

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Рабочая программа дисциплины
«МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА»

Направление подготовки:	15.03.01 – Машиностроение
Профили подготовки:	15.03.01.01 – Оборудование и технология сварочного производства 15.03.01.02 – Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Квалификация (степень):	бакалавр
Форма обучения:	заочная

Санкт-Петербург, 2016

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.01 – Машиностроение.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 15.03.01 – Машиностроение, профили подготовки – Оборудование и технология сварочного производства; Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств.

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

Разработчик:

О.А. Маринова, зав. кафедрой техносферной безопасности, к.т.н., доцент.

Рецензент:

А.С. Тарасов, к.т.н., доцент кафедры машиностроения.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры техносферной безопасности от «07» сентября 2016 года, протокол № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ	6
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17
5.1. Темы контрольных работ	17
5.2. Темы курсовых работ (проектов)	17
5.3. Перечень методических рекомендаций	18
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену	18
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО–ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	23
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА	26
Приложение.....	27

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

1.1. Целями освоения дисциплины **«Механика жидкости и газа»** являются:

- освоение теоретических основ механики жидкости и газа и расчетных методов для решения задач в области систем гидравлических и пневматических приводов станков и станочных комплексов, необходимых при изучении специальных дисциплин и в практической деятельности;
- на основе законов механики жидкости и газа обеспечить понимание физических процессов, происходящих в жидкостных системах, их элементах (устройствах) для получения в дальнейшей деятельности умения определять неисправности, причины их появления и оценивать последствия возникновения неисправностей в станках и станочных комплексах.

1.2. Изучение дисциплины **«Механика жидкости и газа»** способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- сформировать представление об основах построения гидравлических устройств и систем применительно к станкам и станочному оборудованию;
- овладеть общими методами гидравлических расчетов типовых гидро- и пневмосистем в машиностроении.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

обще профессиональные (ОПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ОПК-1	умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-5	умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК-18	умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные законы механика жидкости и газа; методики гидравлических расчетов напорных систем (в том числе систем объемных гидроприводов и пневмоприводов), их конструктивные параметры, связанные с гидромеханическими параметрами энергоносителей (рабочей жидкости и сжатого воздуха); применение и значение этих законов в современном машиностроении, в развитии средств автоматизации и комплексной механизации производственных процессов; основные законы проектирования гидравлических систем; теоретические основы работы, конструкцию, основные параметры и характеристики современных гидравлических приборов.
- **Уметь:** использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности; применять методы анализа для расчета гидравлических систем и их элементов.
- **Владеть:** общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов; методом творческого подхода при проектировании, гидравлическом расчете и

эксплуатации систем гидро–и пневмоприводов; методами обеспечения работоспособности и эффективности гидравлических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к вариативной части блока Б1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами Математика, Физика, Начертательная геометрия и инженерная графика, Информатика, Теоретическая механика, Техническая механика.

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин Металлорежущие станки, Станочное и инструментальное обеспечение автоматизированного процесса, Автоматизация производственных процессов в машиностроении.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторная работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1.	Модуль 1. Основные теоретические положения движения жидкости	24/0,67	0,5			23,5			
3.	Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры	4/0,11				4			
4.	Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера	8/0,22	0,25			7,75			
5.	Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды	4/0,11				4			
6.	Тема 1.4. Основы динамики жидкости	8/0,22	0,25			7,75			

15.	Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	23/0,64	1		2	20			
16.	Тема 2.1. Основные понятия и определения	2/0,06				2			
17.	Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери	10/0,28	0,5		2	7,5			
18.	Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении	5/0,14	0,25			4,75			
	Тема 2.4. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении	6/0,17	0,25			5,75			
19.	Модуль 3. Гидравлические напорные системы	25/0,69	1	2		22			
20.	Тема 3.1. Основные понятия и определения	2/0,06				2			
21.	Тема 3.2. Методика гидравлического расчета напорных систем	9/0,25	0,5	2		6,5			
22.	Тема 3.3. Гидравлический удар	8/0,22	0,5			7,5			
	Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки	6/0,17				6			
23.	Модуль 4. Гидроприводы	20/0,56	0,5	2		17,5			
24.	Тема 4.1. Общие сведения о гидроприводах	5/0,14	0,25			4,75			
25.	Тема 4.2. Методы регулирования и расчет гидроприводов	5/0,14	0,25			4,75			
	Тема 4.3. Основы проектирования и расчета гидроприводов	10/0,28		2		8			
	Модуль 5. Основные теоретические положения движения газа	6/0,17	0,5			5,5			
	Тема 5.1. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики	3/0,08				3			
	Тема 5.2. Истечение газа из резервуара	3/0,08	0,5			2,5			
	Модуль 6. Пневмоприводы	10/0,28	0,5			9,5			

	Тема 6.1. Общие сведения о пневмоприводах	2/0,06	0,5			1,5			
	Тема 6.2. Расчет пневмоприводов поступательного действия	8/0,22				8			
Всего		108/3	4	4	2	98	1		<i>экзамен</i>

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Основные теоретические положения движения жидкости (24 часа)

Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры (4 часа)

Определение жидкости, её физическая модель. Отличительное свойство жидкости – текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости.

Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление. Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения.

Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления. Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления.

Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде.

Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука. Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости.

Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики

Эйлера (8 часов)

Определение и задачи гидростатики. Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил. Манометрическое давление и статический вакуум.

Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости.

Виды учебных занятий:

Лекция: Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера 0,25 часа

Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды (4 часа)

Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обуславливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру.

Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл.

Струйная модель движения – основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории. Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока.

Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода.

Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и

конвективная составляющие ускорения и их физический смысл.

Тема 1.4. Основы динамики жидкости (8 часов)

Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды. Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения, их физический смысл.

Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока. Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл.

Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести.

Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности механической энергии.

Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии. Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения.

Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения.

Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема применения численных методов на ЭВМ.

Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда.

Моделирование гидравлических явлений.

Виды учебных занятий:

Лекция: Основы динамики жидкости 0,25 часа

**Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока
вязкой жидкости (23 часа)**

Тема 2.1. Основные понятия и определения (2 часа)

Работа, энергия и мощность потока вязкой жидкости. Затраты энергии на работу сил трения и диссипацию (рассеяние). Гидравлическое сопротивление инерционное, вязкое и инерционно – вязкое, сопротивление по длине потока.

Структуры потоков жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его критические значения. Напорное и безнапорное течения. Течения: равномерное, неравномерное, резкоизменяющееся. Гидравлическое уравнение равномерного движения. Кавитационное течение.

Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери (10 часов)

Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Вейсбаха-Дарси. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей.

Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора. Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса.

Виды учебных занятий:

Лекция: Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери 0,5 часа

Лабораторная работа: Потери напора при внезапном сужении трубы 2 часа

Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении (5 часов)

Ламинарное движение в круглой трубе. Распределение касательных

Точность гидравлического расчета.

Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением линий. Основные задачи гидравлического расчета трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов при установившемся движении жидкости. Коэффициент потерь напора в трубопроводах. Гидравлическая характеристика. Системы трубопровод-резервуар. Всасывающая линия насоса. Сифон. Напорная линия насоса. Разветвленный трубопровод.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Методика гидравлического расчета напорных систем	0,5 часа
Практическое занятие:	Расчет гидропривода поступательного движения с дроссельным регулированием	2 часа

Тема 3.3. Гидравлический удар (8 часов)

Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Гидравлический удар	0,5 часа
---------	---------------------	----------

Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки (6 часов)

Отверстия в резервуарах и насадки. Явление истечения жидкости через отверстие в стенке резервуара. Сжатие струи. Расчетные зависимости для определения скорости и расхода при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Особенности истечения через насадки. Истечение при переменном напоре.

Проходные отверстия в элементах дросселирующих и клапанных аппаратов.

Элементы дросселирующих аппаратов. Назначение и классификация. Дроссели с постоянным и регулируемым проходным отверстием. Расчетная формула истечения.

Элементы клапанных аппаратов. Назначение и классификация. Пропускная способность. Статический расчет клапанов. Реактивная сила струи при истечении жидкости, её расчет.

Модуль 4. Гидроприводы (20 часов)

Тема 4.1. Общие сведения о гидроприводах (5 часов)

Определение гидропривода. Структура и функциональная схема. Принципиальные гидравлические схемы гидроприводов поступательного и вращательного действия в условных обозначениях. Классификации гидроприводов по виду движения исполнительного механизма, по методу управления, по виду циркуляции в системе гидропривода. Достоинства и недостатки гидроприводов.

Определение, назначение и принципы действия объемных насосов. Номинальные и рабочие параметры насосов. Типы объемных насосов, насосы с регулируемой подачей. Комплектация насосных установок. Расчет рабочих параметров и выбор типоразмера насоса по каталогу.

Объемные гидродвигатели поступательного движения – гидроцилиндры поршневые и мембранные. Моментные гидродвигатели. Рабочие параметры гидроцилиндров.

Объемные гидродвигатели вращательного движения - гидромоторы. Типы гидромоторов, их рабочие параметры и технические характеристики.

Распределительная гидроаппаратура. Крановые, клапанные и золотниковые распределители. Условные обозначения типоразмеров направляющих золотников. Дросселирующие золотниковые распределители. Управление золотниковыми гидрораспределителями. Расходная характеристика золотниковых гидрораспределителей. Обратные клапаны, гидрозамки

гидрораспределителей и их назначение.

