

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 27.08.2025 12:37:55
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a5b4422

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины**

ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики
(наименование учебной дисциплины)

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения
(код, наименование профессии/специальности)

Рассмотрено и согласовано цикловой комиссией гуманитарных и социальных дисциплин.

Протокол № 2 от «06» сентября 2023 г.

Разработана на основе ФГОС СПО РФ и ПООП СПО для специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения (утвержден Приказом Министерства образования и науки от 5 февраля 2018 года № 68).

Организация разработчик: Политехнический колледж ЛГАУ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики

1.1. Область применения программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины (далее – рабочая программа) является частью освоения программ подготовки специалистов среднего звена (далее ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО РФ и ПООП СПО для специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения.

(указать профессию, специальность, укрупненную группу (группы) профессий или направление (направления) подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики по специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения может быть использована на базе среднего (полного общего) образования, в профессиональном обучении и дополнительном профессиональном образовании.

1.2. Цели и задачи учебной дисциплины, требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики относится к общепрофессиональному циклу.

Целью реализации основной образовательной программы среднего общего образования по предмету ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики является освоение содержания предмета Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики и достижение обучающимися результатов изучения в соответствии с требованиями, установленными ФГОС СПО РФ и ПООП СПО.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- режимы движения жидкости;
- гидравлический расчет простых трубопроводов;
- виды и характеристики насосов и вентиляторов;
- способы теплопередачи и теплообмена;
- основные свойства жидкости;
- формулы для расчета гидростатического давления на плоские и криволинейные стенки;
- методы борьбы с гидравлическим ударом;
- параметры пара, теплопроводность.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздухопроводов;
- строить характеристики насосов и вентиляторов;
- применять уравнения Бернулли;
- определять параметры пара по диаграмме.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4	определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздухопроводов; -строить характеристики насосов и вентиляторов; -применять уравнения Бернулли; -определять параметры пара по диаграмме.	режимы движения жидкости; -гидравлический расчет простых трубопроводов; -виды и характеристики насосов и вентиляторов; -способы теплопередачи и теплообмена; -основные свойства жидкости; -формулы для расчета гидростатического давления на плоские и криволинейные стенки; -методы борьбы с гидравлическим ударом; -параметры пара, теплопроводность.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Тематический план учебной дисциплины

ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики

Вид учебной работы	Количество часов
1	2
Максимальная учебная нагрузка (всего)	63
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	63
<i>в т. ч.:</i>	
теоретическое обучение	16
практические занятия	26
Самостоятельная работа обучающегося	19
Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет	2
ИТОГО	63

