

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

В.А.Уваров

« 25 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Техническая гидромеханика и основы гидропневмопривода

направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

профиль подготовки:

Электроснабжение и механизация строительства

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2023

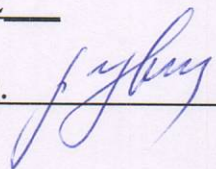
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 года № 481;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2023 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Ю.Г. Овсянников)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

«05» 05 2023 г. протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» 05 2023 г. протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Профессиональные	ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства	ПК-2.10. Разрабатывать техническое задание на проектирование гидропривода машин, выполнять необходимые расчеты, осуществлять выбор комплектующего оборудования, осуществлять структурный синтез (анализ) принципиальной схемы привода.	<p>Знать: - основные законы статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологию, используемую в гидроприводах; назначение, конструктивные особенности, принцип действия, методы расчета конструктивных и эксплуатационных параметров, условные обозначения комплектующего оборудования гидравлических приводов; - основы структурного анализа и синтеза принципиальных схем привода дискретного действия; способы регулирования, стабилизации и синхронизации скорости движения исполнительных механизмов. <p>Уметь: - определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков;</p> <ul style="list-style-type: none"> - исходя из эксплуатационных параметров технологического оборудования (машины, агрегата) составлять техническое задание на проектирование его гидропривода, осуществлять структурный синтез (анализ) принципиальной схемы привода, выполнять гидродинамические расчеты магистралей, осуществлять рациональный выбор комплектующего оборудования и его компоновку в схеме привода. <p>Владеть: комплексом теоретических положений и практических навыков в области механики жидких сред и практических навыков необходимых для: синтеза принципиальных схем гидроприводов, выполнения расчетов конструктивных и эксплуатационных параметров системы и ее элементов, выбора комплектующего оборудования.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Машины, оборудование и инструмент в строительстве
2	Грузоподъемные машины и механизмы
3	Электроснабжение объектов капитального строительства
4	Автоматизированные системы диспетчеризации и управления энергосистем
5	Электроэнергетические системы и сети
6	Основы автоматизированного проектирования систем электроснабжения
7	Привод строительных машин
8	Воздухоснабжение производственных зданий

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Другие виды самостоятельной работы	84	84
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экз.(36 час.)	Экз.(36 час.)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
 Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практ. занятия	Лаборат. занятия	Самост. работа
1	Основные положения статики и динамики жидких сред				
	<p>Гипотеза сплошной среды. жидкости. Модель идеальной жидкости Капельные и газообразные жидкости. Гидравлика и аэродинамика. Масса, плотность, удельный вес жидкости и газов. Сжимаемость, температурное расширение. Вязкость, текучесть. Капиллярные явления, поверхностное натяжения. Ньютоновские и неньютоновские.</p> <p>Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера). Равновесие в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его практическое приложение. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Равновесие газа в поле сил тяжести. Изотермическое изменение состояния газа. Относительный покой жидкости.</p> <p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости. Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения потока невязкой и вязкой жидкости (уравнения Эйлера и Навье-Стокса). Динамическое давление. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости, коэффициент Кориолиса, общие сведения о гидравлических потерях.</p> <p>Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Особенности ламинарного движения жидкости, распределение скоростей по сечению трубы, потери на трение, формула Пуазейля-Гагена. Электрогидродинамическая аналогия. Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений. Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов. Графики Никурадзе, Мурина. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, квадратичная область сопротивления. Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления, эквивалентная длина трубопровода.</p>	4	6	2	10
2	Гидравлический расчет трубопроводов, работа нагнетателя на сеть				
	Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Расчет длинных трубопроводов в области квадратичного сопротивления, удель-	4	6	6	14

	<p>ное сопротивление трубопровода, модуль расхода. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Неустановившееся движение потока в круглой трубе, инерционный напор. Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара. Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом.</p> <p>Классификация насосов. Основные рабочие параметры.</p> <p>Центробежные насосы. Конструкция, принцип действия. Основы теории центробежных насосов. Действительный напор насоса и его зависимость от конструктивных форм.</p> <p>Характеристики центробежных насосов. Приборы, методики измерения и расчета параметров, характеризующих работу центробежных насосов. Правило двух манометров. Полезная и затраченная мощности, КПД.</p> <p>Высота установки насоса, кавитационный запас.</p> <p>Характеристика сети. Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка. Особенности определения рабочей точки динамических и объемных нагнетателей. Регулировка подачи, пересчет характеристик на другое число оборотов. Обрезка рабочих колес. Совместная работа нагнетателей. Выбор нагнетателей.</p>				
3	Структура и комплектующие гидравлического привода				
	<p>Динамический и объемный гидропривод, области применения. Структура принцип действия, основные параметры, преимущества и недостатки объемного гидропривода. Характеристики рабочих жидкостей гидропривода, особенности взаимодействия с ограничивающими стенками каналов.</p> <p>Классификация и принцип действия объемных гидромашин. Объемные и механические потери, общий КПД. Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных, лопастных, винтовых, аксиально- и радиально-поршневых насосов и гидромоторов. Определение рабочего объема и его регулирование. Конструкция и принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических, мембранных, сильфонных гидроцилиндров. Дифференциальная схема включения поршневого гидроцилиндра. Расчет рабочих параметров гидромашин.</p> <p>Классификация гидроаппаратуры. Назначение, конструкция, принцип действия, основные расчетные зависимости клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редукционных, обратных, обратных управляемых). Дроссели, расчет потерь давления на дросселе. Регуляторы потока. Делители потока. Реле давления и выдержки. Распределители: назначение, классификация, принцип действия. Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности. Гидроаккумуляторы. Модульные гидравлические аппараты.</p> <p>Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода. Сепараторы. Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения. Охлаждение рабочей жидкости. Масляные станции. Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет</p>	4	2	4	12

