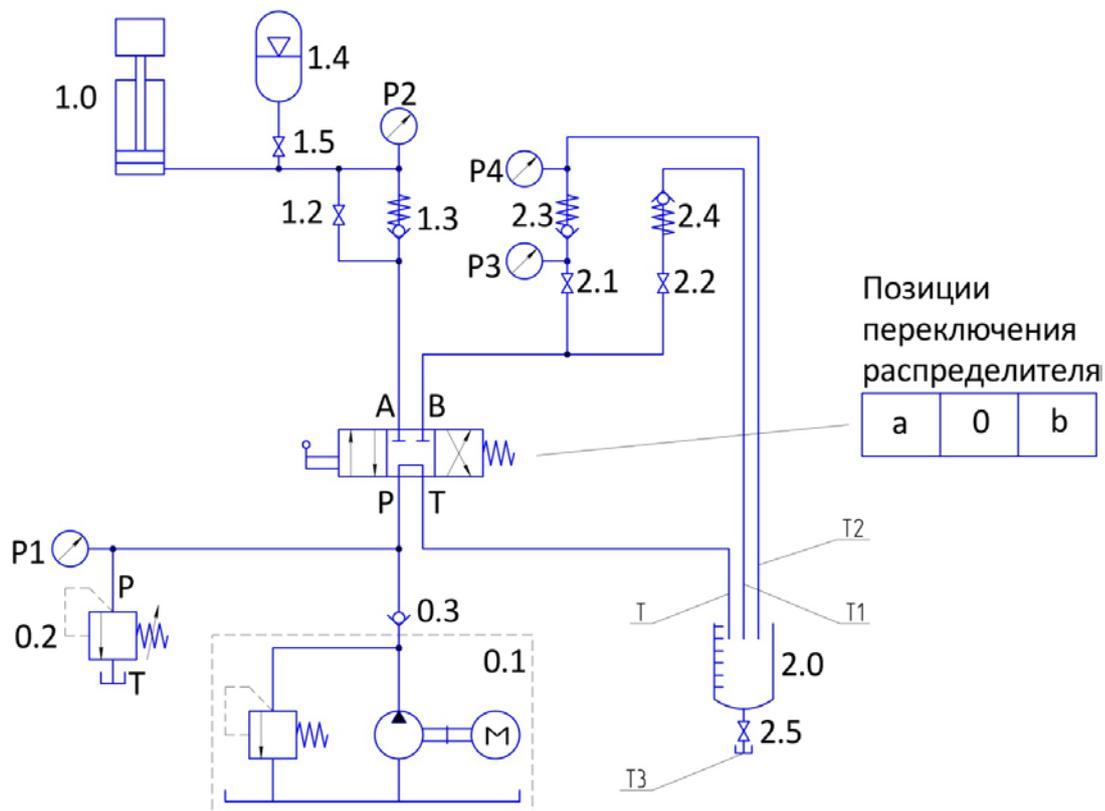
Проанализировать работу гидропривода.

Составить спецификацию элементов. Объяснить обозначения гидроаппаратов.

Заполнить приведенный протокол работы объемного гидропривода согласно указанным позициям гидроаппаратов.

Отметить позиции, при которых происходит срабатывание аккумулятора и его зарядка рабочей жидкостью (РЖ), а также отбор пробы РЖ.

Схема управления крышкой люка вентиляции.



Протокол работы гидропривода.

Гидроаппарат	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.
Распределитель 1.1	в	в	в	в	0	0	а	а	а
Запорный кран 1.2	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Откр.	Откр.	Откр.	Закр.	Откр.
Запорный кран 1.5	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.
Запорный кран 2.1	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.
Запорный кран 2.2	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.
Запорный кран 2.5	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.
Гидроцилиндр 1.0	Внизу	Внизу	Вверху						
Мерная емкость	0								
Манометр P1, бар	60								
Манометр P2, бар	?								
Манометр P3, бар	0								
Манометр P4, бар	0								
Линия Т	0								
Линия Т1	0								
Линия Т2	0								
Линия Т3	0								

Примечания:

- 1) Каждая позиция рассматривается при условии, что насос работает, аккумулятор заряжен, гидроаппараты герметичны;
- 2) Значок «0» означает, что течения в линии нет; значок «1» - течение в линии есть, значок «?» - позиция однозначно не определена;
- 3) Для мерной емкости значок «0» означает опорожнение, значок «1» -заполнение.

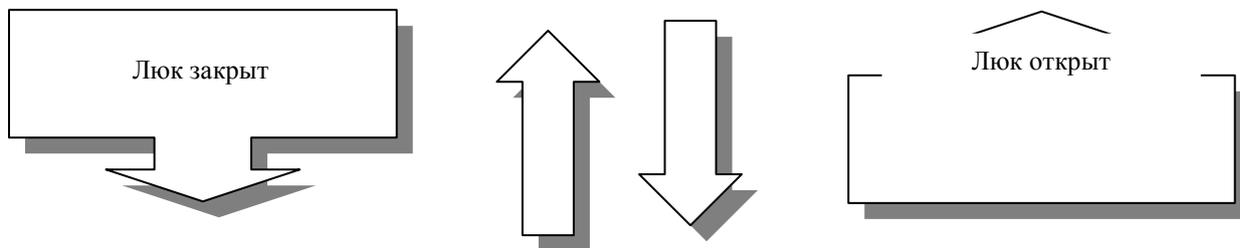
№ позиции	Наименование	
0.1	Гидравлический агрегат	
0.2	Переливной клапан (60 бар)	
0.3	Обратный клапан	
1.0	Гидроцилиндр одностороннего действия	
1.1	Гидрораспределитель 4/3 с ручным управлением	
1.2	Запорный шаровой кран	
1.3	Обратный клапан	
1.4	Гидроаккумулятор	
1.5	Запорный шаровой кран	
2.0	Мерная емкость для отбора пробы	
2.1	Запорный шаровой кран	
2.2	Запорный шаровой кран	
2.3	Обратный клапан	
2.4	Обратный клапан	
2.5	Запорный шаровой кран	
P1 - P4	Манометр (4 шт.)	