3.2. Содержание обучения по учебной дисциплине ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
Раздел 1 Физические свойства жидкостей и газов		8	
Тема 1.1 Основные физические свойства жидкостей и газов	Содержание учебного материала	8	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Жидкость идеальная и реальная, капельная и газообразная. Основные физические свойства жидкости: плотность, удельный объем, сжимаемость, кинематическая и абсолютная вязкость. Измерение вязкости и устройство вискозиметра Энглера. Изменение вязкости от температуры и давления.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Определение коэффициентов перехода от одной системы в другую для величин, характеризующих состояние жидкостей и газов. Перевод «градусов Энглера» в кинематическую и абсолютную вязкость.	4	
	Самостоятельная работа обучающихся Понятия объемного веса и плотности, связь между ними. Влияние температуры на объемный вес и плотность.	2	
Раздел 2 Основы гидростатики		6	
Тема 2.1 Гидростатическое давление. Измерение давления	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6, ПК 4.1 – ПК 4.4
	Гидростатическое давление, его определение и свойства. Основное уравнение гидростатики. Напор и вакуум. Измерение давления и его виды. Закон Паскаля.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Приборы измерения давления. Измерение давления и определение погрешности. Определение толщины стенок труб и цилиндрических резервуаров. Понятие о центре давления.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся. Сила давления жидкости и газа на плоские и криволинейные стенки.	2	
Раздел 3 Гидродинамика		16	
Тема 3.1 Основные законы движения жидкости	Содержание учебного материала	6	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3, ПК 2.1 – ПК 2.5, ПК 3.1 – ПК 3.6
	Виды движения жидкостей: установившееся, неустановившееся, равномерное, неравномерное. Скорость и расход жидкости. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли, его геометрический и энергетический смысл. Уравнение равномерного движения жидкости.	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Изучение уравнения Бернулли для потока реальной жидкости и его геометрический и энергетический смысл	2	ПК 4.1 – ПК 4.4
	Самостоятельная работа обучающихся Понятие о струйчатом движении жидкости. Поток жидкости, элементы потока.	2	
Тема 3.2 Гидравлические сопротивления	Содержание учебного материала	10	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3 ПК 2.1 – ПК 2.5 ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
	Гидравлические сопротивления и их виды. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Потери напора по длине потока и в местных сопротивлениях (запорной арматуре, при расширении и сужении потока, изменении направления потока).	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Изучение режимов движения жидкости. Экспериментальное определение режимов движения жидкости. Определение коэффициентов местных сопротивлений. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений при режимах движения жидкости. Расчет потерь напора при внезапном расширении потока. Уравнение Борда. Коэффициент гидравлического трения, его определение в ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. График Никурадзе.	6	
	Самостоятельная работа обучающихся Характеристика ламинарного и турбулентного движения жидкости.	2	
Раздел 4 Насосы и вентиляторы		12	
Тема 4.1 Насосы	Содержание учебного материала	7	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3 ПК 2.1 – ПК 2.5 ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
	Центробежные насосы, их виды, принцип действия. Полный напор, предельная высота всасывания. Подача, напор, мощность и КПД центробежного насоса, их определение. Зависимость этих параметров от частоты вращения двигателя. Формулы пропорциональности.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Экспериментальное определение характеристики центробежных насосов	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Характеристики центробежных насосов и напорных трубопроводов. Рабочая точка. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов. Струйные насосы.	3	
Тема 4.2 Вентиляторы	Содержание учебного материала	5	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3
	Вентиляторы, их назначение и типы. Методика выбора вентиляторов.	1	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ	2	

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Осваиваемые элементы компетенций
	Экспериментальное определение характеристики центробежных вентилятора.		ПК 2.1 – ПК 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Характеристики вентиляторов.	2	ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
Раздел 5. Основы теплотехники		14	
Тема 5.1. Рабочее тело и основные законы идеального газа	Содержание учебного материала	4	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3 ПК 2.1 – ПК 2.5 ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
	Рабочее тело и параметры его состояния. Основные законы идеального газа: закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, закон Авогадро.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Уравнение состояния газа	2	
	Самостоятельная работа обучающихся	-	
Тема 5.2. Законы термодинамики	Содержание учебного материала	10	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3 ПК 2.1 – ПК 2.5 ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
	Понятие о термодинамическом процессе, теплоте, внутренней энергии, работе газа. Первый закон термодинамики; его аналитическое выражение и физический смысл. Энтальпия газа. Термодинамические процессы.	2	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Изменение состояния газа. Сущность второго закона термодинамики. Процесс получения пара и его параметры. Испарение, кипение, насыщенный и перегретый пар	4	
	Самостоятельная работа обучающихся . Теплота парообразования и перегрева. Критическое состояние вещества. Диаграмма водяного пара.	4	
Раздел 6 Основы аэродинамики			
Тема 6.1 Основные законы движения воздуха	Содержание учебного материала	5	ОК 01 – ОК 06, ОК 09, ОК 11, ПК 1.1 – ПК 1.3 ПК 2.1 – ПК 2.5 ПК 3.1 – ПК 3.6 ПК 4.1 – ПК 4.4
	Уравнение сохранения расхода. Уравнение Бернулли для газов.	1	
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ Режимы движения воздуха. Изменение параметров газа в воздухопроводах.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Потери давления на трение и местные сопротивления. Влияние	2	
Всего:		63	
из них практических занятий		26	
лекций		16	
самостоятельная работа		19	
зачет		2	

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия лаборатории «Гидравлики, теплотехники и аэродинамики». Эффективность преподавания курса Гидравлики, теплотехники и аэродинамики зависит от наличия соответствующего материально-технического оснащения. Это объясняется особенностями курса, в первую очередь его многопрофильностью и практической направленностью.