	диаметра трубопровода.				
4	Типовые схемы объемного гидропривода				
	<p>Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов. Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения. Структурный анализ и синтез схемы не регулируемого гидропривода.</p> <p>Уравнение динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения и его решение. Расчет статических характеристик объемного привода. Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов. Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода.</p> <p>Способы регулирования скорости движения гидродвигателей. Ступенчатое регулирование. Объемный и дроссельный способы. Последовательное и параллельное включение дросселя. Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. КПД и нагрузочные характеристики привода. Сравнение способов регулировки.</p> <p>Принцип действия и структура пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневматических приводов. Классификация пневмодвигателей. Источники питания. Свойства воздуха. Термодинамические процессы пневмоприводов. Основные закономерности течения воздуха в пневмолиниях. Уравнение скорости и расхода, определение пропускной способности пневмолиний. Определение времени наполнения и опорожнения пневмемкостей. Элементы пневмоаппаратуры высокого давления. Динамический расчет пневмодвигателей.</p>	5	3	5	12
	ИДЗ				9
	Экзамен				36
	ВСЕГО	17	17	17	93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Основные положения статики и динамики жидких сред	<p>Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера), его интегрирование.</p> <p>Гиростатическое давление на плоские и криволинейные поверхности.</p> <p>Динамическое давление. Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли, практическое использование.</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия. Построение электрического аналога гидравлической сети.</p>	2	2
2	Гидравлический расчет трубопроводов, работа нагнетателя на сеть	<p>Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения.</p> <p>Построение характеристики простого и сложного трубопроводов</p> <p>Определение подачи, давления и потребляемой мощности насоса методом наложения характеристик, построение рабочей точки.</p>	6	6

		<p>Определение требуемой степени обрезки рабочих колес центробежных насосов.</p> <p>Построение рабочей точки при изменении числа оборотов привода и гидравлического сопротивления сети.</p> <p>Определение диапазона регулирования частоты вращения.</p>		
3	Структура и комплектующие гидравлического привода	<p>Структурный анализ объемных приводов. Условное обозначение и функциональное назначение аппаратуры привода.</p> <p>Гидронасосы и гидромоторы, расчет требуемых эксплуатационных параметров, параллельное и последовательное включение насосов.</p> <p>Решение уравнения динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения. Дифференциальная схема включения гидропривода.</p>	4	4
4.	Типовые схемы объемного гидропривода	<p>Синтез принципиальных схем дискретного действия приводов поступательного и вращательного движения.</p> <p>Расчет гидросистемы нерегулируемого объемного привода поступательного движения, выбор насоса и необходимой гидроаппаратуры, уточнение эксплуатационных параметров привода.</p> <p>Дроссельный способ регулирования скорости движения гидродвигателя построение нагрузочных характеристик.</p> <p>Объемный способ регулирования скорости движения гидродвигателя построение нагрузочных характеристик.</p>	5	5
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

4.3. Содержание лабораторных занятий

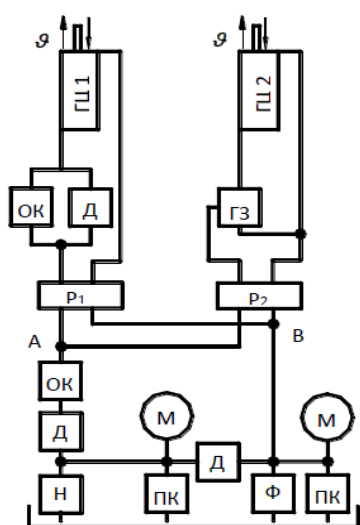
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Основные положения статики и динамики жидких сред	<p>Измерение статического, динамического и полного давлений. Распределение гидростатического напора в разнородных жидкостях.</p> <p>Определение коэффициентов трения и местного сопротивления.</p> <p>Исследование характеристик гидравлического удара.</p>	6	6
2	Гидравлический расчет трубопроводов, работа нагнетателя на сеть	<p>Построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов.</p> <p>Нормальные испытания центробежного насоса.</p> <p>Совместная работа центробежных насосов</p>	6	6
3	Структура и ком-	Определение рабочего объема шесте-	2	2

	плекующие гидравлического привода	ренного и лопастного насосов.		
4	Типовые схемы объемного гидропривода	Исследование нагрузочных характеристик объемного привода при параллельном и последовательном включении дросселя.	3	3
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

4.4. Содержание курсового проекта

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания



Предусматривается выполнение индивидуального домашнего задания, целью которой является закрепление знаний, полученных в ходе теоретического изучения дисциплины, а также приобретение практических навыков синтеза принципиальных схем и проведения необходимых гидравлических расчетов.

Исходя из заданных условий движения и фиксации гидродвигателей, разрабатывается принципиальная схема объемного привода.

ИДЗ включает выполнение 3 этапов:

1. На основе заданной блок-схемы осуществляется синтез принципиальной схемы гидропривода. Подключение аппаратуры при этом должно обеспечить заданную циклограмму работы гидродвигателей привода.

2. Проведение гидравлического расчета разработанной схемы объемного привода.

3. Основываясь на данных гидравлического расчета осуществ-

ляется комплектация гидроаппаратурой с требуемыми эксплуатационными параметрами разработанной схемы привода.

В процессе выполнения расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

Компетенция ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию средств и разработке методов технического и энергетического обеспечения строительства

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-2.10. Разрабатывать техническое задание на проектирование гидропривода машин, выполнять необходимые расчеты, осуществлять выбор комплектующего оборудования, осуществлять структурный синтез (анализ) принципиальной схемы привода.	Экзамен, защита лабораторных работ, ИДЗ, решение задач на практических занятиях, тестирование