Комментарий к спецификации:

- 1) Все гидроаппараты, относящиеся к гидроагрегату, имеют обозначение группы «О»;
- 2) Гидроаккумулятор с принадлежащим ему краном **1.5** располагается на гидравлической линии, ведущей к гидроцилиндру (группа «1»), поэтому имеет обозначение **1.4** ;
- 3) Гидроаппараты, расположенные на гидравлических линиях, служащих для отбора проб, имеют обозначение группы «2»;
- 4) Манометры обозначены как независимые приборы контроля.

Протокол работы гидропривода.

№ позиции	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гидроаппарат	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.	Поз.
Распределитель 1.1	в	в	в	в	0	0	а	а	а
Запорный кран 1.2	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Откр.	Откр.	Откр.	Закр.	Откр.
Запорный кран 1.5	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.		
Запорный кран 2.1	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.
Запорный кран 2.2	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.
Запорный кран 2.5	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.
			Аварийный			Аварийный			
Гидроцилиндр 1.0	Внизу	Внизу	Вверх	Внизу	Вверх	Вверх	Вверх	Вверх	Вверх
Мерная емкость	0	?	?		1	1	0	0	0
Манометр P1, бар	60	10	60			0	60	60	60
Манометр P2, бар	?	0	60	0	0	60	60	60	60
Манометр P3, бар	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Манометр P4, бар	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Линия Т	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Линия Т1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Линия Т2	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Линия Т3	0	1	1	0	0	0	0	0	0



1. Позиция №3 и №6 - открытие крышки с помощью аккумулятора.
2. Позиция №8 и №9 - открытие крышки и зарядка аккумулятора РЖ.
3. Позиция №4 - отбор пробы РЖ.

При выполнении задания рекомендуется заполнение таблицы проводить в подгруппах. Затем проверка, заполняя вместе ячейки на пленке с кодоскопа.

Дополнительно рассмотреть ситуацию, при которой в позиции № происходит отключение электроэнергии, т.е. привода насоса.

...очевидно, что крышка люка останется открытой, т.к. утечки через насос не будет благодаря обратному клапану 0.3, а давление в гидроцилиндре будет поддерживать аккумулятор.

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. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей.
2. Гидравлический удар.
3. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации.

Практическое занятие № 3

Управление положением выходного звена исполнительного механизма.

Использование в гидросистеме гидрозамков.

Цель работы: Ознакомление с управлением положением выходного звена исполнительных механизмов и особенностями использования в гидросистеме гидрозамков.

Задание и порядок выполнения:

Запорные и направляющие гидроаппараты.

Распределитель 4/3. Гидрозамок

Объект – вилочный погрузчик (Задача №1 + тренажер)

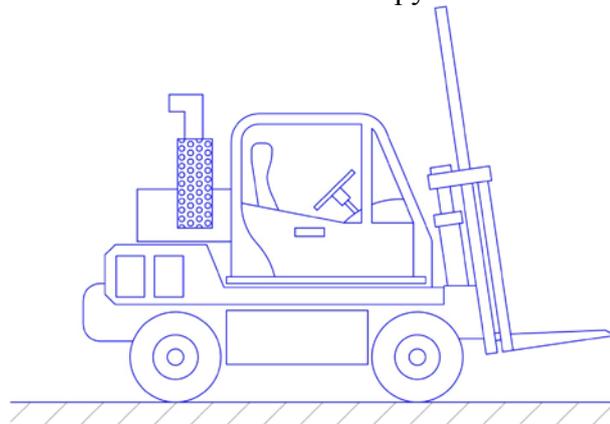
Задача №1

Постановка задачи.

Вилочный автопогрузчик снабжен гидроприводом. Высота подъема определяется положением штока гидроцилиндра двухстороннего действия.

В схеме управления гидроприводом используется $\frac{4}{3}$ -распределитель, обеспечивающий фиксацию штока гидроцилиндра в любом промежуточном положении.

Вилочный автопогрузчик

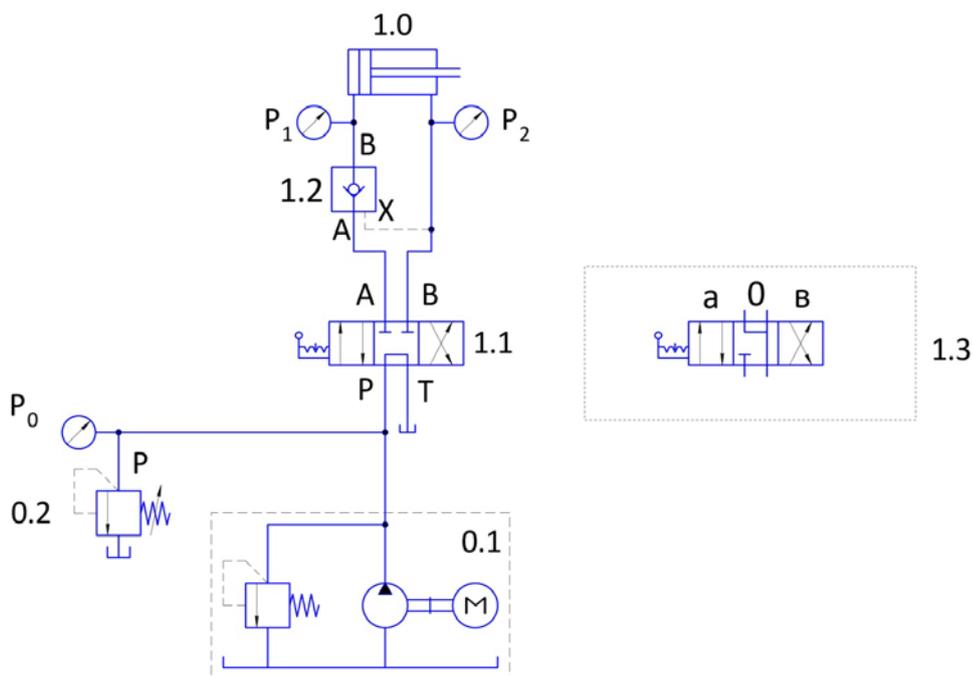


Задание:

- 1) Разработать принципиальную гидравлическую схему системы управления высотой подъема вила автопогрузчика.
- 2) С целью обеспечения длительного удержания груза без «просадки» штока гидроцилиндра применить односторонний гидрозамок.
- 3) Смоделировать систему на тренажере, зафиксировав давления перед цилиндром в напорной и сливной магистралях, а также время прямого и обратного хода. Рассчитать условия работы гидрозамка при опускании груза массой **2 т**. Давление в гидросистеме **150 бар**. Диаметр поршня **56 мм**.