Оборудование кабинета:

- рабочее место преподавателя и рабочие места по количеству обучающихся;
- технические средства обучения: компьютер с программным обеспечением, проектор; экран; аудиовизуальные средства – схемы и рисунки к занятиям в виде слайдов и электронных презентаций;
- наглядные пособия по гидравлике, теплотехнике и аэродинамике (плакаты, возможно в электронном виде, планшеты, стенды, моноблоки и т.п.);
- типовой комплект учебного оборудования «Приборы и методы измерения давления»;
- типовой комплект учебного оборудования «Измерительные приборы в гидравлике и газодинамике»;
- типовой комплект учебного оборудования «Автоматика систем теплогазоснабжения и вентиляции»;
- лабораторный стенд «Поиск утечек газов».

Приводится перечень средств обучения, включая тренажеры, модели, макеты, оборудование, технические средства, в т. ч. аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные и т. п. (количество не указывается)

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих реализацию ППССЗ по специальности, должны обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими среднее профессиональное, высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой учебной дисциплины. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение обучающимся профессионального учебного цикла.

Преподаватели получают дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже одного раза в 5 лет.

4.2. Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные печатные издания

1. Брюханов О.Н., Мелик-Аракелян А.Т., Коробко В.И. Основы гидравлики и теплотехники – М.: ОИЦ «Академия», 2014.
2. Гусев, А. А. Основы гидравлики: учебник для СПО / А. А. Гусев. – 2-е изд., испр. и доп. – М : Издательство Юрайт, 2021. – 285 с.
3. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 308 с.
4. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 199 с.
5. Ерофеев В.Л. Теплотехника. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 395 с.
6. Моргунов, К. П. Гидравлика : учебник для спо / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-6565-1.
7. Крестин, Е. А. Гидравлика. Практикум : учебное пособие для спо / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-6572-9.
8. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции : учебное пособие для спо / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-6564-4.
9. Благоразумова, А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод : учебное пособие для спо / А. М. Благоразумова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-6659-7.
10. Пташкина-Гирина, О. С. Основы гидравлики : учебное пособие для спо / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-6651-1.

Основные электронные издания

11. Гусев, А. А. Основы гидравлики : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Гусев. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 218 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-07761-2. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/469453> (дата обращения: 12.05.2021).
12. Ерофеев В.Л. Теплотехника. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под

редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 395 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06939-6. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/474495> (дата обращения: 12.05.2021).

13. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 308 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06945-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/474488> (дата обращения: 12.05.2021).

14. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 199 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-06943-3. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/474492> (дата обращения: 12.05.2021).

15. Гусев, В. П. Основы гидравлики : учебное пособие для СПО / В. П. Гусев, Ж. А. Гусева ; под редакцией В. В. Коробочкин. – Саратов : Профобразование, 2017. – 221 с. – ISBN 978-5-4488-0023-8. – Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. – URL: <https://profspo.ru/books/66394> (дата обращения 12.05.2021)