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Раздел дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные положения статики и динамики жидких сред	<p>Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость.</p> <p>Понятие идеальной жидкости, ее свойства</p> <p>Физический смысл гидростатического давления. Его свойства</p> <p>Основное уравнение гидростатики</p> <p>Закон Паскаля</p> <p>Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления.</p> <p>Сила давления на плоские поверхности.</p> <p>Сила давления на криволинейные поверхности.</p> <p>Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Его связь с давлением</p> <p>Закон Архимеда.</p> <p>Относительный покой жидкости. Примеры</p> <p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости.</p> <p>Уравнение расхода. Уравнение средней скорости.</p> <p>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения.</p> <p>Динамическое давление. Приборы для определения динамического давления.</p> <p>Уравнения изменения количества движения, частные случаи использования уравнения.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях.</p> <p>Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха.</p> <p>Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.</p> <p>Гидродинамическое подобие, критерии подобия.</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия.</p> <p>Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений.</p> <p>Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов.</p> <p>Графики Никурадзе, Мурина.</p> <p>Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, квадратичная область сопротивления.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления</p> <p>Потери напора при изменении сечения трубопровода, теорема Борда-Карно.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления.</p> <p>Взаимное влияние местных сопротивлений.</p>
2	Гидравлический расчет трубопроводов, работа нагнетателя на сеть	<p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения.</p> <p>Построение расходной характеристики простого трубопровода.</p> <p>Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопро-</p>

		<p>водов.</p> <p>Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара.</p> <p>Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом</p> <p>Определение расхода при истечении из отверстий в тонкой стенке.</p> <p>Истечение газов из емкостей под давлением, критическая скорость.</p> <p>Давление нагнетателя работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка.</p> <p>Особенности определения рабочей точки для отопительно-вентиляционных систем и систем аспирации и пневмотранспорта.</p> <p>Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разряжением.</p> <p>Регулировка подачи нагнетателей.</p> <p>Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей</p>
3	Структура и комплектующие гидравлического привода	<p>Динамический и объемный гидропривод, области применения. Структура принцип действия, основные параметры, преимущества и недостатки объемного гидропривода.</p> <p>Характеристики рабочих жидкостей гидропривода</p> <p>Классификация и принцип действия объемных гидромашин, общий КПД.</p> <p>Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных и лопастных, насос-моторов. Определение рабочего объема.</p> <p>Конструкции, принцип действия, характеристики аксиально-и радиально-поршневых насос-моторов. Регулирование рабочего объема.</p> <p>Конструкция, принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических гидроцилиндров. Расчет рабочих параметров.</p> <p>Дифференциальная схема включения гидроцилиндра.</p> <p>Назначение, конструкция, принцип действия клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редуцированных)</p> <p>Назначение, конструкция, принцип действия клапанов управления (обратных, обратных управляемых, делителей потока).</p> <p>Назначение, конструкция, принцип действия клапанов управления реле давления и выдержки.</p> <p>Назначение, конструкция, принцип действия регуляторов потока.</p> <p>Дроссели, расчет потерь давления на дросселе.</p> <p>Распределители: назначение, классификация, принцип действия.</p> <p>Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности.</p> <p>Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода.</p> <p>Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения.</p> <p>Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода.</p> <p>Способы герметизации подвижных и неподвижных соединений, их характеристика.</p>
4	Типовые схемы объемного гидропривода	<p>Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов.</p> <p>Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения,</p>

	<p>примеры.</p> <p>Уравнение динамики рабочего органа привода поступательного движения</p> <p>Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов.</p> <p>Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода</p> <p>Способы регулирования скорости движения гидродвигателей.</p> <p>Регулирование скорости движения, последовательное и параллельное включение дросселя. КПД и нагрузочные характеристики</p> <p>Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке.</p> <p>Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем.</p> <p>Функциональная схема следящего привода. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей.</p> <p>Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник, способы разгрузки золотников.</p>
--	---

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрены учебным планом.

5.3 Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, решения задач на практических занятиях, выполнения ИДЗ, тестирования.

Лабораторные работы. В методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и необходимые методические указания к работе.