Решение №1.

Гидравлическая принципиальная схема автопогрузчика.



После сборки и проверки гидравлической системы следует уменьшить до минимума поджатие регулировочной пружины переливного клапана (**0.2**). Затем включить

гидростанцию и, переключив распределитель (1.1) в позицию «В», настроить переливной клапан по манометру P_0 на давление **50 бар**.

После переключения распределителя (1.1) в нейтральную позицию «0» показание манометра P_0 сразу же понижается примерно до **7 бар**, так как $\frac{4}{3}$ - распределитель в средней позиции разгружает насос, отводя поток масла в бак. Путем воздействия на рычаг управления распределителя шток гидроцилиндра перемещается в любое желаемое положение. При возврате распределителя в среднюю позицию шток сразу же останавливается. При переключении распределителя фиксируются значения P_0, P_1 , как при прямом, так и при обратном ходе поршня, а также время прямого и обратного хода. Для удобства анализа все значения заносятся в таблицу.

Обозначения	P_0 ,бар	P_1 ,бар	P_2 ,бар	t,сек
Прямой ход	15	5	4	1,8
Обратный ход	44	15	39	1,2
Нейтральная позиция	7	0	0	-

Как было показано ранее, можно фиксировать положение штока гидроцилиндра и без гидрозамка, однако в этом случае будет наблюдаться «просадка» штока вследствие утечки между золотником и корпусом распределителя. Гидрозамок же предотвращает просадку штока под действием нагружающей силы сколь угодно долгое время.

Замечание:

При использовании гидрозамка следует применять $\frac{4}{3}$ - распределитель, у которого в средней позиции каналы **A** и **B** соединены с каналом **T**, а канал **P** закрыт (1.3). Это очень важно отметить, т.к. такая коммутация каналов обеспечивает «разгрузку от давления» как линии управления, так и напорной линии гидрозамка, а значит надежное закрытие гидрозамка давлением от внешней нагрузки.

Пример.

Погрузчик держит на вилах груз массой **2 т**.

Гидроцилиндр имеет диаметр **56 мм**, а площадь штока вдвое меньше площади поршня.

Переливной клапан настроен на **150 бар**

Определить давление, которым будет открыт гидрозамок для опускания груза.

Площадь поршня .

Площадь поршня со стороны штока $A_{ш} = 12,3 \text{ см}^2$.

В напорной линии, где установлен гидрозамок, давление от веса груза

$$p = \frac{F}{A_{п}} = \frac{2000}{24,6} = 81,3 \text{ бар}$$

Для опускания груза водитель переключает распределитель в позицию «в». Давление на штоковую полость поршня **150 бар**. После преобразования на поршне в напорную линию передается **75 бар**. Таким образом на запорный орган гидрозамка с учетом веса груза действует давление **156.3 бар (81.3 + 75)**

Откроется ли гидрозамок? Ведь давление управления, открывающее гидрозамок и равное давлению на переливном клапане, всего **150 бар**

Конечно, т.к. давление управления действует на управляющий поршень гидрозамка (см. конструкцию - фолья Fol-Нуд-8.02), площадь которого в **раза** превосходит площадь его

запорного органа. А значит, усилие открытия также в $\frac{4}{3}$ раза превосходит усилие, препятствующее открытию гидрозамка.

При работе с гидрозамком на стендах-тренажерах может также использоваться имеющийся в комплекте оборудования $\frac{4}{3}$ - распределитель с разгрузкой насоса в средней позиции, т.к. из-за внутренних перетечек масла в данном распределителе, обусловленном его конструкцией, гидрозамок также закрывается.

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. Лопастные насосы.
2. Поршневые насосы.
3. Индикаторная диаграмма поршневых насосов.

Практическое занятие № 4

Управление положением выходного звена исполнительного механизма. Изучение особенностей использования в гидросистемах распределителей разных типов.

Цель работы: Ознакомление с основными способами управления положением выходного звена исполнительного механизма.

Изучение особенностей использования в гидросистемах распределителей разных типов. Закрепление знания типов и наименований запорной и направляющей гидроаппаратуры.

Задание и порядок выполнения:

Запорные и направляющие гидроаппараты.

Распределители 2/2, 3/2, 4/2, 4/3.

Объекты

- мобильный трап (Задача №1)
- пресс для гофрирования листа (Задача №2) + тренажер
- муфельная печь (Задача №3) + тренажер

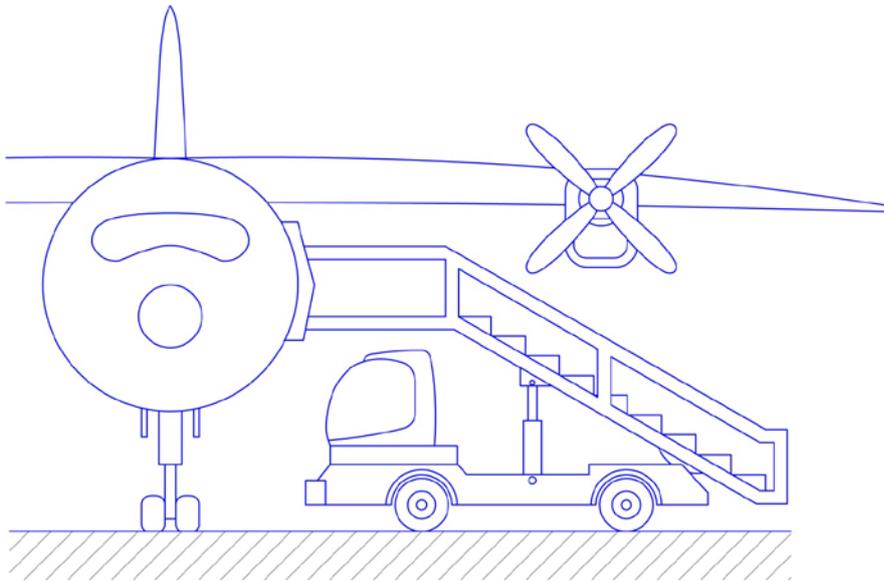
Задача №1

Постановка задачи.