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем при проведении лабораторных работ, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
Умения	
режимы движения жидкости; гидравлический расчет простых трубопроводов; виды и характеристики насосов и вентиляторов; способы теплопередачи и теплообмена; основные свойства жидкости; формулы для расчета гидростатического давления на плоские и криволинейные стенки; методы борьбы с гидравлическим ударом; параметры пара, теплопроводность.	Оценка результатов выполнения заданий, приемов, упражнений. Оценка выполненных самостоятельных работ.
Знания	
определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздухопроводов; строить характеристики насосов и вентиляторов; применять уравнения Бернулли; определять параметры пара по диаграмме.	Контрольная работа. Самостоятельная работа. Защита реферата. Выполнение проекта. Наблюдение за выполнением практического задания (деятельностью студента). Оценка выполнения практического задания (работы). Подготовка и выступление с докладом, сообщением, презентацией

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
учебной дисциплины

ОПД.06 Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики
(наименование учебной дисциплины)

08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения
(код, наименование профессии/специальности)

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

1. Наука, изучающая превращения энергии в процессах, сопровождающихся тепловыми эффектами, называется:
 - a) термодинамика
 - b) гидростатика
 - c) теплопередача
2. Величина, характеризующая степень нагретости тела:
 - a) энергия
 - b) давление
 - c) температура
3. При постоянной температуре удельные объемы газа обратно пропорциональны его давлениям:
 - a) закон Гей-Люссака
 - b) закон Бойля-Мариотта
 - c) закон Шарля
4. При постоянном удельном объеме протекает процесс:
 - a) изобарный
 - b) изохорный
 - c) изотермический
5. Плотность определяется по формуле:
 - a) $\rho = m/V$
 - b) $\rho = V/m$
 - c) $\rho = m \cdot V$
6. Единицы измерения теплоемкости:
 - a) Дж
 - b) Дж/К
 - c) Дж/кг·К
7. Из каких процессов состоит цикл Карно:
 - a) двух изохорных и двух адиабатных
 - b) двух изотермических, адиабатного, изохорного
 - c) двух изотермических и двух адиабатных
8. Единицы измерения давления:
 - a) кг/м³
 - b) К
 - c) Па
9. Процесс передачи энергии электромагнитными волнами, называется:
 - a) конвекция
 - b) излучение
 - c) теплопроводность
10. Чему равняется коэффициент черноты и коэффициент поглощения для белого тела:
 - a) $E = 1, \alpha = 1$
 - b) $E = \alpha$
 - c) $E = 0, \alpha = 0$
11. Единицы измерения коэффициента теплопроводности:
 - a) Вт/м·КВТ/м²·К
 - b) Вт/м
12. В каких теплообменных аппаратах передача теплоты от нагревающей жидкости к нагреваемой происходит сквозь твердую разделительную стенку:
 - a) рекуперативных

- b) смешивающих
 - c) регенеративных
13. С ростом температуры, вязкость газов:
- a) уменьшается
 - b) увеличивается**
 - c) остается неизменной
14. Атмосферное давление измеряется:
- a) манометрами
 - b) вакуумметрами
 - c) барометрами**
15. Для напорного движения жидкости в цилиндрических трубах круглого сечения число $Re_{кр}$ равняется:
- a) 2300**
 - b) 2200
 - c) 3200
16. Гидравлический удар возникает при:
- a) резком увеличении скорости течения жидкости
 - b) резком уменьшении скорости течения жидкости**
 - c) постепенном уменьшении скорости течения жидкости
17. Машины, предназначенные для подъема и перемещения жидкостей, называют:
- a) насосы**
 - b) вентиляторы
 - c) компрессоры
18. Нагнетатели, предназначенные для перемещения воздуха или других газов, называют:
- a) насосы
 - b) вентиляторы**
 - c) компрессоры
19. Для подачи газа при больших напорах, применяют:
- a) центробежные вентиляторы**
 - b) осевые вентиляторы
 - c) центробежные и осевые вентиляторы
20. Фазовый переход от газообразного состояния к жидкому, это:
- a) конденсация**
 - b) испарение
 - c) кипение
21. Наука, изучающая законы равновесия жидкостей:
- a) термодинамика
 - b) гидростатика**
 - c) теплопередача
22. Сила, действующая по нормали к поверхности тела и отнесенная к единице площади этой поверхности, называется:
- a) энергия
 - b) давление**
 - c) температура
23. Удельный объем определяется по формуле:
- a) $v = m / V$
 - b) $v = V / m$**
 - c) $v = m * V$
24. Единицы измерения объемной теплоемкости:
- a) Дж/кг*К
 - b) Дж/м³*К**

с) Дж/моль*К

25. Термодинамическая система будет в равновесном состоянии, если во всех ее точках будут:

- а) одинаковые масса и температура
- б) одинаковые масса и давление
- с) **одинаковые давление и температура**

26. Процесс переноса энергии при непосредственном соприкосновении частиц вещества при их тепловом движении, называется:

- а) **теплопроводность**
- б) излучение
- с) конвекция

27. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи:

- а) Вт/м*К
- б) **Вт/м²*К**
- с) Вт/м

28. Кинематический коэффициент вязкости определяется по формуле:

- а) $\nu = \rho / \mu$
- б) **$\nu = \mu / \rho$**
- с) $\nu = \mu * \rho$

29. С ростом температуры вязкость капельных жидкостей:

- а) **уменьшается**
- б) увеличивается
- с) остается неизменной

30. Избыточное давление измеряется:

- а) **манометрами**
- б) вакуумметрами
- с) барометрами

31. Течение жидкости ламинарное, если:

- а) $Re > Re_{кр}$
- б) $Re = Re_{кр}$
- с) **$Re < Re_{кр}$**

32. Кавитация возникает, когда:

- а) **давление в каких-либо местах потока падает и становится ниже давления насыщения**
- б) давление в каких-либо местах потока возрастает и становится выше давления насыщения
- с) давление в каких-либо местах потока становится равным давлению насыщения

33. Эжекторы и инжекторы относят к:

- а) лопастным насосам
- б) **струйным насосам**
- с) объемным насосам

34. Количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени, называется:

- а) **производительностью насоса**
- б) напором насоса
- с) высотой всасывания

35. Какие силы действуют на жидкость находящуюся в покое:

- а) **силы внутреннего трения, поверхностные и массовые**
- б) массовые и силы внутреннего трения

с) массовые и поверхностные

36. При нормальных условиях:

- а) $T = 273 \text{ K}$, $P = 760 \text{ мм рт. ст.}$
- б) $T = 237 \text{ K}$, $P = 765 \text{ мм рт. ст.}$
- с) $T = 760 \text{ K}$, $P = 273 \text{ мм рт. ст.}$

37. Уравнения состояния идеального газа:

- а) $PV = mRT$
- б) $P_m = VRT$
- с) $PR = mVT$

38. Необходимое условие преобразования тепловой энергии в механическую в тепловых двигателях:

- а) разность температур
- б) разность давления
- с) разность удельного объема

39. Фазовый переход из жидкого состояния в газообразное, это:

- а) конденсация
- б) кипение
- с) испарение

40. Процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частей тела, имеющих различные температуры, называется:

- а) теплопроводность
- б) излучение
- с) конвекция

41. Удельный вес определяется по формуле:

- а) $\gamma = mg/V$
- б) $\gamma = V/mg$
- с) $\gamma = Vmg$

42. С ростом температуры силы поверхностного натяжения, действующие на поверхность жидкости:

- а) увеличиваются
- б) уменьшаются
- с) остаются неизменными

43. Разряжение газа относительно атмосферного давления, измеряют:

- а) манометрами
- б) вакуумметрами
- с) барометрами

44. Трубопроводы, в которых жидкость из основной магистрали подается в боковые ответвления и обратно в магистраль не поступает, называются:

- а) параллельные
- б) разветвленные
- с) кольцевые

45. При испарении температура жидкости:

- а) повышается
- б) остается неизменной
- с) понижается

46. Смесь сухого пара с капельками жидкости, называется:

- а) влажным насыщенным паром
- б) перегретым водяным паром
- с) насыщенным паром

47. Поршневые, роторные, крыльчатые насосы относят к:

- а) лопастным насосам

- b) струйным насосам
- c) объемным насосам

48. Удельная энергия, которую получает от двигателя жидкость, прошедшая через насос - это:

- a) расход насоса
- b) **напор насоса**
- c) мощность насоса

49. Объем воздуха, перемещаемый вентилятором в единицу времени – это:

- a) полное давление
- b) потребляемая мощность
- c) **подача**

50. Температура, равная температуре кипения, называется:

- a) **температурой насыщения**
- b) критической температурой
- c) абсолютной температурой

ЭТАЛОН ОТВЕТОВ К ИТОГОВОМУ ТЕСТУ:

№ п/п	Ответ	Количество баллов
1	a	2 балла
2	c	2 балла
3	b	2 балла
4	b	2 балла
5	a	2 балла
6	b	2 балла
7	c	2 балла
8	c	2 балла
9	b	2 балла
10	c	6 баллов
11	a	2 балла
12	a	2 балла
13	b	2 балла
14	c	2 балла
15	a	2 балла
16	b	2 балла
17	a	2 балла
18	b	2 балла
19	a	2 балла
20	a	2 балла
21	b	2 балла
22	b	2 балла
23	b	2 балла
24	b	2 балла
25	c	2 балла
26	a	2 балла
27	b	2 балла
28	b	2 балла
29	a	2 балла
30	a	2 балла
31	c	2 балла

32	a	2 балла
33	b	2 балла
34	a	2 балла
35	c	2 балла
36	a	2 балла
37	a	2 балла
38	a	2 балла
39	c	2 балла
40	a	2 балла
41	a	2 балла
42	b	2 балла
43	b	2 балла
44	b	2 балла
45	c	2 балла
46	a	2 балла
47	c	2 балла
48	b	2 балла
49	c	2 балла
50	a	2 балла
Итого:		100 баллов

Критерии оценки знаний студентов при выполнении итогового теста

Общее число существенных операций в тесте – **100 (сто)**

баллов. 90-100 баллов - (90-100 %) – **отметка «5»**

80-90 баллов - (80-90 %) – **отметка «4»**

70-80 баллов - (70-80 %) – **отметка «3»**

Менее 70 баллов - (менее 70 %) – **отметка «2»**

ОБРАЗЕЦ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТИ»

Цель занятия:

Научиться рассчитывать и определять основные физические свойства жидкости.

Порядок выполнения работы:

1. Повторить теоретические положения по теме практической работы.
2. Изучить пример оформления задания.
3. Ознакомиться с индивидуальным заданием.
4. Решить поставленные задачи.
5. Сделать выводы о проделанной работе.
6. Оформить отчет и ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть:

Жидкими телами или жидкостями называют физические тела, легко изменяющие свою форму под действием самой незначительной по величине силы. Можно сказать, что жидкость – это физическое тело, обладающее текучестью, имеющее определенный объем и заполняющая часть пространства (сосуда), равного ее объему.

Различают два вида жидкостей:

-жидкости капельные (малосжимаемые);

-жидкости газообразные (сжимаемые).

Плотность жидкости

Важнейшими характеристиками механических свойств жидкости являются ее плотность и удельный вес. Они определяют "весомость" жидкости.

Плотность ρ характеризует распределение массы Δm жидкости по объему ΔW .

Плотность однородной жидкости равна отношению массы m жидкости к ее объему:

$$\rho = m/W \quad (1.1)$$

где m – масса жидкости, кг; W – объем жидкости, m^3 .

Плотность ρ во всех точках однородной жидкости одинакова. В общем случае плотность может изменяться в объеме жидкости от точки к точке и в каждой точке объема с течением времени. За единицу плотности в системе СИ принят 1 кг/м^3 .