Регулирующая гидроаппаратура. Клапаны давления: предохранительные, редуцирующие и разности давления. Типовые схемы включения и исполнения клапанов. Клапаны прямого и непрямого действия.

Дроссели и регуляторы расхода. Типы дросселей. Формула расхода через дроссель. Схемы и принцип действия регулятора расхода. Синхронизаторы движения типа дроссельного порционера: схема устройства и принцип действия.

Виды учебных занятий:

Лекция: Общие сведения о гидроприводах 0,25 часа

Тема 4.2. Методы регулирования и расчет гидроприводов (5 часов)

Дроссельное регулирование гидроприводов поступательного движения. Схемы включения дросселя в гидросистему на входе, на выходе и параллельно гидроцилиндру. Определение скорости перемещения поршня и давления в полостях гидроцилиндра. Жесткость передачи приложенного усилия. Методы стабилизации скорости.

Дроссельное регулирование гидроприводов вращательного движения: схемы включения дросселя в гидросистему; расчетные зависимости для определения частоты вращения гидромотора, крутящего момента, мощности и КПД.

Объемное (машинное) регулирование гидроприводов вращательного движения с регулируемым насосом и гидромотором. Расчетные зависимости для определения частоты вращения, момента и мощности без учета потерь мощности. Параметр регулирования. Идеальная характеристика гидропривода. Поправки на КПД с учетом потерь мощности.

Объемное регулирование насосом в гидроприводе поступательного движения.

Сравнительная оценка качества дроссельного и объемного регулирования гидроприводов.

Виды учебных занятий:

Лекция: Методы регулирования и расчет гидроприводов 0,25 часа

Тема 4.3. Основы проектирования и расчета гидроприводов (10 часов)

Основные этапы проектирования. Разработка принципиальной типовой схемы гидропривода и её анализ. Расчёт конструктивных параметров гидропривода и нагрузочной характеристики. Статический расчет следящего гидропривода поступательного действия с дросселирующим золотниковым распределителем. Построение статической характеристики. Проектный динамический расчет следящего гидропривода и оценка качества регулирования.

Виды учебных занятий:

Практическое занятие:	Определение гидравлических потерь в гидравлической системе	2 часа
-----------------------	--	--------

Модуль 5. Основные теоретические положения движения газа (6 часов)

Тема 5.1. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики (3 часа)

Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы. Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа.

Тема 5.2. Истечение газа из резервуара (3 часа)

Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха.

Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.

Виды учебных занятий:

Лекция:	Истечение газа из резервуара	0,5 часа
---------	------------------------------	----------

Модуль 6. Пневмоприводы (10 часов)

Тема 6.1. Общие сведения о пневмоприводах (2 часа)

Определение пневмопривода. Назначение и структура пневмопривода. Принцип действия. Простейшие схемы пневмоприводов поступательного и вращательного действия.

Поршневые и диафрагменные пневмодвигатели поступательного действия.

Усилие, развиваемое пневмодвигателем. Пневматические двигатели вращательного действия и их рабочие параметры.

Распределительная пневмоаппаратура: назначение и типы распределителей. Контрольно – регулирующая аппаратура. Типы пневмодросселей. Редукционные клапаны давления. Схемы включения клапанов.

Виды учебных занятий:

Лекция: Общие сведения о пневмоприводах 0,5 часа

Тема 6.2. Расчет пневмоприводов поступательного действия (8 часов)

Расчет пневмопривода при установившемся движении. Массовый расход и скорость движения при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления. Надкритическая и подкритическая области истечения.

Общие замечания по расчету пневмопривода при неустановившемся движении. Три фазы процесса поступления сжатого воздуха в пневмоцилиндр и процесса движения.

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

5.1. Темы контрольных работ

Для закрепления полученных знаний предусмотрено выполнение одной контрольной работы, которая состоит из двух задач:

№ п/п	Наименование тем
1	Определение давления в аккумуляторе в момент гидравлического удара
2	Определение гидравлических потерь

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
2	Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

Модуль 1

1. Определение жидкости, ее основные физические свойства. Модель сплошной среды.
2. Силы, действующие в жидкости, их классификация. Напряжения в жидкости нормальные и касательные. Давление, градиент давления.
3. Свойство вязкости жидкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Особенности ньютоновской жидкости. Коэффициенты вязкости, их размерность. Зависимость вязкости от температур. Понятие о неньютоновской жидкости. Определение гидростатики. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения гидростатики.
4. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его применение.
5. Манометрическое давление и вакуум. Приборы для измерения гидростатического давления.
6. Равновесие жидкости в случае относительного покоя жидкости.
7. Гидростатическое давление жидкости на плоские и цилиндрические стенки.
8. Гидростатическое давление на замкнутые поверхности (тела). Сила давления на погруженное в жидкость тело. Закон Архимеда.