Допуск к выполнению лабораторных работ проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы после оформления работы в тетради. Выполнение работ проходит на лабораторных установках в специализированной аудитории. Защита лабораторных работ производится после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для допуска и защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Измерение статического, динамического и полного давлений. Распределение гидростатического напора в разнородных жидкостях.	<p>Что принято за ноль при отсчете абсолютного давления?</p> <p>Можно ли мановакуметром измерить абсолютное давление?</p> <p>Какая связь существует между плотностью и удельным весом жидкости?</p> <p>Как пересчитать давление в напор?</p> <p>Поясните принцип действия трубки Пито-Прандля.</p> <p>Как перевести показания микроманометра ММ-250 в Па?</p> <p>Почему микроманометра ММ-250 заправляется спиртом?</p> <p>Каково максимальное значение вакуумметрического напора?</p> <p>Поясните эффект фонтана Герона.</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>Почему глубинные насосы опускают в скважину, а не располагают наверху, что более удобно?</p> <p>Перечислите свойства гидростатического давления.</p> <p>Как изменяется гидростатическое давление с увеличением глубины погружения?</p> <p>Изобразите эпюру абсолютного и избыточного гидростатического давления, действующего на вертикальную стенку и горизонтальное дно открытого сосуда с жидкостью.</p> <p>Объясните устройство и принцип действия жидкостных приборов: пьезометра, манометра, вакуумметра, дифференциального манометра.</p> <p>Объясните принцип действия механических приборов для измерения давления. Как влияет высота установки механического манометра на его показания?</p>
2	<p>Определение коэффициентов трения и местного сопротивления.</p>	<p>Напишите формулу для определения потерь напора на трение по длине.</p> <p>От чего зависит коэффициент гидравлического трения в общем случае?</p> <p>Дайте определение эквивалентной шероховатости.</p> <p>Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости в трубах?</p> <p>От чего зависит коэффициент трения в каждой зоне?</p> <p>Какой степени скорости пропорциональна потеря напора по длине для различных зон сопротивления?</p> <p>Чем объясняется возрастание гидравлического сопротивления при переходе от ламинарного режима к турбулентному?</p> <p>От чего зависит степень влияния шероховатости труб на гидравлическое сопротивление при турбулентном режиме?</p> <p>Почему формула Альтшуля называется универсальной? Для каких зон сопротивления она применима?</p> <p>Что называется, потерей напора на преодоление гидравлических сопротивлений?</p> <p>Назовите два вида потерь напора.</p> <p>Напишите формулу для определения местных потерь напора.</p> <p>От чего зависит коэффициент местного сопротивления при ламинарном и турбулентном режиме?</p> <p>Дайте определение эквивалентной длины местного сопротивления.</p> <p>Как определяются потери напора опытным путем?</p> <p>Что способствует снижению величины кмс?</p>
3	<p>Исследование характеристик гидравлического удара.</p>	<p>Гидравлический удар, причины возникновения.</p> <p>Скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара, их влияние на величину ударного давления.</p> <p>Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского.</p> <p>Способы борьбы с гидроударом.</p>
4	<p>Построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов.</p>	<p>Что называют простым трубопроводом?</p> <p>Какой функцией описывается характеристика сети?</p> <p>Как изменяется характеристика сети при увеличении гидравлического сопротивления?</p> <p>Влияние высоты подъема трубопровода на характеристику сети.</p> <p>Как строят построение характеристики сети трубопровода соеди-</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>нённых последовательно? Когда используют последовательное соединение трубопроводов? Как строят построение характеристики сети трубопровода соединённых параллельно? Когда используют параллельное соединение трубопроводов?</p>
5	<p>Нормальные испытания центробежного насоса.</p>	<p>Почему при пуске центробежного насоса его предварительно заливают водой и перекрывают выходной вентиль? Почему глубинные насосы опускают в скважину, а не располагают наверху что более удобно? Основные параметры насосов: подача, напор, полезная мощность, потребляемая мощность и КПД. Что такое напор центробежного насоса, как его измерить?</p>
6	<p>Совместная работа центробежных насосов</p>	<p>Почему на входе во второй насос стоит мановакуумметр? Почему не рекомендуется соединять последовательно насосы разной производительности? Как, зная напорную характеристику одного насоса, построить характеристику двух насосов, включенных последовательно? Как зная напорную характеристику одного насоса, построить характеристику двух насосов, включенных параллельно? Центробежный насос подает воду по трубопроводу, подключая второй насос необходимо получить максимально возможное увеличение расхода. Как надо подключить второй насос? Почему на выходах насосов, включенных параллельно, рекомендуется установка обратных клапанов?</p>
7	<p>Определение рабочего объема шестеренного и лопастного насосов.</p>	<p>Как определить модуль зубчатого зацепления насоса? Для чего предназначены насосы объемного типа? Чем теоретическая производительность насоса отличается от фактической? Как по известным характеристикам насоса определить оптимальные режимы работы? Как устроен и работает шестеренный насос? В чем отличие в устройстве и работе пластинчатых насосов однократного и двукратного действия?</p>
8	<p>Исследование нагрузочных характеристик объемного привода при параллельном и последовательном включении дросселя.</p>	<p>Изобразите возможные схемы включения дросселя в схему При установке дросселя параллельно для увеличения скорости его надо открыть или закрыть? При установке дросселя последовательно для увеличения скорости его надо открыть или закрыть? Как зависит КПД привода от способа установки дросселя. В каком случае максимально возможный общий КПД гидропривода наблюдается при последовательной установке дросселя? Почему при дроссельном способе регулирования не достигается стабилизация скорости при переменной нагрузке? Что такое скорость холостого хода? Что такое нагрузка торможения? В чем достоинство объемного гидропривода дроссельного регулирования с дросселем на выходе?</p>

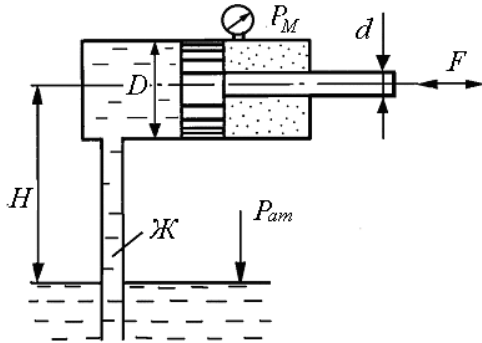
Практические занятия.

Практические занятия посвящены решению разноуровневых задач и заданий, образцы которых представлены ниже.

Определить диаметр трубопровода, по которому подается жидкость Ж (вода пресная) с расходом $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$ из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима. Температура жидкости $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

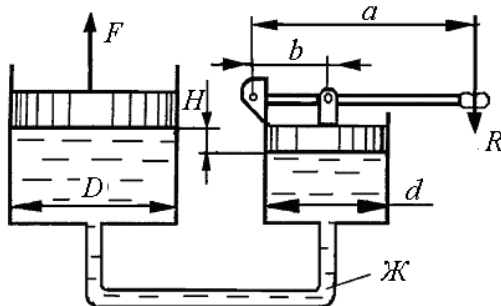
При ламинарном режиме движения жидкости по горизонтальному трубопроводу диаметром $d = 30 \text{ см}$ расход равнялся $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$, а падение пьезометрической высоты на участке данной $l = 2 \text{ м}$ составило $H = 0,3 \text{ м}$. Определить кинематический и динамический коэффициенты вязкости перекачиваемой жидкости.

Определить время закрытия задвижки, установленной на свободном конце стального водопровода диаметром $d = 250 \text{ мм}$, длиной $l = 1200 \text{ м}$, с толщиной стенки $\delta = 3,5 \text{ мм}$, при условии, чтобы максимальное повышение давления в водопроводе было в три раза меньше, чем при мгновенном закрытии задвижки. Через сколько времени после мгновенного закрытия задвижки повышение давления распространится до сечения, находящегося на расстоянии $0,7 \cdot l$ от задвижки?

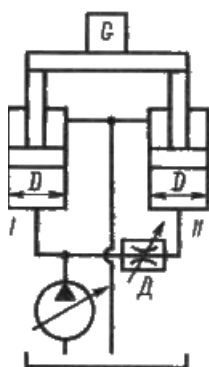


Определить величину и направление силы F , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы, – жидкость Ж (масло касторовое).