Вместо плотности в формулах может быть использован также удельный вес γ (Н/м^3), то есть вес жидкости G , приходящийся на единицу объема W :

$$\gamma = G/W = mg/W = \rho \cdot g \quad (1.2)$$

Плотность жидкостей и газов зависит от температуры и давления. Все жидкости, кроме воды, характеризуются уменьшением плотности с увеличением температуры. Плотность воды максимальна при $t = 4^\circ \text{C}$ и уменьшается как с уменьшением, так и с увеличением температуры от этого значения. В этом проявляется одно из аномальных свойств воды.

Плотность воды при $t = 4^\circ \text{C}$ составляет 1000 кг/м^3 ;

морской воды - $1020 \dots 1030 \text{ кг/м}^3$;

нефти и нефтепродуктов – $650 \dots 900$

кг/м^3 ; чистой ртути - 13600 кг/м^3 ;

воздуха при $t = 0^\circ \text{C}$ и атмосферном давлении – $1,29 \text{ кг/м}^3$.

При изменении давления плотность жидкости изменяется незначительно.

Сжимаемость

Это свойство жидкостей изменять объем при изменении давления; характеризуется коэффициентом объемного сжатия (коэффициентом сжимаемости) β_p (Па^{-1}), представляющим собой относительное изменение объема жидкости W при изменении давления на единицу:

$$\beta_p = -1/W \cdot \Delta W / \Delta p, \quad (1.3)$$

где W – первоначальный объем жидкости, m^3 ;

ΔW – относительное изменение объема жидкости при изменении давления на величину Δp , m^3 .

Знак "—" в формуле (1.3) указывает на то, что при увеличении давления объем жидкости уменьшается.

Величина, обратная коэффициенту объемного сжатия – модуль **объемной упругости жидкости** E_o , Па :

$$E_o = 1/\beta_p \quad (1.4)$$

Физический смысл объемного модуля упругости: величина, обратная изменению объема одного кубического метра жидкости при изменении давления на одну единицу.

Объемный модуль упругости жидкости зависит от типа жидкости, давления и температуры. Однако в большинстве случаев E_0 считают постоянной величиной, принимая за нее среднее значение в данном диапазоне температур и давлений.

Различают изотермический и адиабатический модуль упругости. Причем для расчетов обычно используют изотермический модуль упругости E_0 , применяемый для анализа медленных процессов, при которых успевает завершиться теплообмен с окружающей средой. Для быстротечных процессов, при которых теплообмен не успевает завершиться, используют адиабатический модуль упругости E_{a0} .

Температурное расширение

Это свойство жидкостей изменять объем при изменении температуры; характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения β_t ($1/^\circ\text{C}$), представляющим собой относительное изменение объема жидкости при изменении температуры на единицу (1°C) и при постоянном давлении:

$$\beta_t = \frac{1}{W} \cdot \frac{\Delta W}{\Delta t}, \quad (1.5)$$

где W – первоначальный объем жидкости, м³;

ΔW – относительное изменение объема жидкости при повышении температуры на Δt , м³.

Для воды с увеличением давления при температуре до 50°C коэффициент β_t растет, а при температуре выше 50°C уменьшается.

Вязкость

Это свойство жидкости оказывать сопротивление относительному сдвигу ее слоев. Вязкость проявляется в том, что при относительном перемещении слоев жидкости на поверхностях их соприкосновения возникают силы сопротивления сдвигу, называемые силами внутреннего трения или силами вязкости. Благодаря этим силам слой жидкости, движущийся медленнее, "тормозит" соседний слой, движущийся быстрее. Силы внутреннего трения проявляются вследствие наличия межмолекулярных связей между движущимися слоями.

Кинематическая вязкость ν – отношение динамической вязкости μ к плотности жидкости ρ и определяется формулой:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.6)$$

где μ – динамическая вязкость, Па·с; ρ – плотность жидкости, кг/м³.

В международной системе единиц (СИ), кинематическая вязкость измеряется в квадратных метрах на секунду.

Пример решения задачи:

Вариант 30

Определите массу жидкости, если её занимаемый объем W , а плотность – ρ .

Дано: $W = 72 \text{ м}^3$

Решение:

Воспользуемся формулой (1.1) $\rho = m/W$

$W \cdot \rho = 940 \text{ кг/м}^3$

В этой формуле нам известны две величины: объем и плотность. m –? Тогда наша задача сводится к тому, чтобы выразить неизвестную величину и найти ее. Тогда: $m = W \cdot \rho =$

$72 \cdot 940 = 67680 \text{ кг} \approx 68 \text{ т}$

Ответ: $m \approx 68 \text{ т}$

Задания для практической работы

Основная часть:

№1. В отопительной системе (котел, радиаторы и трубопроводы) небольшого дома содержится объем воды W . Определите сколько воды дополнительно войдет в расширительный сосуд при нагревании с t_1 до t_2 ?

№2. Определите удельный объем и удельный вес жидкости, если известна ее плотность ρ , ускорение свободного падения $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

№3. При гидравлическом испытании внутренних систем водоснабжения допускается падение испытательного давления на Δp . Определите допустимую величину утечки ΔW при гидравлическом испытании системы вместимостью W .

Варианты заданий

№ п/п	$V, \text{ м}^3$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$p, \text{ МПа}$	$\Delta p, \text{ кПа}$	$d, \text{ мм}$	$l, \text{ м}$	$v, \text{ м}^2/\text{с}$
1 вариант	72	13	73	850	3,3	54	100	1980	7,6
2 вариант	73	16	70	840	2,8	50	150	1740	7,7
3 вариант	79	18	86	800	2,6	60	200	850	10
4 вариант	89	18	89	990	3,3	40	100	930	9,9
5 вариант	76	10	88	810	3,7	50	150	2000	9,6
6 вариант	83	10	78	1000	2,9	57	200	1720	8,3
7 вариант	82	10	75	950	3,1	41	100	1040	9,2
8 вариант	88	15	76	1000	3	60	150	1580	7
9 вариант	86	11	87	970	2,1	42	200	1780	7,1
10 вариант	80	15	74	840	3,2	45	100	950	9,3
11 вариант	70	18	77	930	2,8	43	150	910	9,6
12 вариант	80	19	81	890	3,9	59	200	960	9,4
13 вариант	77	11	77	840	4	42	100	1980	9,1
14 вариант	83	16	76	900	2,2	53	150	1600	7
15 вариант	75	15	85	860	2,4	49	200	800	9,6
16 вариант	86	12	71	960	3,7	52	100	1320	7,9
17 вариант	70	13	82	880	2,7	54	150	1480	8
18 вариант	82	13	89	880	3	60	200	1330	8,4
19 вариант	71	18	90	870	3,7	40	100	1300	9,2
20 вариант	82	16	83	1000	3,8	44	150	1370	7,7
21 вариант	88	15	84	800	3,6	60	200	1640	9
22 вариант	73	13	87	1000	4	40	100	980	8,5
23 вариант	74	10	82	1000	2,9	45	150	1770	7,8
24 вариант	88	10	87	970	2	60	200	1010	9,9
25 вариант	88	14	87	900	4	50	100	1190	8,5
26 вариант	75	11	80	950	3,4	40	150	1430	8
27 вариант	79	15	81	1000	3,7	58	200	1070	7,7
28 вариант	90	20	88	900	2,9	59	100	1130	8,3
29 вариант	73	16	84	820	3,8	48	150	1250	8,4
30 вариант	72	18	70	940	3,7	59	200	1280	8,4

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте определение жидкости.
2. Назовите основные физические свойства жидкости.
3. Сформулируйте физический смысл вязкости?
4. Назовите физический смысл объемного модуля упругости?
5. Назовите виды вязкости жидкости?
6. Назовите, в чем измеряются основные физические свойства жидкости?