Модуль 2

9. Задание движения сплошной среды по Лагранжу и Эйлеру.
10. Струйная модель движения жидкости. Линия тока, траектория, трубка тока, струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Средняя скорость.
11. Понятие об ускорении при движении жидкости как сплошной среды.

- Локальная и конвективная составляющая ускорения и их физический смысл.
12. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности движения сплошной среды.
 13. Закон сохранения количества движения и основное уравнение динамики сплошной среды.
 14. Режимы движения жидкости, число Рейнольдса.
 15. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости и граничные условия.
 16. Интегрирование дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости для элементарной струйки. Интеграл Бернулли и его физический смысл.

Модуль 3

17. Распространение уравнения Бернулли для струйки тока на поток вязкой жидкости. Гидравлическое уравнение Бернулли, его физический смысл и условия применимости.
18. Потери напора при движении жидкости. Классификация потерь, расчетные формулы для их определения. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения.
19. Местные гидравлические сопротивления. Основные виды сопротивлений. Коэффициент местных потерь и его зависимость от числа Рейнольдса.
20. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
21. Ламинарное течение жидкости в щелях. Облитерация щелей.
22. Турбулентное движение и его особенности. Модель осредненного турбулентного течения. Структура турбулентного потока в круглой трубе. Закон сопротивления при турбулентном движении. Расчетный график для определения коэффициента гидравлического трения.
23. Гидравлический удар в трубах. Формулы Жуковского для прямого удара. Скорость ударной волны.
24. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном напоре.

Модуль 4

25. Объемный гидравлический привод. Определение, назначение, принцип действия.
26. Основные рабочие параметры гидропривода.
27. Достоинства и недостатки гидропривода при сравнении с механическими, электрическими и пневматическими приводами.
28. Применение объемного гидропривода в станках и станочных комплексах.
29. Разделение объемных гидроприводов на основные составные части; силовую, рабочую и распределительно-регулирующую аппаратуру.
30. Объемные насосы и гидродвигатели. Общий принцип действия и классификация. Обратимость гидромашин.
31. Основные параметры объемных насосов. Рабочая и кавитационная характеристики.
32. Нерегулируемые объемные насосы, применяемые в станочных гидроприводах. Конструктивные схемы, принцип действия, формулы расчета подачи.
33. Регулируемые объемные насосы. Конструктивные схемы, принципы действия. Регулирование подачи, параметр регулирования.
34. Силовые гидродвигатели возвратно-поступательного движения. Типовые схемы гидроцилиндров. Методы расчета.
35. Гидродвигатели вращательного движения (гидромоторы). Типы, технические параметры и характеристики.
36. Дроссельное регулирование гидроприводов с дросселем в напорной и сливной магистрали (на входе и на выходе). Достоинства и недостатки.
37. Дроссельное регулирование гидропривода с дросселем, включенным параллельно гидродвигателю. Экономичность схемы.
38. Устройство регулятора скорости исполнительного механизма. Назначение регулятора, его принципиальная схема.
39. Гидроаппаратура станочного гидропривода: распределительные устройства, дроссели, обратные, предохранительные, переливные, редуцирующие клапаны и т.п. Наиболее распространенные конструктивные разновидности

(примеры).

40. Объемное регулирование гидропривода. Идеальная характеристика ГП и ограничение диапазона регулирования в реальных условиях. Достоинства метода.
41. Основы расчета гидропривода станков на примере ГП с цикловым управлением. Выбор насоса и стандартного гидродвигателя. Гидравлический расчет трубопроводов.

Модуль 5

42. Формула Сен-Венана массового расхода газа при политропном движении.
43. Критическое отношение давления газа.
44. Коэффициент, учитывающий гидравлическое сопротивление трубопровода в формуле Сен-Венана.
45. Влияние на скорости движения пневмопривода на изменение приложенной нагрузки.
46. Три фазы рассматриваемые при расчете пневмоприводов при неустановившемся движении?
47. Параметры процессов определяемые при неустановившемся движении.

Модуль 6

48. Принцип действия и области применения пневмопривода. Типовые схемы и составные части ПП.
49. Отличительные особенности рабочих процессов в пневмоприводах.
50. Основное отличие пневматической аппаратуры управления от гидравлической аппаратуры.
51. Основная квалификация пневматической аппаратуры управления.
52. Управляющие (распределительные) устройства, применяемые в системах пневмоприводах.
53. Принципиальные схемы кранов управления, клапанных и золотниковых распределительных устройств.
54. Стабилизаторы давления сжатого воздуха с усилителем и без усилителя.
55. Контрольно- регулирующая аппаратура.