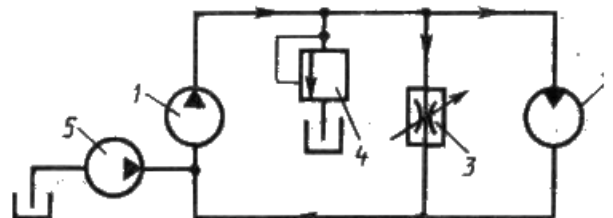
Показания пружинного манометра $P_M = 0,05 \text{ МПа}$, $H = 2 \text{ м}$, $d = 50 \text{ мм}$, $D = 200 \text{ мм}$.



Определить силу прессования F , развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большого плунжера $D = 200 \text{ мм}$, диаметр меньшего плунжера $d = 30 \text{ мм}$. Большой плунжер расположен выше меньшего на величину $H = 4 \text{ м}$, рабочая жидкость Ж (масло минеральное), усилие, приложенное к рукоятке, $R = 5 \text{ кгс}$, плечи рычага $a = 1 \text{ м}$, $b = 15 \text{ мм}$.

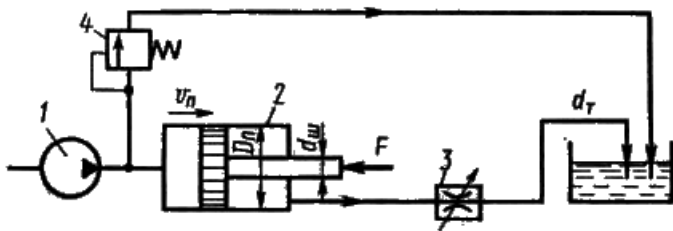


Для подъема груза G со скоростью $u = 0,15 \text{ м/с}$ используются два гидроцилиндра диаметром $D = 100 \text{ мм}$. Груз смещен относительно оси симметрии так, что нагрузка на штоке первого цилиндра $F_1 = 6 \text{ кН}$, на штоке второго цилиндра $F_2 = 5 \text{ кН}$. Каким должен быть коэффициент местного сопротивления дросселя $\xi_{др}$, чтобы платформа поднималась без перекашивания? Диаметр трубопровода $d = 10 \text{ мм}$; плотность жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. Потерями на трение по длине трубы пренебречь.



Объемный гидропривод вращательного движения с дроссельным регулированием состоит из двух гидромашин - насоса 1 и гидромотора 2, а также дросселя 3, предохранительного клапана 4 и вспомогательного насоса 5. Определить пределы изменения частоты вращения гидромотора n_2 при постоянной нагрузке. Даны: частота вращения насоса $n_1=2400$ об/мин; рабочие объемы гидромашин $V_1=0,01$ л; $V_2=0,02$ л; давление в напорной гидролинии, обусловленное заданной нагрузкой (моментом на валу гидромотора), $P_n=5$ МПа; давление во всасывающей линии, поддерживаемое насосом 5, $P_{вс}=0,3$ МПа; площадь проходного сечения дросселя при полном его открытии $S_{др}=0,015$ см²; коэффициент расхода дросселя $\xi=0,65$; объемный к. п. д. каждой гидромашин $\eta_o=0,95$. Расход через клапан 4 $Q_{кл}=0$.

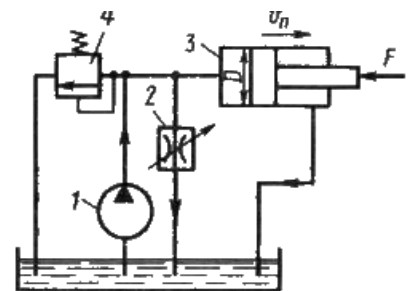
При испытании насоса получены следующие данные: избыточное давление на выходе из насоса $P_2=0,35$ МПа; вакуум перед входом в насос $h_{вак}=294$ мм рт. ст.; подача $Q=6,5$ л/с; крутящий момент на валу насоса $M=41$ Н·м; частота вращения вала насоса $n=800$ об/мин. Определить полезную и потребляемую мощности и к.п.д. насоса. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов считать одинаковыми.



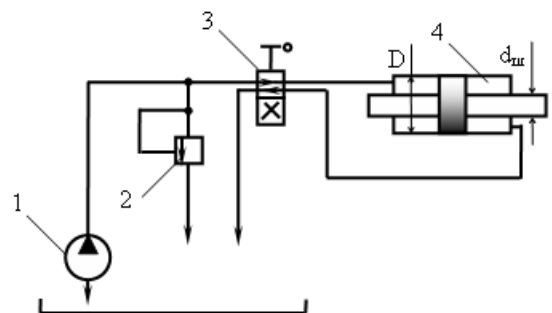
На рисунке показана упрощенная схема гидропривода с дроссельным управлением и последовательным включением дросселя. Обозначения: 1 — насос, 2 — гидроцилиндр, 3 — регулируемый дроссель, 4 — переливной клапан (распределитель на схеме не показан).

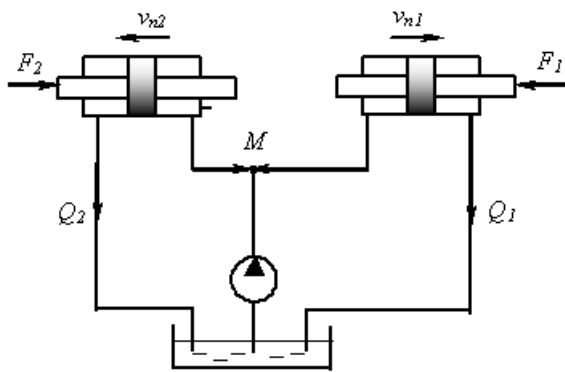
Под каким давлением p_1 нужно подвести жидкость ($\rho=1000$ кг/м³) к левой полости гидроцилиндра для перемещения поршня вправо со скоростью $u=0,1$ м/с и преодоления нагрузки вдоль штока $F=1000$ Н, если коэффициент местного сопротивления дросселя $\xi_{др}=10$? Другими местными сопротивлениями и потерей на трение в трубопроводе пренебречь. Диаметры: поршня $D_n=60$ мм, штока $d_{ш}=30$ мм, трубопровода $d_t=6$ мм.