Трап самолета установлен на автомобиле. Высота трапа регулируется посредством гидропривода, исполнительным механизмом которого является цилиндр одностороннего действия. При транспортном положении трап должен быть опущен.

В первых схемах управления гидроприводом использовался $\frac{2}{2}$ - распределитель. Для опускания трапа насос, а значит, и двигатель автомобиля приходилось выключать.

Мобильный трап самолета.



Задание:

Начертить принципиальную гидравлическую схему системы управления высотой подъема мобильного трапа.

Нанести цифровые и буквенные обозначения элементов и каналов на схемах.

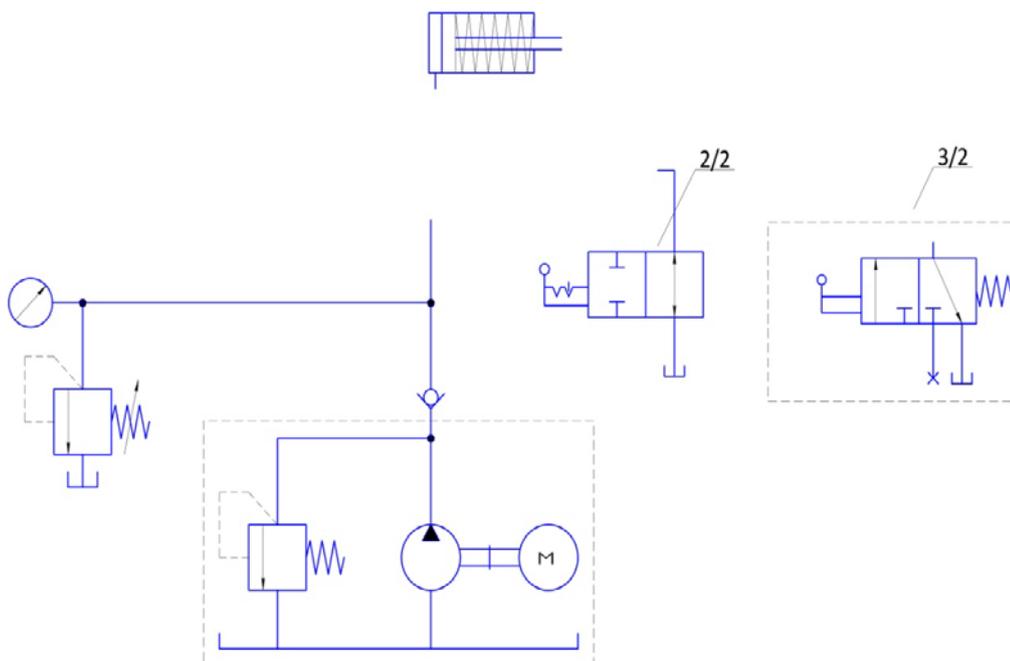
Дополнительные условия:

Рассмотреть возможность замены при срочном ремонте $\frac{2}{2}$ - распределителя, снятого с производства, на $\frac{3}{2}$ - распределитель с пружинным возвратом и без него, а также на $\frac{4}{2}$ - распределитель.

Обосновать принятое решение и пояснить работу гидросхемы.

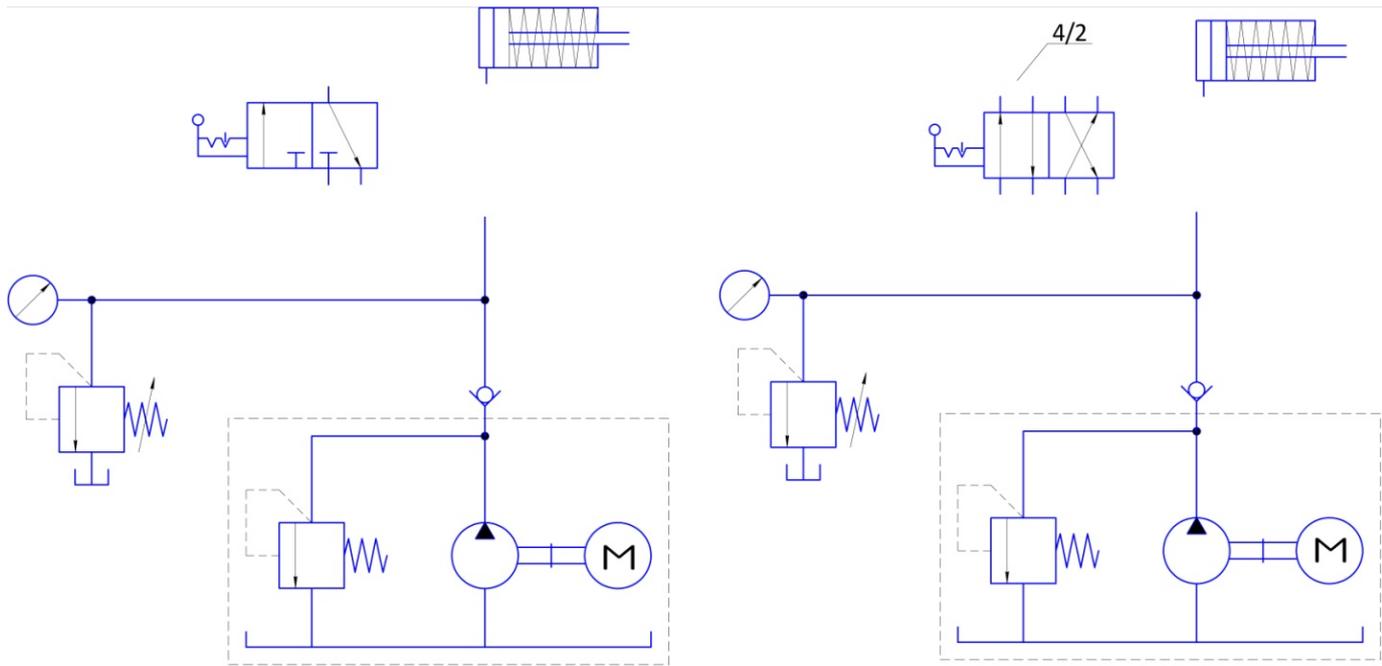
Управление гидроцилиндром одностороннего действия:

а) Гидравлическая принципиальная схема «до модификации» набирается аппликационными моделями:



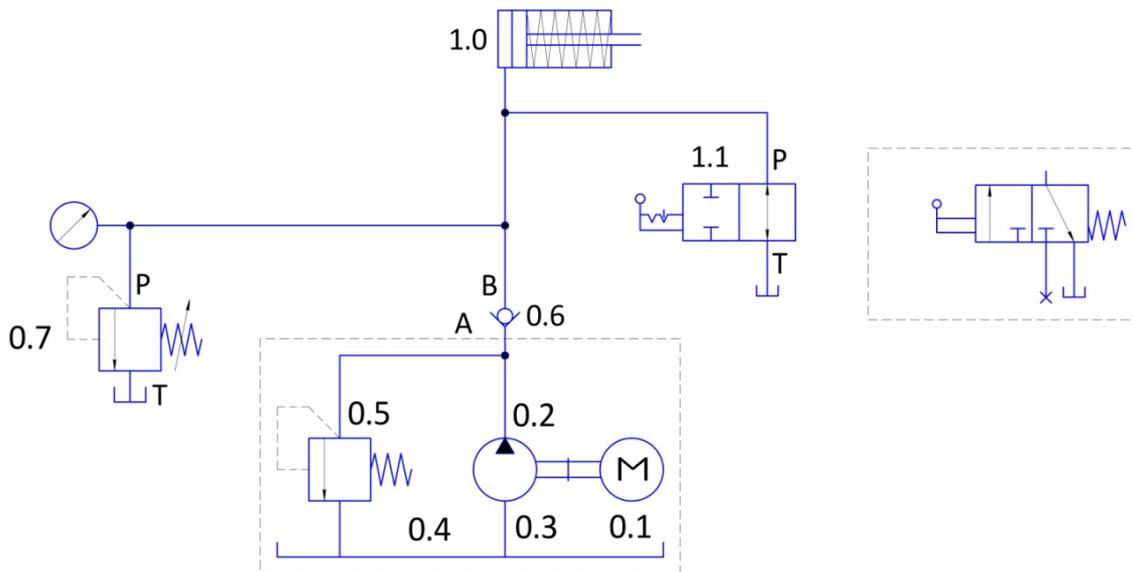
Вопрос: Возможна ли фиксация поршня в промежуточных положениях?

б) Гидравлическая принципиальная схема «после модификации»:



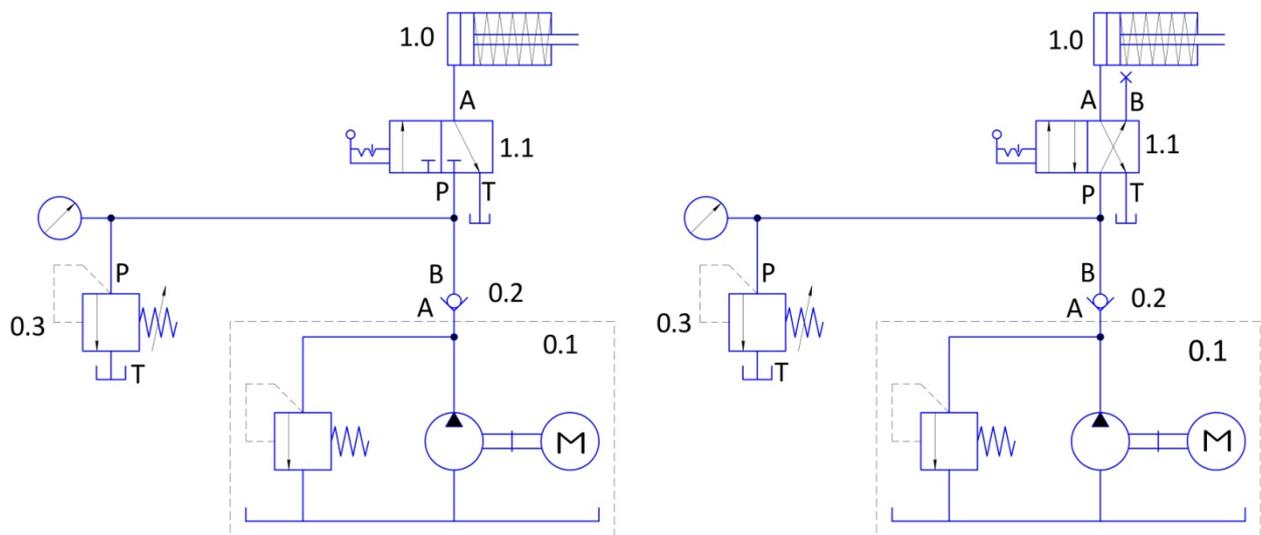
Решение №1

а) Гидравлическая принципиальная схема «до модификации»:



1. Возможна фиксация поршня в промежуточных положениях при выключенном насосе. При работающем насосе возможны только крайние нижнее и верхнее положения.
2. Особенность замены $\overline{2}$ на $\overline{2}^3$ - распределитель с пружинным возвратом: для удержания штока цилиндра в верхнем положении требуется держать распределитель постоянно включенным.

б) Гидравлическая принципиальная схема «после модификации»:



Замена $\frac{3}{2}$ гидрораспределителя на $\frac{4}{2}$ распределитель с одним заглушенным каналом применяется в гидросистемах из соображений унификации используемой элементной базы, а также при проведении экстренных ремонтных работ при отсутствии распределителя $\frac{3}{2}$.

Задача №2

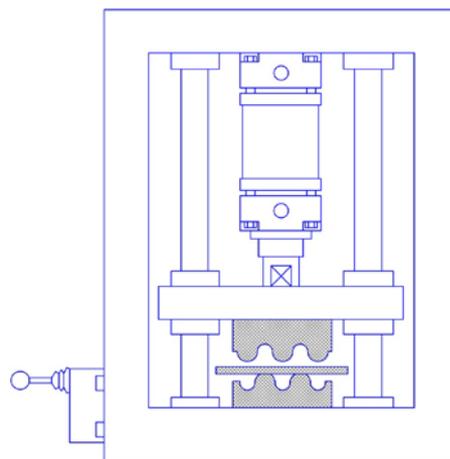
Постановка задачи.