56. Принцип действия пневмогидравлического усилителя.
57. Тормозные (демпфирующие) устройства применяемые на практике.
58. Особенность расчета пневмоприводов при установившемся движении.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

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

а) основная литература:

1. Гидравлика [Электронный учебник]: Учебно-методическое пособие / сост.: Е. А. Крестин, А. Л. Лукс, 2013, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ. – 260 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20459>
2. Иваненко И. И. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Иваненко И. И., 2012, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ. – 150 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18992>
3. Ковалев С. М. Механические свойства морского льда [Электронный учебник]: учебное пособие / Ковалев С. М., 2013, Российский государственный гидрометеорологический университет. – 76 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14911>
4. Алексеев Г. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа»: учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, 2013, Вузовское образование. – 132 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16895>
5. Крестин Е. А. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Крестин Е. А., 2010, Самарский государственный архитектурно-строительный

университет, ЭБС АСВ. – 230 с. – Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/20458>

б) дополнительная литература:

1. Гидравлика (Основы статики и динамики жидкости, Прикладная механика жидкости и газа) [Электронный учебник]: Задачник / сост. В. А. Никитин, 2008, Оренбургский государственный университет. – 227 с. – Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/21761>

2. Крохалёв А. А. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Крохалёв А. А., 2006, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 98 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14363>

3. Оденбах И. А. Гидравлика [Электронный учебник]: Методические указания по учебной практике / Оденбах И. А., 2009, Оренбургский государственный университет. – 20 с. – Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/21760>

в) программное обеспечение:

1. ППП MS Office 2010

**8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО–
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ
ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО «СЗТУ» (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>

2. Учебно-информационный центр АНО ВО «СЗТУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>

3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, контрольную работу, лабораторную работу, самостоятельную работу студента, консультации.

При изучении тем из модулей 1-6 студентам необходимо повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения каждого модуля необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

После изучения каждого модуля дисциплины необходимо ответить на вопросы контрольного теста по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

При изучении модуля 2 «Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости» следует выполнить лабораторную работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению

По завершении изучения всех модулей следует выполнить контрольную работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

По завершению изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана.

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

10.1. Internet – технологии:

(WWW(англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

10.2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

- Технология мультимедиа в режиме диалога.
- Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).
- Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

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

1. Мультимедийные аудитории.
2. Виртуальные аналоги специализированных кабинетов и лабораторий.
3. Библиотека.
4. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
5. Электронная информационно-образовательная среда университета.
6. Локальная сеть с выходом в Интернет.

12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента:

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 6
Контрольный тест к модулю 2	0 – 6
Контрольный тест к модулю 3	0 – 6
Контрольный тест к модулю 4	0 – 6
Контрольный тест к модулю 5	0 – 6
Контрольный тест к модулю 6	0 – 5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	0 – 10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	0 – 20
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ	0 – 30
ВСЕГО	0 – 100
БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
- за активность	0 – 10
- за участие в олимпиаде	0 – 50
- за участие в НИРС	0 – 50
- за оформление заявок на полезные методы (рацпредложения)	0 – 50

Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	18 – 20
хорошо	15 – 17
удовлетворительно	12 – 14
неудовлетворительно	менее 12

Балльная шкала оценки

Итоговая оценка (экзамен)	Баллы
«отлично»	86 – 100
«хорошо»	69 – 85
«удовлетворительно»	51 – 68
«неудовлетворительно»	менее 51

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Перечень формируемых компетенций

общепрофессиональные (ОПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОПК-1	умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

профессиональные (ПК)

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ПК-5	умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК-18	умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий

2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Основные теоретические положения движения жидкости	ОПК-1	Контрольный тест 1
2	Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	ПК-5	Контрольный тест 2 Лабораторная работа
3	Модуль 3. Гидравлические напорные системы	ПК-18	Контрольный тест 3
4	Модуль 4. Гидроприводы	ОПК-1, ПК-5	Контрольный тест 4
5	Модуль 5. Основные теоретические положения движения газа	ОПК-1, ПК-18	Контрольный тест 5
6	Модуль 6. Пневмоприводы	ПК-5, ПК-18	Контрольный тест 6
7	Модули 1 – 6	ОПК-1, ПК-5, ПК-18	Контрольная работа; Итоговый контрольный тест