На рисунке показана упрощенная схема объемного гидропривода поступательного движения с дроссельным регулированием скорости выходного звена (штока), где 1 — насос, 2 — регулируемый дроссель. Шток гидроцилиндра 3 нагружен силой $F=1200$ Н; диаметр поршня $D=40$ мм. Предохранительный клапан 4 закрыт. Определить давление на выходе из насоса и скорость перемещения поршня со штоком u_n при таком открытии дросселя, когда его можно рассматривать как отверстие площадью $S_o=0,05$ см² с коэффициентом расхода $\mu=0,62$. Подача насоса $Q=0,5$ л/с. Плотность жидкости $\rho=900$ кг/м³. Потери в трубопроводах пренебречь.



На рисунке приведена схема гидропривода, состоящего из насоса 1, переливного клапана 2, распределителя 3 и гидроцилиндра 4. Определить скорость движения штока гидроцилиндра при нагрузке $F=20$ кН, если рабочий объем насоса $V=32$ см³; угловая скорость $\omega=200$ с⁻¹; объемный к.п.д. $\eta_{o1}=0,96$ при $p=8$ МПа; давление начала открытия переливного клапана $p_{кл}=5$ МПа; максимальное давление $p_{max}=7$ МПа; суммарная длина трубопроводов $l=6$ м; диаметр трубопровода $d_t=10$ мм; эквивалентная длина для каждого канала распределителя $l_p=200d_t$, диаметры: поршня $D=80$ мм; штока $d_{ш}=30$ мм; плотность рабочей жидкости $\rho=900$ кг/м³; вязкость $\nu=0,4$ Ст.





Определить скорости поршней $V_{п1}$ и $V_{п2}$, площади которых одинаковы: $S_{п} = 5 \text{ см}^2$. Штоки поршней нагружены силами $F_1 = 1 \text{ кН}$ и $F_2 = 0,9 \text{ кН}$. Длина каждой ветви трубопровода от точки M до бака $l = 5 \text{ м}$, диаметр трубопроводов $d = 10 \text{ мм}$; подача насоса $Q = 0,2 \text{ л/с}$. Вязкость рабочей жидкости $\nu = 1 \text{ Ст}$; плотность $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$.

Критерии оценивания решения задач:

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Задача решена в полном объеме без ошибок.
Хорошо	Задача решена в полном объеме с незначительными ошибками, которые студент самостоятельно способен устранить.
Удовл.	Задача решена с ошибками, которые студент способен устранить используя помощь преподавателя.
Неуд.	Задача решена частично, допущены принципиальные ошибки.

Тестирование. По основным темам лекционного и практического курсов предусмотрены тестовые вопросы (проводятся на практических занятиях), содержание некоторых из них, представлено ниже.

Сжимаемость- это свойство жидкости

- изменять свою форму под действием давления;
- изменять свой объем под действием давления;
- сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- изменять свой объем без воздействия давления.

Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле

$$\begin{aligned} \text{а) } \beta_V &= -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; & \text{б) } \beta_V &= -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; \\ \text{в) } \beta_V &= \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}; & \text{г) } \beta_V &= -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}. \end{aligned}$$

Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- ν ;
- μ ;
- η ;
- τ .

Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

- гидростатика и гидромеханика;
- гидромеханика и гидродинамика;
- гидростатика и гидродинамика;
- гидрология и гидромеханика.

Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- в движущейся жидкости;
- в покоящейся жидкости;

- в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- г) в жидкости, помещенной в резервуар.

Свойство гидростатического давления гласит

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

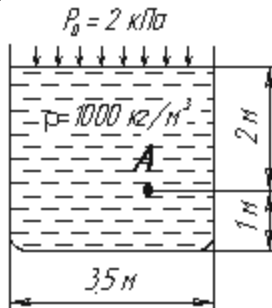
Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

- а) основным уравнением гидростатики;
- б) основным уравнением гидродинамики;
- в) основным уравнением гидромеханики;
- г) основным уравнением гидродинамической теории.

Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

- а) $P = P_{атм} + \rho gh$;
- б) $P = P_0 - \rho gh$;
- в) $P = P_0 + \rho gh$;
- г) $P = P_0 + \rho \gamma h$.

Чему равно гидростатическое давление в точке А ?



- а) 19,62 кПа; б) 31,43 кПа; в) 21,62 кПа; г) 103 кПа.

Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

Отношение живого сечения к смоченному периметру называется

- а) гидравлическая скорость потока;
- б) гидродинамический расход потока;
- в) расход потока;
- г) гидравлический радиус потока.

Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется

- а) ламинарным;
- б) стационарным;
- в) неустановившимся;
- г) турбулентным.

Течение жидкости со свободной поверхностью называется

- а) установившееся;
- б) напорное;
- в) безнапорное;
- г) свободное.

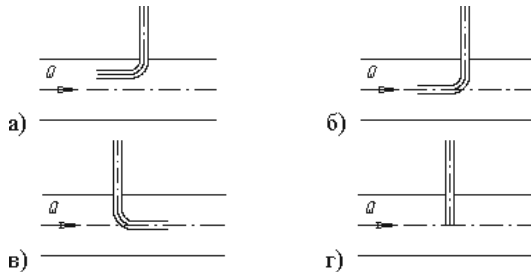
Уравнение неразрывности течений имеет вид

- а) $s_1 v_2 = s_2 v_1 = \text{const}$;
- б) $s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$;
- в) $s_1 s_2 = v_1 v_2 = \text{const}$;
- г) $s_1 / v_1 = s_2 / v_2 = \text{const}$.

Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

а) $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{\rho g}$
 б) $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$
 в) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g};$
 г) $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}.$

На каком рисунке трубка Пито установлена правильно



Линейные потери вызваны

- а) силой трения между слоями жидкости;
- б) местными сопротивлениями;
- в) длиной трубопровода;
- г) вязкостью жидкости.

Местные потери энергии вызваны

- а) наличием линейных сопротивлений;
- б) наличием местных сопротивлений;
- в) массой движущейся жидкости;
- г) инерцией движущейся жидкости.