Снабдить пресс для штамповки гофрированного металлического листа гидравлическим приводом.

При нажатии на рычаг распределителя по стрелке «Пуск» шток цилиндра выдвигается и, опуская пуансон, производит операцию штамповки.

После отпускания рычага шток возвращается в исходную позицию.

Гидроприводной пресс
для гофрирования металлического листа.



Задание:

Разработать принципиальную гидравлическую схему системы управления пресса на базе гидроцилиндра двухстороннего действия.

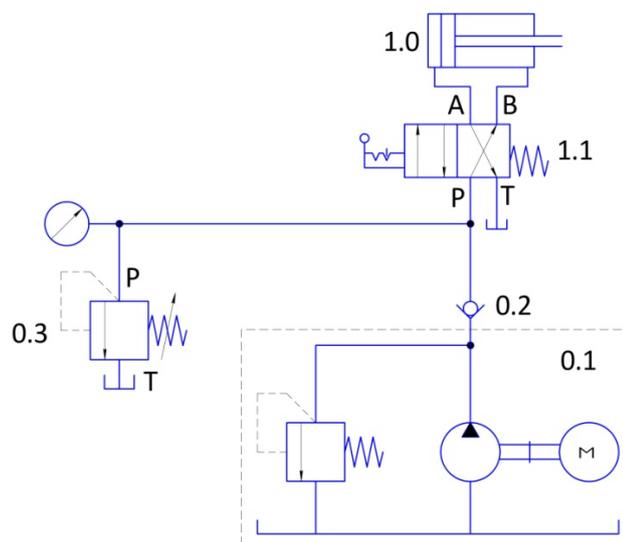
Обратить также внимание на цифровые и буквенные обозначения элементов и каналов на схемах.

Определить расчетное время выдвижения штока при диаметре поршня $D = 32 \text{ мм}$, длине хода $S = 200 \text{ мм}$ и подаче насоса

Собрать схему на тренажере. Замерить время хода штока.

Поскольку применен гидроцилиндр двухстороннего действия, используем распределитель (1.1) с ручным управлением от рычага. А так как требуется обеспечить возвратный ход поршня в исходное положение после отпускания штока, возьмем распределитель с возвратной пружиной – моностабильный.

Схема гидропривода прессы для гофрирования металлического листа.



*) Примечание:

Обратить внимание, что поршень гидроцилиндра может быть возвращен в исходную позицию из любого промежуточного положения, стоит только отпустить рычаг распределителя.

Теоретически скорость выдвижения V определим делением подачи Q насоса на площадь поршня $A_{п}$:

$$V = \frac{Q}{A_{п}} = \frac{3600 \frac{\text{см}^3}{\text{мин}}}{\left(\frac{3,14 \cdot 3,2^2}{4}\right) \text{см}^2} = 448 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 7,46 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

Время выдвижения

$$t = \frac{S}{V} = \frac{20}{7,46} = 2,7 \text{ с}$$

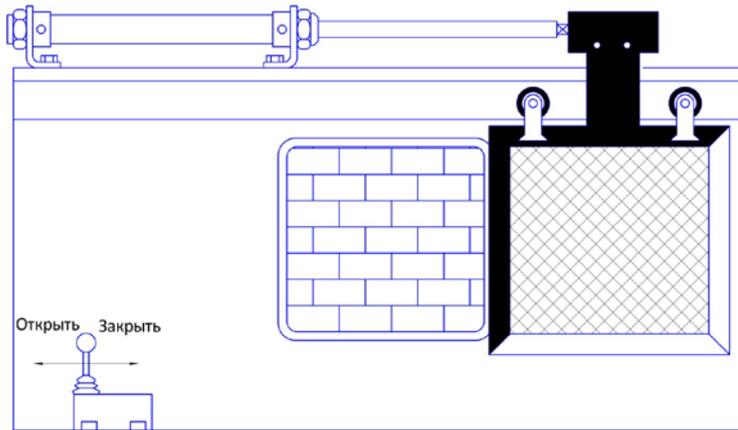
Задача №3

Постановка задачи.

В муфельной печи дверь должна приводиться в движение гидроприводом на базе гидроцилиндра двустороннего действия.

Дверь должна иметь возможность остановки в любом произвольно выбранном оператором положении.

Муфельная печь с гидроприводной дверью.



Задание:

Разработать принципиальную гидравлическую схему системы управления дверью муфельной печи на базе гидроцилиндра двустороннего действия с использованием $\frac{4}{3}$ -распределителя.

Сравнить потребляемую электродвигателем мощность при работе насоса:

- 1) с распределителем, у которого в среднем положении напорная линия заперта;
- 2) с распределителем, у которого в среднем положении канал питания P сообщен со сливом – каналом T , т.е. насос «разгружен» от давления.

Смоделировать гидропривод на тренажере.

Примечание:

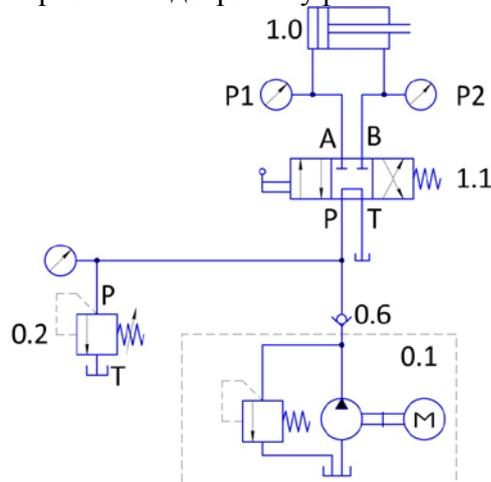
На стенде-тренажере использовать $\frac{4}{3}$ - распределитель, у которого в среднем питания P сообщен со сливом - каналом T .

КПД насоса $\eta = 0,73$

Решение №3

Для того чтобы дверь муфельной печи оставалась в любом произвольно выбранном оператором положении, используем моностабильный $\frac{4}{3}$ распределитель с пружинным возвратом в среднее положение.

Управление дверью муфельной печи



Расчет и сравнение потребляемой мощности:

- потребляемая мощность, Вт
- P - давление, Н/м² (1 бар=10 Н/м²)
- Q - объемный расход, м³/сек
- полный КПД

1) При использовании $\frac{4}{3}$ - распределителя с запертой напорной линией в средней позиции давление в системе составляет . Пренебрегая перетечками внутри насоса, можно считать, что вся подаваемая последним жидкость в количестве сливается через переливной клапан.

Таким образом, получаем:

т.к.

2) При использовании заданного $\frac{4}{3}$ -распределителя падение давления на распределителе в средней позиции составляет около .
В этом случае, даже при небольшой объемной подаче насоса экономится много энергии.

Вывод: С целью экономии энергии следует по возможности стремиться к организации безнапорной работы насоса в холостом режиме.

$\frac{4}{3}$ - распределитель с разгрузкой насоса в средней позиции применяется главным образом в гидроприводах, использующих насос с постоянным рабочим объемом. Это позволяет в момент остановки исполнительного механизма направлять масло обратно в бак практически без сопротивления. В результате нагрев масла оказывается незначительным.

При использовании распределителей с запертым каналом P насос вынужден работать при максимальном давлении в системе, перепуская всю подачу через переливной клапан, что приводит к сильному нагреву масла и большой потере энергии.

Нагрев масла отрицательно сказывается на его свойствах:

- вязкость падает (а значит, растут потери в трубопроводах);
- смазывающие свойства ухудшаются;
- масло окисляется и стареет.

Собрать предложенную схему на тренажере.

Переливной клапан 0.3 настроить на . Измерить реальную подачу насоса, при этом давлении, соединив сливной патрубком клапана 0.3 с мерной емкостью.

Замерить давления $P1$, $P2$ и время как при ходе поршня вперед, так и при ходе назад и занести в таблицу 1.

Таблица 1.

Ход вперед	Давление (нагнетание)	Давление (противодавление)	Время t , с
	0,4	0,4	2,8
Ход назад	Давление (противодавление)	Давление (нагнетание)	Время t , с
	0,6	1,1	2,1

Давление нагнетания определяется гидравлическим сопротивлением на входе в цилиндр, трением поршня о стенки и противодавлением.

Противодавление в обоих случаях обусловлено гидравлическим сопротивлением потоку вытекающего масла.

Повышение противодействия при ходе назад, как и повышенное давление нагнетания, вызвано увеличенным расходом из поршневой полости, т.к. используется цилиндр с соотношением площадей $1,2 \times 1$.

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. Баланс энергии в насосах.
2. Обозначение элементов гидро- и пневмосистем.

9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение обучающимися курсовой работы производится с целью:

- 1) систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- 2) углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- 3) формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- 4) формирования умений использовать справочную, нормативную документацию;
- 5) развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателем.

Курсовая работа носит практический характер, который состоит из:

- 1) введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
- 3) основной части, которая обычно состоит из двух разделов: в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемого приложения; вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами, формами и т.п.;
- 4) заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;
- 5) списка используемой литературы;
- 6) приложения.

Во введении (объемом 2-3 страницы) раскрывается актуальность и новизна темы, ее научная и практическая значимость, основные направления исследования, формулируются цели и задачи исследования, указываются предмет и объект исследования, а также характеризуются источники и материалы, использованные в процессе исследования.

Основная часть курсовой работы, как правило, состоит из теоретического и практического разделов. Основная часть должна содержать данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненного исследования:

- выбор направления исследования, включающий обоснование принятого направления исследования, метода решения задач и их сравнительную оценку, разработку общей методики исследования;

- теоретические и (или) экспериментальные исследования, включающие определение характера и содержания теоретических исследований, методов исследований;

- обобщения и оценку результатов исследования, включающие оценку полноты решения поставленной задачи

Основную часть курсовой работы следует делить на разделы. Разделы основной части могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. Каждый подпункт должен содержать законченную информацию.

Заключение (объемом не менее 2 страниц) должно содержать итоги работы, выводы, полученные в ходе работы, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов курсовой работы. Заключение должно быть кратким, обстоятельным и соответствовать поставленным целям и задачам.

Оформление курсовой работы: объём отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится.

Курсовая работа должна быть правильно оформлена, написана грамотно и аккуратно. Начинать работу нужно с тщательного изучения дисциплины в объеме программы. Далее необходимо подобрать соответствующий литературный и практический материал. В процессе написания можно привлечь дополнительную литературу. Не возбраняется использование переработанных данных электронных ресурсов. Работа должна быть логичной, научной по своему содержанию; в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного исследования и его результаты.

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 1-2
ЛР, ПЗ	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 3-4 ПЗ 1-4
КР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD); Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	-
СР	Читальный зал №1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung);принтер HP LaserJet P2055D	-

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1. Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.	Экзаменационные вопросы 1– 4
ПК-10		1. Основы гидростатики. Основы гидродинамики.	Экзаменационные вопросы 5– 14
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	2. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.	Экзаменационные вопросы 15-26
		3. Гидравлический расчет простых трубопроводов.	Экзаменационные вопросы 27-32
		4. Гидравлические машины.	Экзаменационные вопросы 33-37
		5. Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.	Экзаменационные вопросы 38-45
		6. Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители	Экзаменационные вопросы 46-57
		7. Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем	Экзаменационные вопросы 58-70
		8. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).	Экзаменационные вопросы 71 - 75
		9. Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.	Экзаменационные вопросы 76 - 80
		10. Схемы типовых гидросистем.	Экзаменационные вопросы 81 - 86
		11. Пневматический привод.	Экзаменационные вопросы 87 - 89
		ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта механизации автоматизации подъемно-транспортных, строительных дорожных работ

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Краткая история развития гидравлики. 2. Жидкость и силы действующие на нее. 3. Механические характеристики. 4. Основные свойства жидкостей 5. Гидростатическое давление. 6. Основное уравнение гидростатики. 7. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. 8. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. 9. Закон Архимеда и его приложение. 10. Поверхности равного давления. 11. Основные понятия о движении жидкости. 12. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. 13. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. 14. Измерение скорости потока и расхода жидкости. 15. Режимы движения жидкости. 16. Кавитация. 17. Потери напора при ламинарном течении жидкости. 18. Потери напора при турбулентном течении жидкости. 19. Местные гидравлические сопротивления 20. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. 21. Истечение при несовершенном сжатии. 22. Истечение под уровень. 23. Истечение через насадки при постоянном напоре. 24. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов). 25. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития. 2. Основы гидростатики. Основы гидродинамики. 3. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.
2.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования		
3.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных,		