3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<p>Знать: (ОПК-1, ПК-5, ПК-18) основные законы механика жидкости и газа; методики гидравлических расчетов напорных систем (в том числе систем объемных гидроприводов и пневмоприводов), их конструктивные параметры, связанные с гидромеханическими параметрами энергоносителей (рабочей жидкости и сжатого воздуха); применение и значение этих законов в современном машиностроении, в развитии средств автоматизации и комплексной механизации производственных процессов; основные законы проектирования гидравлических систем; теоретические основы работы, конструкцию, основные параметры и характеристики современных гидравлических приборов</p>	Не знает	Знает основные законы механика жидкости и газа	Знает основные законы механика жидкости и газа; методики гидравлических расчетов напорных систем (в том числе систем объемных гидроприводов и пневмоприводов), их конструктивные параметры, связанные с гидромеханическими параметрами энергоносителей (рабочей жидкости и сжатого воздуха)	Знает основные законы механика жидкости и газа; методики гидравлических расчетов напорных систем (в том числе систем объемных гидроприводов и пневмоприводов), их конструктивные параметры, связанные с гидромеханическими параметрами энергоносителей (рабочей жидкости и сжатого воздуха); применение и значение этих законов в современном машиностроении, в развитии средств автоматизации и комплексной механизации производственных процессов	Знает основные законы механика жидкости и газа; методики гидравлических расчетов напорных систем (в том числе систем объемных гидроприводов и пневмоприводов), их конструктивные параметры, связанные с гидромеханическими параметрами энергоносителей (рабочей жидкости и сжатого воздуха); применение и значение этих законов в современном машиностроении, в развитии средств автоматизации и комплексной механизации производственных процессов; основные законы проектирования гидравлических систем; теоретические основы работы, конструкцию, основные параметры и характеристики современных гидравлических приборов

Второй этап	<p>Уметь: (ОПК-1, ПК-5, ПК-18) использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности; применять методы анализа для расчета гидравлических систем и их элементов</p>	Не умеет	Частично может использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности	Может использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности	Может использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности, частично может применять методы анализа для расчета гидравлических систем и их элементов	Может использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по выбранной специальности; применять методы анализа для расчета гидравлических систем и их элементов
Третий этап	<p>Владеть: (ОПК-1, ПК-5, ПК-18) общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов; методом творческого подхода при проектировании, гидравлическом расчете и эксплуатации систем гидро–и пневмоприводов; методами обеспечения работоспособности и эффективности гидравлических систем</p>	Не владеет	Частично владеет общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов	Владеет общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов	Владеет общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов; методом творческого подхода при проектировании, гидравлическом расчете и эксплуатации систем гидро–и пневмоприводов	Владеет общей теорией гидро – и газомеханических процессов в системах гидравлических и пневматических приводов; методом творческого подхода при проектировании, гидравлическом расчете и эксплуатации систем гидро–и пневмоприводов; методами обеспечения работоспособности и эффективности гидравлических систем

4. Шкалы оценивания
(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 6
Контрольный тест к модулю 2	0 – 6
Контрольный тест к модулю 3	0 – 6
Контрольный тест к модулю 4	0 – 6
Контрольный тест к модулю 5	0 – 6
Контрольный тест к модулю 6	0 – 5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	0 – 10
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	0 – 20
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ	0 – 30
ВСЕГО	0 – 100

Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
«отлично»	86 - 100
«хорошо»	69 – 85
«удовлетворительно»	51 – 68
«неудовлетворительно»	менее 51

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

Контрольная работа включает в себя выполнение двух задач:

Задача № 1: Определение давления в аккумуляторе в момент гидравлического удара.

По стальному трубопроводу 2 из пневмогидравлического аккумулятора 1 подаётся рабочая жидкость плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ и вязкостью $\nu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, с расходом Q .

В конце трубопровода установлен быстродействующий запорный клапан 3, время срабатывания которого равно t . Давление за клапаном атмосферное. Длина трубопровода l , внутренний диаметр d , толщина стенки δ . Коэффициент сопротивления клапана в открытом положении $\xi_{кл}$. Высота уровня жидкости в аккумуляторе z .

Определить давление в аккумуляторе в момент срабатывания запорного клапана.

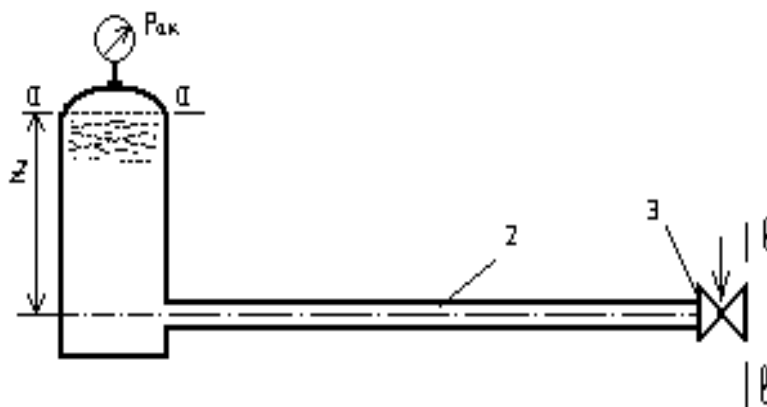


Рис. 1. Схема гидравлической системы

Задача №2. Определение гидравлических потерь.

Гидравлическая система состоит из насоса 1, трубопровода 2 и резервуара 4. На трубопроводе 2 установлен обратный клапан 3, препятствующий опорожнению резервуара при выключенном насосе.

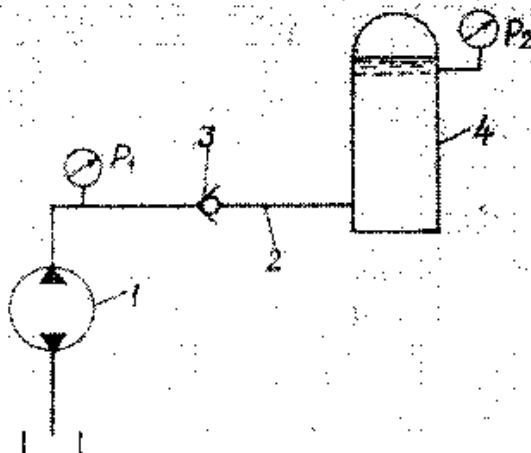


Рис. 2. Схема гидравлической системы

Насос подает рабочую жидкость плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ по трубопроводу 2 длиной l в резервуар 4, при этом ее расход равен Q . Давление P_2 в резервуаре поддерживается постоянным. Давление, развиваемое насосом, равно P_1 . Кинематический коэффициент вязкости жидкости равен ν . Определить внутренний диаметр трубопровода, учитывая потери давления по длине Δp_1 , потери в обратном клапане $\Delta p_{кл}$ и другие местные потери Δp_M , составляющие 10 % от Δp_1 .

5.2. Типовой вариант задания на лабораторную работу

1. Извлечь из ящика и установить модуль №2 «Потери напора на внезапное сужение» (кран К1 закрыт, насос выключен) – рис.1.

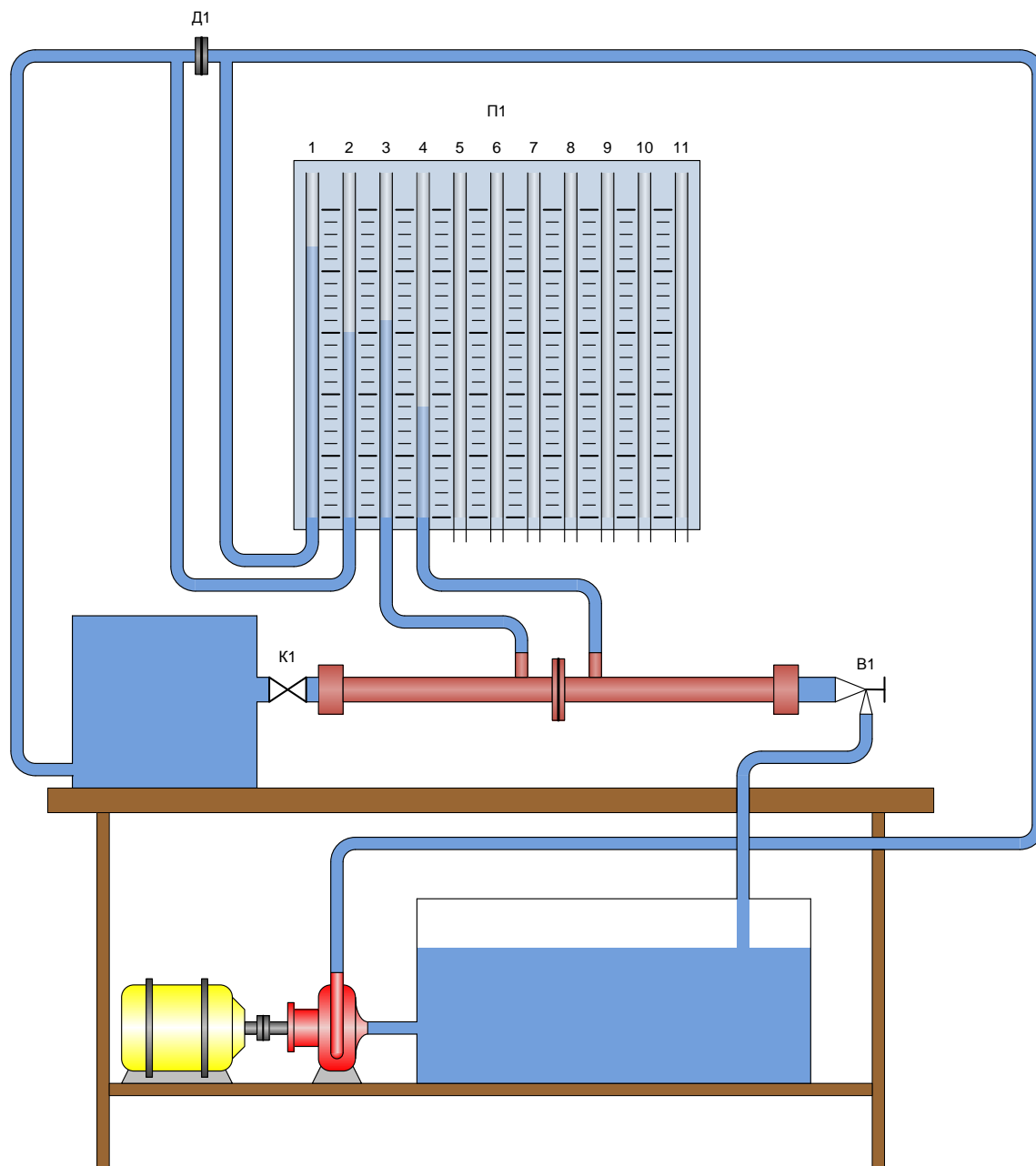


Рис. 1. Схема лабораторного стенда

2. Включить насос, открыть кран К1.
3. Открыть регулирующий вентиль В1, дождаться стабилизации показаний пьезометров.
4. Показания пьезометров занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}; v = \dots\text{ м}^2/\text{с}; g = 9,81\text{ м}/\text{с}^2$							
№ п/п	h_1	h_2	h_3	h_4	Q	V_3	V_4
	м	м	м	м	$\text{м}^3/\text{с}$	м/с	м/с
1							
2							
...							

Изменить расход с помощью регулирующего вентиля В1 и повторить измерения 3-4 раза.

Закрывать кран К1, выключить насос, убрать модуль.

Повторить пп.1-6 с модулем №3 «Потери напора на внезапное расширение».

Типовой тест промежуточной аттестации

В отличие от силы трения, возникающей при движении твердых тел, сила трения в потоке жидкости не зависит от:

упругой деформации сдвига слоев жидкости;

вязкости жидкости;

скорости течения слоев жидкости;

давления в жидкости.

Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между:

давлением, расходом и скоростью;

скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;

давлением, скоростью и геометрической высотой;

геометрической высотой, скоростью, расходом

1. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется:

- А. расход потока;
- В. объемный поток;
- С. скорость потока;
- Д. скорость расхода.

2. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется:

- А. средний расход потока жидкости;
- В. средняя скорость потока;

- C. максимальная скорость потока;
 - D. минимальный расход потока.
3. Что такое совершенное сжатие струи:
- A. наибольшее сжатие струи при отсутствии влияния боковых стенок резервуара и свободной поверхности;
 - B. наибольшее сжатие струи при влиянии боковых стенок резервуара и свободной поверхности;
 - C. сжатие струи, при котором она не изменяет форму поперечного сечения;
 - D. наименьшее возможное сжатие струи в непосредственной близости от отверстия.
4. Какие трубопроводы называются сложными:
- A. последовательные трубопроводы, в которых основную долю потерь энергии составляют местные сопротивления;
 - B. параллельно соединенные трубопроводы разных сечений;
 - C. трубопроводы, имеющие местные сопротивления;
 - D. трубопроводы, образующие систему труб с одним или несколькими ответвлениями.
5. При истечении жидкости через отверстие произведение коэффициента сжатия на коэффициент скорости называется:
- A. коэффициентом истечения;
 - B. коэффициентом сопротивления;
 - C. коэффициентом расхода;
 - D. коэффициентом инверсии струи.
6. К рабочим параметрам гидропривода поступательного движения относятся: 1) Развиваемое усилие – P , 2) Скорость перемещения – V , 3) Мощность - N , 4) ...:
- A. точность перемещения;
 - B. ускорение движения;
 - C. скорость реверса;
 - D. коэффициент полезного действия.
7. Регулирование гидроприводов, основанное на применении гидравлических машин (насоса или гидромотора) с изменяемым объёмом рабочих камер, называется:
- A. золотниковое;
 - B. машинное;
 - C. дроссельное;
 - D. струйное.

8. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением, называется:
- А. подведенная мощность;
 - В. полезная мощность;
 - С. гидравлическая мощность;
 - Д. механическая мощность.
9. Рабочая часть пневмоприводов состоит из:
- А. двигателей возвратно-поступательного или вращательного действия;
 - В. механизмов преобразования движения;
 - С. органов усиления мощности;
 - Д. устройств технологического оборудования.
10. Обратный клапан в системе пневмопривода служит для:
- А. обратного движения потока воздуха;
 - В. одностороннего пропуска потока воздуха;
 - С. дросселирования потока воздуха;
 - Д. редуцирования потока воздуха.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

6.1 Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3 Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.