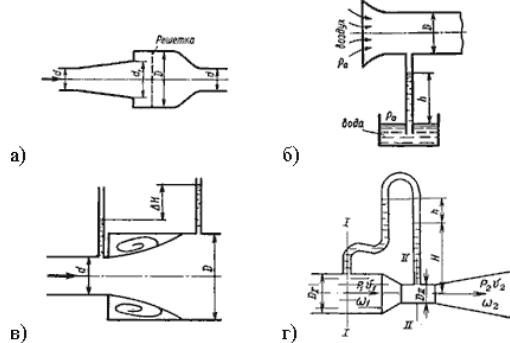
Для измерения скорости по тока используется

- а) трубка Пито;
- б) пьезометр;
- в) вискозиметр;
- г) трубка Вентури.

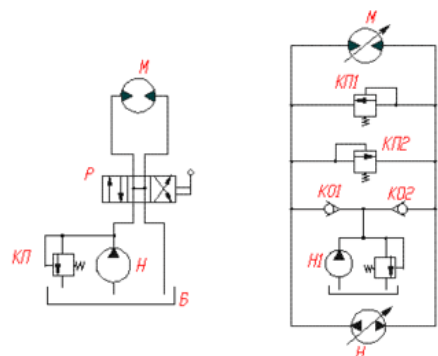
Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту $H = 15$ см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе

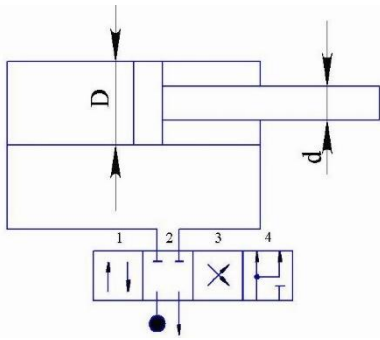
- а) 2,94 м/с;
- б) 17,2 м/с;
- в) 1,72 м/с;
- г) 8,64 м/с.

Укажите, на каком рисунке изображен расходомер Вентури



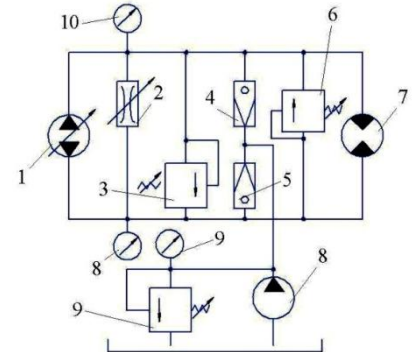
На каком из рисунков изображена открытая гидросистема





Укажите направление перемещения поршня при включении каждой из позиций распределителя
 Форма ответа: номер позиции (1,2,3,4) – направление движения (→ движение отсутствует)

Укажите номера гидравлического оборудования (рис.), с помощью которого можно регулировать частоту вращения гидромотора 7.



Критерии оценивания тестового опроса: 70% правильных ответов – удовлетворительно, 80% - хорошо, 90% - отлично.

5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать термины, определения, понятия	Не умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Умение использовать основные закономерности, соотношения,	Не умеет использовать основные закономерности и соотношения,	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы	Умеет использовать основные закономерности, соотношения,	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения

ношения, принципы	принципы построения знаний	построения знаний	шения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Способность полностью отвечать на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Способность четко излагать и интерпретировать знания	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями	Не владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок	Владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно
Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов	Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не владеет значительной частью материала дисциплины	Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей	Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации	Владеет знаниями без логической последовательности	Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности	Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности	Владеет знаниями в логической последовательности, само-

тации знаний		ватель-ности	дователь-ности	стоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты, прошедшие текущий контроль. Экзамен включает три вопроса теоретической части. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 60 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине ежегодно утверждается на заседании кафедры.

Типовой вариант экзаменационного билета

<p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА» (БГТУ им. В.Г. Шухова)</p> <p>Кафедра <u>Теплогоснабжение и вентиляция</u> Дисциплина <u>Техническая гидромеханика и основы гидропривода</u> Направление: <u>Строительство</u> Профиль: <u>Техническое и энергетическое обеспечение строительства</u></p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</p> <p>1. Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость. Понятие идеальной жидкости, ее свойства.</p> <p>2. Назначение, конструкция, принцип действия клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редуционных).</p> <p>3. Регулирование скорости движения, последовательное и параллельное включение дросселя. КПД и нагрузочные характеристики</p> <p>Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____ <small>(дата)</small></p> <p>Заведующий кафедрой _____ / В.А. Уваров</p>

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы гидравлики	<p>Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость.</p> <p>Понятие идеальной жидкости, ее свойства</p> <p>Физический смысл гидростатического давления. Его свойства</p> <p>Основное уравнение гидростатики</p> <p>Закон Паскаля</p> <p>Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления.</p> <p>Сила давления на плоские поверхности.</p> <p>Сила давления на криволинейные поверхности.</p> <p>Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Его связь с давлением.</p> <p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока.</p> <p>Уравнение расхода. Уравнение средней скорости.</p> <p>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения.</p> <p>Динамическое давление. Приборы для определения динамического давления.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях.</p> <p>Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха.</p> <p>Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления.</p> <p>Построение расходной характеристики простого трубопровода.</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия.</p> <p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения.</p> <p>Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара.</p>
2	Структура и комплектующие гидравлического привода	<p>Динамический и объемный гидропривод.</p> <p>Структура принцип действия, основные параметры объемного гидропривода</p> <p>Классификация и принцип действия объемных гидромашин (насосы, цилиндры, гидромоторы).</p> <p>Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных насосов и гидромоторов</p> <p>Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных, лопастных, насосов и гидромоторов</p> <p>Определение рабочего объема насосов, его регулирование.</p> <p>Конструкция и принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических, мембранных, сильфонных гидроцилиндров.</p> <p>Расчет рабочих параметров гидромашин гидромашин (насосов, цилиндров, гидромоторов).</p> <p>Классификация гидроаппаратуры.</p> <p>Назначение, конструкция, принцип действия клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редуционных, обратных,).</p>