			<p>26. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности.</p> <p>27. Простой трубопровод постоянного сечения.</p> <p>28. Соединения простых трубопроводов.</p> <p>29. Сложные трубопроводы.</p> <p>30. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей.</p> <p>31. Гидравлический удар.</p> <p>32. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации.</p> <p>33. Лопастные насосы.</p> <p>34. Поршневые насосы.</p> <p>35. Индикаторная диаграмма поршневых насосов.</p> <p>36. Баланс энергии в насосах.</p> <p>37. Обозначение элементов гидро- и пневмосистем.</p> <p>38. Структурная схема гидропривода.</p> <p>39. Классификация и принцип работы гидроприводов.</p> <p>40. Преимущества и недостатки гидропривода</p> <p>41. Характеристика рабочих жидкостей.</p> <p>42. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей.</p> <p>43. Гидравлические линии.</p> <p>44. Соединения.</p> <p>45. Расчет гидролиний.</p> <p>46. Гидравлические машины шестеренного типа.</p> <p>47. Пластинчатые насосы и гидромоторы.</p> <p>48. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы.</p> <p>49. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы.</p> <p>50. Механизмы с гибкими разделителями.</p> <p>51. Классификация гидроцилиндров.</p> <p>52. Гидроцилиндры прямолинейного действия.</p> <p>53. Расчет гидроцилиндров.</p> <p>54. Поворотные гидроцилиндры.</p> <p>55. Золотниковые гидрораспределители.</p>	<p>4. Гидравлический расчет простых трубопроводов.</p> <p>5. Гидравлические машины</p> <p>6. Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии</p> <p>7. Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители</p>
--	--	--	---	---

			<p>56. Крановые гидрораспределители. 57. Клапанные гидрораспределители.</p> <p>58. Напорные гидроклапаны. 59. Редукционный клапан. 60. Обратные гидроклапаны. 61. Ограничители расхода. 62. Делители (сумматоры) потока. 63. Дроссели и регуляторы расхода 64. Гидробаки и теплообменники. 65. Фильтры. 66. Уплотнительные устройства. 67. Гидравлические аккумуляторы. 68. Гидрозамки. 69. Гидравлические реле давления и времени. 70. Средства измерения.</p> <p>71. Классификация гидроусилителей. 72. Гидроусилитель золотникового типа. 73. Гидроусилитель с соплом и заслонкой. 74. Гидроусилитель со струйной трубкой. 75. Двухкаскадные усилители.</p> <p>76. Способы разгрузки насосов от давления. 77. Дроссельное регулирование. 78. Объемное регулирование. 79. Комбинированное регулирование. 80. Сравнение способов регулирования.</p> <p>81. Гидросистемы с регулируемым насосом и дросселем. 82. Гидросистемы с двухступенчатым усилением. 83. Гидросистемы непрерывного (колебательного) движения. 84. Электрогидравлические системы с регулируемым насосом. 85. Гидросистемы с двумя спаренными насосами. 86. Питание одним насосом двух и несколько гидродвигателей.</p> <p>87. Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки. 88. Течение воздуха. 89. Исполнительные пневматические устройства</p>	<p>8. Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем</p> <p>9. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).</p> <p>10. Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.</p> <p>11. Схемы типовых гидросистем.</p> <p>12. Пневматический привод.</p>
--	--	--	---	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ОК-1) основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; (ПК-10) основные особенности разработки конструкторско-технической документации; (ПСК-2.7) основные понятия и общие сведения по технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>Уметь: (ОК-1) обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств; (ПК-10) осуществлять разработку конструкторско-технической документации; (ПСК-2.7) оценивать и представлять результаты выполненной работы по разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>Владеть: (ОК-1) способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических средств. (ПК-10) навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов; (ПСК-2.7) современными методами разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>	отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на учебных стендах учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.
	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса и сформированность компетенций.
	неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий гидравлики и гидропневмопривода, навыков решения практических задач на учебных стендах.

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

Изучение дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» 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 экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.
2. Основы гидростатики. Основы гидродинамики.
3. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.
4. Гидравлический расчет простых трубопроводов.
5. Гидравлические машины.
6. Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.
7. Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители
8. Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем
9. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).
10. Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.
11. Схемы типовых гидросистем.
12. Пневматический привод.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, а также при подготовке к экзамену, 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, практических занятиях так и во время индивидуальных консультаций.

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

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины Гидравлика и гидропневмопривод

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: осуществление информационного поиска по основам гидравлики и гидропневмопривода наземных транспортно-технологических средств; участие в составе коллектива исполнителей при производстве и испытании гидроагрегатов наземных транспортно-технологических средств.

Задачей изучения дисциплины является: получение общих сведений об основных тенденциях и направлениях в развитии гидрооборудования наземных транспортно-технологических средств; получение общих сведений об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области гидравлики и гидропневмопривода наземных транспортно-технологических средств.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 4 час., ПЗ, - 4, Лк-4 час., СР – 123 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часов, 4 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития.
- 2 Основы гидростатики. Основы гидродинамики.
- 3 Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов.
- 4 Гидравлический расчет простых трубопроводов.
- 5 Гидравлические машины.
- 6 Общая характеристика гидропривода. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии.
- 7 Насосы и гидромоторы. Гидроцилиндры. Гидрораспределители
- 8 Регулирующая и направляющая гидроаппаратура. Вспомогательные устройства гидросистем
- 9 Гидравлические следящие приводы (гидроусилители).
- 10 Системы разгрузки насосов и регулирования гидродвигателей.
- 11 Схемы типовых гидросистем.
- 12 Пневматический привод.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПК-10 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПСК-2.7 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

*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 специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от 11.08.2016г. № 1022

для набора 2013 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

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 2018 г., протокол №5

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления
Регистрационный № _____

Г.П. Нежевец