		<p>Дроссели, расчет потерь давления на дросселе.</p> <p>Регуляторы потока. Делители потока.</p> <p>Распределители: назначение, классификация, принцип действия.</p> <p>Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности.</p> <p>Гидроаккумуляторы: назначение, классификация, принцип действия.</p> <p>Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода.</p> <p>Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения.</p> <p>Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода.</p> <p>Уплотнительные устройства. Грязесъемники. Критерии выбора уплотнительного элемента.</p>
3	Типовые схемы объемного гидропривода.	<p>Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов.</p> <p>Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения. Примеры типовых схем.</p> <p>Уравнение динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения и его решение.</p> <p>Расчет статических характеристик объемного привода. Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов.</p> <p>Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода.</p> <p>Регулирование скорости движения рабочего органа. Ступенчатое регулирование.</p> <p>Объемный способ изменения скорости гидродвигателя.</p> <p>Дроссельный способ. Последовательное и параллельное включение дросселя.</p> <p>Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке.</p> <p>Общие сведения, сущность и классификация синхронных приводов.</p> <p>Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем.</p> <p>Принцип действия и области применения следящего привода. Функциональная схема.</p> <p>Гидравлические усилители. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей.</p> <p>Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник, способы разгрузки золотников, степень перекрытия рабочих окон.</p> <p>Гидроусилители типа сопло-заслонка и струйная трубка.</p> <p>Примеры схем следящих приводов.</p> <p>Принцип действия и структура пневматических приводов.</p> <p>Преимущества и недостатки пневматических приводов.</p> <p>Термодинамические процессы пневмоприводов.</p> <p>Свойства воздуха. Основные закономерности течения воздуха в пневмолиниях.</p> <p>Уравнение скорости и расхода, определение пропускной способности пневмолиний.</p> <p>Определение времени наполнения и опорожнения пневмодвигателей.</p> <p>Классификация пневмодвигателей. Источники питания.</p> <p>Динамический расчет пневмодвигателей.</p>
6	Основы гидропневмоавто-	<p>Общие сведения о системах управления. Функции автоматических систем управления.</p>

матики.	<p>Системы управления дискретного действия. Логические операции, логические функции одной переменной, их реализация элементами УСЭПА.</p> <p>Логические операции, логические функции двух переменных, их реализация элементами УСЭПА.</p> <p>Построение одноктактных систем управления.</p> <p>Триггер, построение многотактных систем управления.</p> <p>Применение струйных элементов при счетных операциях.</p> <p>Генератор сигналов. Триггер со счетным входом. Накапливающий сумматор. Программируемые системы управления.</p>
---------	--

Критерии оценивания экзамена.

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Студент ответил на все вопросы билета и дополнительные вопросы.
Хорошо	Студент ответил на все вопросы билета. При ответах на дополнительные вопросы допускает неточности.
Удовлетворительно	Студент ответил на все вопросы билета, допуская. Затрудняется ответить на дополнительные вопросы.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для проведения лекционных занятий (ГУК 312)	Презентационная техника, комплект электронных презентаций.
2	Лаборатория гидравлики и гидравлических машин (ГУК 003), предназначена для проведения лабораторных и практических занятий.	<p>Оснащена лабораторными установками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерение статического, динамического и полного давлений. - распределение гидростатического напора в разнородных жидкостях - исследование режимов движения жидкости. - построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов. - исследование характеристик гидравлического удара. - определения рабочего объема насоса, - снятия напорной характеристики насоса, - регулируемого привода поступательного движения, - регулируемого привода вращательного движения,
3	Методический кабинет (ГУК 312а), компьютерный зал (ГУК 313) предназначены для самостоятельной работы студентов	Наглядные пособиями, методическая литература, презентационная техника, комплект электронных презентаций.

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программные комплексы «Autocad», «MS Word»

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы:

1. Овсянников Ю. Г. Гидравлика: учебное пособие – Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова, 2018. – 118 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018032213124946100000656551>
2. Крестин Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов. - М: Лань", 2014. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50160>
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репринт. изд. - Москва : Альянс, 2013. - 416 с.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач: учеб. пособие / [Т. В. Артемьева [и др.]; ред. Н. П. Стесин. – М.: Академия, 2011. – 204 с.
6. Гидравлика: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост.: Т. Н. Ильина, Ю. Г. Овсянников, А. Ю. Феокистов, С. В. Староверов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 43 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/?searchType=User&BasicSearchString=%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD%D0%B0&ViewMode=false&PackId=0&page=1>
7. Объемный гидравлический привод: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост.: Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 27 с. Режим доступа к ЭР: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918185318537800003622>
8. Разработка схемы объемного гидропривода: метод. указания к выполнению расчетно-граф. работы/ сост. Ю. Г. Овсянников. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 38 с. Режим доступа к ЭР: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918201666073400004950>

Перечень дополнительной литературы:

10. Малашкина, В. А. Гидравлика: учеб. пособие для проведения практ. занятий и самост. работы студентов / В. А. Малашкина. – 2-е изд., стер. – М.: Горная книга, 2009.
11. Тужилкин А.М., Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. Гидравлика: учебное пособие – Издательство АСВ, 2011.-272 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013042513374224445200002247>
12. Беленков, Ю. А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 - Автомобиле - и тракторостроение / Ю. А. Беленков, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: БАСТЕТ, 2013. - 405 с
13. Лепешкин, А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы: учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: Академия, 2004. - 331 с.
14. Гойдо М.Е. Проектирование объемных гидроприводов / Гойдо М.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2009.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5131>

Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://allcalc.ru/node/498>
2. <http://www.studmed.ru>
3. http://pump-tech.ru/poleznaya_informaciya/voprosy_i_otvety/voprosy_po_nasosam/
4. <http://www.tehnavigator.ru>
5. <http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=5>
6. <https://wpcalc.com/gidravlichesкое-soprotivlenie-treniya-trub/>
7. <http://mirgidravliki.ru/inzhenerno-proektny-tsentr/techinfo/kalykulyator.htm>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

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

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть