МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

Регистрационный
номер 24-22/15

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина ОП.06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики

Специальность 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Квалификация Техник-теплотехник

Уровень ППССЗ базовая подготовка

Срок освоения ППССЗ 3 г.10 м

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость 121 ч.

Якутск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 25.08.2021 г. № 600.

- Учебным планом специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от 02.09.2022 г. протокол №73/3.

Разработчик(и) Усов Олег Юрьевич - преподаватель

Цикловая комиссия теплоснабжения_____/Усов О.Ю../
подпись фамилия, имя, отчество

Протокол заседания ЦК № 01 от «01» сентября 2022 г.

Директор КТиУ_____/Яковлева Н.М./
подпись фамилия, имя, отчество

«01» сентября 2022 г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/Баранова В.Г./
подпись фамилия, имя, отчество

«04» апреля 2025г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025/2026уч.г.

на заседании ЦК теплоснабжение протокол № 10 от «04» апреля 2025г.

Зав. ЦК_____/ Усов О.Ю. /
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/Баранова В.Г./
подпись фамилия, имя, отчество

«17» марта 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026 /2027уч.г.

на заседании ЦК теплоснабжение протокол № от «13» марта 2026 г.

Зав. ЦК_____/ Усов О.Ю. /
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

«____»_____20____г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20___/20___уч.г.

на заседании ЦК _____протокол № от «____»_____20___г.

Зав. ЦК_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК Колледжа технологий и управления_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

«____»_____20____г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 20___/20___уч.г.

на заседании ЦК _____протокол № от «____»_____20___г.

Зав. ЦК_____/_____/
подпись фамилия, имя, отчество

СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование раздела	
1	Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	5
2	Структура и содержание учебной дисциплины	6
3	Условия реализации программы учебной дисциплины	14
4	Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	16

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП 06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики

1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) в соответствии с ФГОС по специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование».

Программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании для повышения квалификации и переподготовки по специальностям СПО.

1.2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Учебная дисциплина ОПЦ.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики относится к общепрофессиональным цикла.

Освоение дисциплины способствует формированию компетенций:

ОК-1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК-2 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК-3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК-4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК-5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста**;**

ОК-9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ПК-1.1. Осуществлять пуск и остановку теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

ПК-1.2. Управлять режимами работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК-1.3. Осуществлять мероприятия по предупреждению, локализации и ликвидации аварий теплотехнического оборудования и систем тепло - и топливоснабжения.

ПК 3.1. Проводить наладку и испытания теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

1.3 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- выполнять теплотехнические расчёты: термодинамических циклов тепловыхдвигателей и теплосиловых установок;
- расходов топлива, теплоты и пара на выработку энергии;
- коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей итеплосиловых установок;
- потерь теплоты через ограждающие конструкции зданий, изоляцию трубопроводов итеплотехнического оборудования;

- тепловых и материальных балансов, площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов;
- определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздуховодов;
- строить характеристики насосов и вентиляторов;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- параметры состояния термодинамической системы, единицы измерения исоотношения между ними;
- основные законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов,водяного пара и воды;
- циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок;
- основные законы теплопередачи;
- физические свойства жидкостей и газов;
- законы гидростатики и гидродинамики;
- основные задачи и порядок гидравлического расчёта трубопроводов;
- виды, устройство и характеристики насосов и вентиляторов.

1.4 Количество часов на освоение программы дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося - 121 час, в том числе:
обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 64 часов;
самостоятельной работы обучающегося - 57 часа.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Объем часов**
Максимальная учебная нагрузка (всего)	121
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	64
самостоятельная работа обучающегося (всего)	57
Итоговая аттестация в форме дифференцированного зачета	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП 06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельнаяработа обучающихся, курсовая работ (проект)	Объем часов	В том числе часы по практической подготовке (указать кол-во часов)	Уровень освоения
1	2	3	4	5
Раздел 1	**Основы технической термодинамики**			
Тема 1.1 Основные положения технической термодинамики Газовые законы. Газовые смеси Теплоемкость	**Содержание учебного материала**			
	Тепловая и механическая энергия. Принцип превращения теплоты в работу. Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела: температура, давление, удельный объем, плотность. Единицы измерения и расчетные величины основных параметров. Идеальный и реальный газ. Молекулярно-кинетическая теория газов. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная, ее физический смысл. Закон Авогадро и следствие его закона. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Газовая смесь, ее состав. Парциальное давление и приведенный объем компонентов газовой смеси. Закон Дальтона. Вычисление кажущейся молекулярной массы смеси, Вычисление удельного объема, плотности, газовой постоянной смеси и парциального давления газов. Теплоемкость и количество теплоты. Массовая, объемная и мольная теплоемкости, изобарная и изохорная теплоемкости. Соотношения между ними. Постоянная и переменная теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Линейная и нелинейная зависимость теплоемкости от температуры. Методы определения значений теплоемкостей. Таблицы теплоемкостей. Теплоемкость газовой смеси.	4		2
	Практические занятия Вычисление удельного объема, плотности, газовой постоянной смеси и парциального давления газов. Определение теплоемкостей идеальных газов и газовых смесей с помощью таблиц по линейной и нелинейной зависимости.	4	4	2

	Самостоятельная работа обучающихся: - доклад (презентация) на тему «Законы идеальных газов» - реферат на тему «Теплоемкость»	4		2
Тема 1.2 Законы термодинамики. Термодинамические процессы. Энтальпия. Энтропия.	**Содержание учебного материала** Первый закон термодинамики - закон сохранения и превращения тепловой и механической энергии. Математическое выражение первого закона термодинамики. Энтальпия газа. Анализ основных термодинамических параметров изменения состояния идеальных газов: изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного, политропного. Уравнение основных термодинамических процессов, их изображение P-V диаграмме. Зависимость между параметрами состояния газа каждого термодинамического процесса, Определение работы, изменения внутренней энергии и количества теплоты. Уравнение первого закона термодинамики для каждого процесса Взаимное расположение изотерм и адиабат в P-V диаграмме. Второй закон термодинамики. Энтропия рабочего тела. диаграмма. Круговые процессы или циклы. Термический коэффициент полезного действия цикла. Идеальный цикл Карно, его изображение в P-V и T-S диаграммах Термический КПД цикла Карно. Изображение термодинамических процессов идеальных газов в T-S диаграмме.	4		2
	Практические занятия: Термодинамические процессы идеальных газов «Исследование термодинамических процессов»	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Презентации по теме «Законы термодинамики в нашей жизни». Структурное изображение темы «Законы идеальных газов»	4		2
Тема 1.3	**Содержание учебного материала**			

Реальные газы. Водяной пар и. его свойства Термодинамические процессы водяного пара	Свойства реальных газов. Характеристическое уравнение реальных газов Ван-дер-Ваальса. Водяной пар как реальный газ. Парообразование, испарение, кипение. Насыщенный водяной пар. сухой влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Степени сухости, влажности перегрева. Пограничные кривые и критическая точка. P-V, h-S, T-S диаграммы Водяного пара. Теплота жидкости, парообразование и перегрева пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Основные процессы изменения состояния водяного пара: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный. Изображение основных термодинамических процессов водяного пара в P-V, T-S, h-S и диаграммах. Определение количества теплоты, работы, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии и удельного объема водяного пара в каждом термодинамическом процессе. Расчет процессов изменения состояния с помощью таблиц и диаграммы	4		2
	Практические занятия Работа с таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара. Решение задач с использованием таблиц и h-S диаграммы водяного пара. Приобретение навыков работы по нахождению параметров воды и водяного пара по диаграмме h-S. Исследование процессов парообразования	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Контрольные задания по работе с таблицами и h-S диаграммой водяного пара. Сообщения по способам получения водяного пара и уникальным свойствам воды как рабочего тела ТЭС. Составление сводной таблицы процессов водяного пара. Контрольные задания по теме «Расчет процессов изменения состояния с помощью таблиц и диаграммы»	4		2
Тема 1.4	**Содержание учебного материала**			

Истечение и дросселирование газов и паров	Кинетическая энергия струи и ее использование. Работа проталкивания и располагаемая работа. Изображение располагаемой работы в P-V, T-S, h-S диаграммах. Скорость и критическая скорость истечения, секундный массовый расход газа. Критическое отношение давлений и критическая скорость. Зависимость истечения и расхода от соотношения давлений. Практическое применение истечения. Комбинированное сопло Лаваля.	4		2
	Практические занятия Коэффициенты скорости и расхода. КПД сопла, его влияние на скорость истечения, расход и параметры пара. Основные размеры сопла и их определение. Расчет истечения газов и паров поh-S диаграмме. Процесс дросселирования и его особенности. Дросселирование идеального газа и водяного пара. Изображение процессов дросселирования в h-S диаграммах. Эффект Джоуля-Томсона. Эффект адиабатного дросселирования реальных газов. Изменение температуры реальных газов и паров при дросселировании. Техническое применениедросселирования.	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Контрольные задания по теме «Определение размеров сопла»	4		2
Тема 1.5. Циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок	**Содержание учебного материала**			
	Паротурбинные установки. Методы повышения термического КПД цикла. Удельный расход пара и теплоты. Пути повышения термического КПД паросилового цикла. Влияние основныхпараметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Регенеративный цикл паротурбинной установки. Принципиальная схема установки, работающей по регенеративному циклу. Определение термического КПД цикла с регенеративными отборами пара. Цикл с промежуточным перегревом пара. Схема цикла и его изображение в P-V, h-S диаграммах. Термический КПД цикла с промежуточным перегревом. Термодинамические основы теплофикации. Схема теплофикационного цикла. Изображение цикла в T-S диаграмме. Определение коэффициента использования тепла. Бинарный и парогазовый циклы теплосиловых установок. Принципиальная схема парогазовой установки. Схема парогазовой	4		2

	установки с МГД генератором. *Двигатели внутреннего сгорания*. Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме, постоянном давлении со смешанным подводом тепла, их изображение в P-V и T-S диаграммах. Термический КПД циклов ДВС, их сравнение. *Газотурбинные установки (ГТУ).* Цикл ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении, изображение в P-V и T-S диаграммах. Термический КПД цикла ГТУ. Пути увеличения термического КПД цикла ГТУ. Регенеративный цикл ГТУ. Термодинамические основы работы компрессоров. Принцип работы одноступенчатого поршневого компрессора. Теоретическая индикаторная диаграмма поршневого компрессора при изотермическом, адиабатном, политропном сжатии. Многоступенчатое сжатие в компрессоре. Изображение цикла компрессора в P-V и T-S диаграмме.			
	Практические занятия - Определение технико-экономических показателей паросиловых циклов - Расчет термодинамических процессов циклов ДВС и ГТУ Исследование процессов циклов ДВС	4	4	4
	Самостоятельная работа обучающихся: - реферат по теме «Использование ПТУ, ГТУ и ДВС в народном хозяйстве» - Презентации по теме «Достижения в области теплофикации»	4		2
Раздел 2	**Основы теплопередачи**			
Тема 2.1 Основные положения теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплоотдача и теплопередача.	**Содержание учебного материала**			
	Процесс передачи теплоты теплопроводностью, конвекцией излучением. Понятие отеплопередаче. Понятие о температурном поле и температурном градиенте. Передач теплоты теплопроводностью через плоскую однослойную стенку. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл. Плотность теплового потока, тепловая проводимостьи термическое сопротивление их определение. Передача теплоты теплопроводностью через многослойную плоскую стенку. Определение температур на поверхности стенок. Понятие эквивалентного коэффициента теплопроводности. Передача тепла теплопроводностью через однослойную и многослойную цилиндрическую стенки, через шаровую стенку.	4		2

	Основные положения конвективного теплообмена. Теплоотдача между плоской стенкой и жидкостью. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплопередачи, его физический смысл. Термическое сопротивление при теплоотдаче. Плотность теплового потока. Факторы, влияющиена коэффициент теплоотдачи. Методы определения коэффициента теплоотдачи. Основы теорииподобия и моделирования. Определяемые и неопределяемые критерии подобия. Константы подобия, их физический смысл. Критериальные уравнения. Обобщенные математические зависимости в процессах конвективного теплообмена.			
	Практические занятия - Расчет теплового потока через многослойную стенку - Решение задач на теплопроводность плоской и цилиндрической многослойной стенокТеплопередача через плоскую многослойную и цилиндрическую стенки - Расчет критериальных уравнений и определение коэффициента теплопередачи для различныхвидов конвективного теплообмена Исследование теплопроводности материалов	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Изображение распределения температуры в потоке при разных режимах движения среды. Доклад по теме: «Теплопроводность в различных условиях» Анализ факторов, влияющих накоэффициент теплопроводности Решение задач по конденсации пара.	4		2
	Содержание учебного материала			

Тема 2.2 Основные понятия и законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами	Свойства теплового излучения. Поглощательная , отражательная и пропускательная способность тел. Основные законы теплового излучения: законы Планка, Стефана-Больцмана, Ламберта, Кирхгофа. Различные случаи теплообмена излучением. Теплообмен излучением между двумя параллельными поверхностями, Теплообмен излучением между поверхностями, расположенными одна в другой. Теплообмен излучением при произвольном расположении поверхностей. Приведенный коэффициент излучения. Понятие об экранах. Поглощение, рассеивание и излучение энергии в газовых средах. Особенности излучения газов и паров. Коэффициент поглощения. Объемная интенсивность собственного излучения газовой среды. Излучение и поглощение многоатомных газов. Коэффициенты черноты двуокиси углерода, водяного пара и их смеси, сажистых и запыленных газовых сред. Средняя оптическая длина лучей. Расчет лучистого теплообмена. Сложный теплообмен как совокупность одновременно протекающих процессов теплопроводности, конвекции и излучения. Принцип теплообмена в паровых котлах	4		2
	Практические занятия «Расчет лучистого теплообмена». Изучение работы тепловизионного оборудования	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся Изображение видов пучков труб и их сравнительный анализ.	4		2
Тема 2.3. Теплообменные аппараты	**Содержание учебного материала**			
	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Принцип работы поверхностных исмешивающих теплообменных аппаратов, основные схемы движения теплоносителей. Уравнение теплового баланса и теплопередачи в теплообменном аппарате. Коэффициенттеплопередачи теплообменного аппарата. Средний арифметический и средний логарифмический температурный напор. Определение поверхности нагрева теплообменного аппарата. Теплообмен конвекцией и излучением в теплообменных аппаратах. Коэффициент теплопередачи при различных формах поверхности теплообмена. Влияние на теплообмен неполного омывания, загрязнения и неплотности поверхности нагрева. Определение конечнойтемпературы теплоносителей и температуры поверхности теплообмена. Интенсификация процессов теплообмена в теплообменниках. Тепловая защита теплообменных аппаратов.	4		2

	Практические занятия Определение поверхности нагрева теплообменного аппарата Изучение конструкции и параметров работы теплообменного аппарата	4	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся: Рефераты по теме «Виды теплообмена». Изображение распределения температуры в потокепри разных режимах движения среды.	4		2
Раздел 3. Гидравлика и насосы				
Тема 3.1 Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики.	Физические свойства жидкостей и газов. Реальная и идеальная жидкость: Плотность, удельныйобъем, удельный вес, вязкость жидкости, газа и их зависимость от температуры и давления. Силы, действующие в жидкости, гидростатическое давление в точке, его свойства. Свободнаяповерхность и поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Манометрическое давление, вакуум. Физическая сущность и графическое представлениеуравнения гидростатики. Напоры. Приборы для измерения давления. Закон Паскаля. Гидравлический пресс. Центр давления. Эпюры гидростатического давления на плоскиеповерхности. Равнодействующая сила гидростатического давления на цилиндрические поверхности. Давление жидкости на стенки круглого трубопровода.	2		2
	Практические занятия Решение задач с применением основных законов гидростатики	2		2
	Самостоятельная работа обучающихся: Подготовка сообщений по видам приборов для измерения давления, решение задачгидростатики. Составление таблицы перевода единиц измерения давления	2		2

Тема 3.2. Гидродинамика	Поток и элементарная струйка. Расход средняя скорость . Движение установившееся и неустановившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физическая сущность и графическое представление уравнение Бернулли. Геометрическое и гидродинамическое подобие течений. Критерий Рейнольдса, ламинарный, турбулентный и переходный режим течения жидкости. Принцип моделирования течений.	2		2
	Практические занятия Решение задач с применением основных законов гидродинамики Гидравлический расчет магистральных трубопроводов Расчет сложных и сифонных трубопроводов.	2		2
	Самостоятельная работа обучающихся: Классификация течений (сообщение на занятии). Решение задач по построению линий напора идавления. Решение задач по определению режима течений. Подготовить примеры моделирования течений. Определение коэффициента трения по диаграмме (решение задач). Составление таблицы повидам гидравлических сопротивлений и способам их расчета			
Тема 3.3. Насосы и насосные станции	Классификация насосов, термины, определения. Основные характеристики динамических иобъемных насосов (подача, напор, мощность и т.д.'). Марки насосов. Законы пропорциональности. Универсальные характеристики Конструктивные схемы насосов. Типы приводов. Схема насосной установки. Определение напора по показаниям приборов. Допустимая высота всасывания.. Коэффициент быстроходности. Осевое давление в центробежных насосах и способы его уменьшения. Работа насоса в сети. Определение рабочейточки насоса. Способы регулирования насоса. Подбор насоса. Кавитация и меры борьбы с ней.Работа насосов теплоснабжения. Пьезометрический график. Параллельная и последовательная работа насосов на общий трубопровод. Построение суммарных характеристик.	2		2

	Принцип действия и конструкция различных видов. Принцип действия и конструкция различных видов(вихревой, винтовой, поршневой, осевой). Вентиляторы, принцип действия, подбор вентилятора. Дымососы, их конструкция.			
	Практические занятия Построение характеристики насоса и сети.Определение рабочей точки.	4	2	2
Всего:		**121**		

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	ОП 06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики	Кабинет 1.103 Учебная аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Библиотека, читальный зал с беспроводным выходом в сеть Интернет	Стол учебный 2-х местный (парта), цвет береза-15шт. 2) Доска для написания мелом - 1 шт. 3) Трибуна напольная - 1 шт. 4) Стол преподавательский - 1 шт. 5) Стол письменный - 1 шт. 6) Стулья железные деревянные-32шт.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА 1. Основы гидравлики 2-е изд., испр. и доп. Учебник для СПО/ Гусев А.А., 2021 (ЭБС Юрайт)	ЭБС ЮРАЙТ
2.	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА 1. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях/ Семенов Б. А., 2021 (ЭБС Лань)	ЭБС Лань

Интернет-ресурсы

1. Теплота - все для Теплотехника и Теплоэнергетика (Электронный ресурс). - Режимдоступа: http:// www.teplota.org.ua
2. Теплоэнергетическое оборудование (Электронный ресурс).- Режим доступа: http://www.oborudka.ru
3. Теплоэнергетика (Электронный ресурс). - Режим доступа: http://www.teploenergetika.info.

3.3. Условия реализации учебной дисциплины для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

3.3.1. Образовательные технологии.

С целью оказания помощи в обучении студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ применяются образовательные технологии с использованием универсальных, специальных информационных икоммуникационных средств.

Для основных видов учебной работы применяются:

Контактная работа:
- лекции – проблемная лекция, лекция-дискуссия, лекция-диалог, лекция-консультация, лекция с применением дистанционных технологий и привлечением возможностей Интернета;
- практические (семинарские) занятия - практические задания;
- групповые консультации – опрос, работа с лекционным и дополнительным материалом;
- индивидуальная работа с преподавателем - индивидуальная консультация, работа с лекционным и дополнительным материалом, беседа, морально-эмоциональная поддержка и стимулирование, дистанционные технологии.

Формы самостоятельной работы устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге или на компьютере).

В качестве самостоятельной подготовки в обучении используется - система дистанционного обучения Moodle http://sdo.agatu.ru/

Самостоятельная работа:
- работа с книгой и другими источниками информации, план-конспекты;
- творческие самостоятельные работы;
- дистанционные технологии.

При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное врем для консультаций и выполнения заданий.

3.3.2. Специальное материально-техническое и учебно-методическое обеспечение.

При обучении по дисциплине используется система, поддерживающая дистанционное образование - «Moodle» http://sdo.agatu.ru/ ориентированная на организацию дистанционных курсов, а также на организацию взаимодействия между преподавателем и обучающимися посредством интерактивных обучающих элементов курса.

Для обучающихся лиц с нарушением зрения предоставляются:
- видеоувеличитель-монокуляр для просмотра Levenhuk Wise 8x25;
- электронный ручной видеоувеличитель видео оптик “wu-tv”;
- возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

Для обучающихся лиц с нарушением слуха предоставляются:
- аудитории со звукоусиливающей аппаратурой (колонки, микрофон);
- компьютерная техника в оборудованных классах;
- учебные аудитории с мультимедийной системой с проектором;
- аудитории с интерактивными досками в аудиториях;
- учебные пособия, методические указания в форме электронного документа;

Для обучающихся лиц с нарушениями опорно-двигательного аппаратапредоставляются:
- система дистанционного обучения Moodle http://sdo.agatu.ru/
- учебные пособия, методические указания в форме электронного документа

3.3.3. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.

Контроль результатов обучения осуществляется в процессе проведения практических занятий, выполнения индивидуальных самостоятельных работ.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации инвалидов и лиц с ОВЗ имеются фонды оценочных средств в ИС «Тестирование».

Формы и сроки проведения рубежного контроля определяются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форметестирования и т.п.), и может проводиться в несколько этапов.

При необходимости, предоставляется дополнительное время для подготовки ответов на зачете, аттестация проводится в несколько этапов (по частям), во время аттестации может присутствовать ассистент, аттестация прерывается для приема пищи, лекарств, во время аттестации используются специальные технические средства.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	**Формы и методы контроля и оценки результатов обучения**
Уметь: выполнять теплотехнические расчеты: термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок;коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок;потерь теплоты через ограждающие поверхности зданий, изоляцию трубопроводов и теплотехническогооборудования; тепловых и материальных балансов,площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов;	*Оценка результатов практических занятий «Определение теплоемкостей идеальных газов и газовых смесей с помощью таблиц по линейной и нелинейной зависимости», «Термодинамические процессы идеальных газов»; «Решение задач с использованием таблиц и h-S диаграммы водяногопара»; «Приобретение навыков работы по нахождению параметров воды и водяного пара подиаграмме h-S»; «Определение технико-экономических показателей паросиловых циклов»; «Расчет теплового потока через многослойную стенку»; «Решение задач на теплопроводность плоской и цилиндрической многослойной стенок Теплопередача через плоскую многослойную и цилиндрическую стенки»; «Расчет критериальных уравнений и определение коэффициента теплопередачи для различных видов конвективноготеплообмена»; «Расчет лучистого теплообмена»;* *«Определение поверхности нагревателеплообменного аппарата»* *Оценка результатов тестирования.* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводоввоздуховодов;	*Оценка результатов практических занятий «Гидравлический расчет магистральных трубопроводов», «Расчет сложных и сифонных трубопроводов».*
строить характеристики насосов,вентиляторов	*Оценка результатов практического занятия «Построение характеристики насоса и сети.Определение рабочей точки»* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
Знать: параметры состояния термодинамическойсистемы	*Оценка результатов устного опроса;тестирование; решение задач;* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
единицы измерения и соотношения междуними;	*Оценка результатов письменного опроса;тестирование;* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
основные законы термодинамики;	*Оценка результатов устного опроса;тестирование; решение задач;* *Оценка результатов самостоятельной работы.*

процессы изменения состояния идеальныхгазов, водяного пара и воды;	*Оценка результатов устного опроса;тестирование; решение задач;* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
циклы тепловых двигателей итеплосиловых установок;	*Оценка результатов устного опроса;тестирование;* *Оценка результатов самостоятельной работы;оценка результатов защиты практического занятия*
основные законы теплопередачи;	*Оценка результатов устного опроса;тестирование; решение задач;* *Оценка результатов самостоятельной работы.*
физические свойства жидкостей и газов	*Оценка результатов письменного опроса решениезадач; тестирование;*
законы гидростатики и гидродинамики;	*Оценка результатов устного опроса;тестирование; решение задач;* *Оценка результатов самостоятельной работы*
основные задачи и порядок гидравлического расчета трубопроводов;	*Оценка результатов самостоятельной работы, практического занятия; тестирование; решениезадач;*
виды, устройство и характеристикинасосов и вентиляторов.	*Оценка результатов устного опросатестирование;* *Оценка результатов самостоятельной работы,практического занятия*

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Арктический государственный агротехнологический университет»
Колледж технологий и управления

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

ОП.06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики
13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Якутск 2022 г.

Фонд оценочных средств учебной дисциплины разработан в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 25 августа 2021 г., №600.
- Учебный план специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ от 02.09.2022г №73/3.

Разработчик(и) ФОС Сивцев Власий Анатольевич – преподаватель

Фонд оценочных средств учебной дисциплины ОП.06 Теоретические основы теплотехники и гидравлики одобрен на цикловой комиссии теплоснабжения от «01» 09 2022 г. Протокол № 1

Председатель ЦК ТС _____ подпись /Усов О.Ю./ фамилия, имя, отчество

Фонд оценочных средств учебной дисциплины рассмотрен и рекомендован к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии Колледжа технологий и управления по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Председатель методической комиссии КТиУ _____ подпись /Сивцева Е.И./ фамилия, имя, отчество

1. Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине
ОП.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики

специальность 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование»

Таблица 1

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)[1]	**ПК, ОК**	Наименование темы[2]	**Уровень освоения темы**	**Наименование контрольно-оценочного средства**	
				Текущий контроль[3]	**Промежуточная аттестация**[4]
1	2	3	4	5	6
Уметь:					
У1: выполнять теплотехнические расчеты: термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; потерь теплоты через ограждающие поверхности зданий, изоляцию трубопроводов и теплотехнического оборудования; тепловых и материальных балансов, площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов	*ОК-1 ОК-2 ОК-3 ОК-4 ОК-5 ОК-9 ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3. ПК-3.1.*	**Тема 1.1.** Основные положения технической термодинамики Газовые законы. Газовые смеси Теплоемкость **Тема 1.2** Законы термодинамики. Термодинамические процессы. Энтальпия. Энтропия. **Тема 1.3**. Реальные газы. Водяной пар и. его свойства Термодинамические процессы водяного пара **Тема 1.4.** Истечение и дросселирование газов и паров **Тема 1.5.** Циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок **Тема 2.1.** Основные положения теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплоотдача и теплопередача. **Тема 2.2.** Основные понятия и законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами **Тема 2.3.** Теплообменные аппараты	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
У2: определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздуховодов	*ОК-2 ОК-4 ОК-5 ОК-9 ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3. ПК-3.1.*	**Тема 3.1** Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики. **Тема 3.2.** Гидродинамика **Тема 3.3.** Насосы и насосные станции	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
У3: строить характеристики насосов и вентиляторов	*ОК-2 ОК-3 ОК-4*	**Тема 3.1** Физические свойства жидкостей. Основное уравнение	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат,	Тест по учебной дисциплине;

	ОК-5 *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	гидростатики. **Тема 3.2.** Гидродинамика **Тема 3.3.** Насосы и насосные станции		лабораторная работа, практическое задание	экзаменационные билеты для устного экзамена
Знать:					
З1: параметры состояния термодинамической системы, единицы измерения и соотношения между ними	*ОК-1* *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Тема 1.1.** Основные положения технической термодинамики Газовые законы. Газовые смеси Теплоемкость **Тема 1.2** Законы термодинамики. Термодинамические процессы. Энтальпия. Энтропия. **Тема 1.3**. Реальные газы. Водяной пар и. его свойства Термодинамические процессы водяного пара **Тема 1.4.** Истечение и дросселирование газов и паров	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З2: основные законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов, водяного пара и воды	*ОК-1* *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Тема 1.1.** Основные положения технической термодинамики Газовые законы. Газовые смеси Теплоемкость **Тема 1.2** Законы термодинамики. Термодинамические процессы. Энтальпия. Энтропия. **Тема 1.3**. Реальные газы. Водяной пар и. его свойства Термодинамические процессы водяного пара **Тема 1.4.** Истечение и дросселирование газов и паров	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З3: циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок	*ОК-1* *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-3.1.*	**Тема 1.4.** Истечение и дросселирование газов и паров **Тема 1.5.** Циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З4: основные законы теплопередачи	*ОК-1* *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.*	**Тема 2.1.** Основные положения теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплоотдача и теплопередача. **Тема 2.2.** Основные понятия и законы	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена

	ПК-3.1.	теплового излучения. Теплообмен излучением между телами **Тема 2.3.** Теплообменные аппараты			
З5: физические свойства жидкостей и газов	*ОК-2* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.*	**Тема 3.1** Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики.	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З6: законы гидростатики и гидродинамики	*ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Тема 3.1** Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики. **Тема 3.2.** Гидродинамика	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З7: основные задачи и порядок гидравлического расчёта трубопроводов	*ОК-1* *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Тема 3.1** Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики. **Тема 3.2.** Гидродинамика **Тема 3.3.** Насосы и насосные станции	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена
З8: виды, устройство и характеристики насосов и вентиляторов	*ОК-2* *ОК-3* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Тема 3.2.** Гидродинамика **Тема 3.3.** Насосы и насосные станции	*1,2,3*	тест по теме, разделу; реферат, лабораторная работа, практическое задание	Тест по учебной дисциплине; экзаменационные билеты для устного экзамена

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций.

Таблица 2

Компетенции	**Результат обучения**	**Основные показатели оценки результата**	**Формы и методы контроля и оценки**
ОК-1 *ОК-2* *ОК-3* *ОК-4* *ОК-5* *ОК-9* *ПК-1.1.* *ПК-1.2.* *ПК-1.3.* *ПК-3.1.*	**Уметь:** У1: выполнять теплотехнические расчёты: термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; расходов топлива, теплоты и пара на выработку энергии; коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; потерь теплоты через ограждающие конструкции зданий, изоляцию трубопроводов и теплотехнического оборудования; тепловых и материальных балансов, площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов	- владеет навыками расчётов с применением основных термодинамических законов и уравнений, - анализирует полученный результат, - правильно проставляет единицы измерения искомых величин, - применяет диаграммы (графики) термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок - осуществляет подбор теплотехнического оборудования с требуемыми характеристиками - обладает умением правильного выбора изоляции трубопроводов и оборудования	тестирование, устный опрос, реферат, РГР, контрольная работа, лабораторная работа, экзамен/ Наблюдение за деятельностью студентов: - оценка качества выполнения лабораторных работ; - оценка качества выполнения практических работ РГР; - оценка выполнения заданий к самостоятельной работе в виде реферата или презентации, конспекта; - оценка выполнения тестирования по темам
	У2: определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздуховодов	- владеет навыками расчётов с применением основных законов и уравнений гидростатики и гидродинамики, аэродинамики - правильно проставляет единицы измерения искомых величин - составляет схемы гидравлических систем, осуществляет подбор трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры	
	У3: строить характеристики насосов и вентиляторов	- определяет требуемые напор, подачу насоса и другие характеристики насосного агрегата, вентилятора - осуществляет подбор оборудования насосной установки, вентиляторов	
	Знать З1: параметры состояния термодинамической системы, единицы измерения и соотношения между ними	- имеет представление о параметрах состояния рабочего тела термодинамической системы, их единиц измерения и соотношения между ними	
	З2: основные законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов, водяного пара и воды	- знает основные законы термодинамики, применяет их при решении практических задач, может объяснить процессы изменения состояния газов	
	З3: циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок	- знает циклы тепловых двигателей и теплосиловых установок, может описать и графически построить их на диаграммах.	

	З4: основные законы теплопередачи	- может объяснить процесс теплопередачи между различными средами через разделяющую их стенку, определить коэффициент теплопередачи, величину теплового потока	
	З5: физические свойства жидкостей и газов	- может определить значения основных физических свойств жидкостей и газов с указанием их единиц измерения	
	З6: законы гидростатики и гидродинамики	-применяет законы гидростатики и гидродинамики при решении практических задач	
	З7: основные задачи и порядок гидравлического расчёта трубопроводов	- может определить потери давления в гидравлической системе, напор, произвести расчет оптимальных диаметров трубопроводов	
	З8: виды, устройство и характеристики насосов и вентиляторов	- разбирается в типах и видах насосов и вентиляторов, понимает их конструктивные отличия и особенности, условия применения, сравнительные характеристики	

3. Оценка освоения учебной дисциплины

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины ОП.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики осуществляется преподавателем в процессе проведения тестирования, лабораторных и практических занятий, выполнения студентами внеаудиторной самостоятельной работы, индивидуальных заданий и т.д.

3.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОП.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

Таблица 3

Перечень объектов контроля и оценки

Результаты обучения	Основные показатели оценки результата	Оценка (да/нет)
Результат обучения	**Основные показатели оценки результата**	
Уметь: У1: выполнять теплотехнические расчёты: термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; расходов топлива, теплоты и пара на выработку энергии; коэффициентов полезного действия термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок; потерь теплоты через ограждающие конструкции зданий, изоляцию трубопроводов и теплотехнического оборудования; тепловых и материальных балансов, площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов	- владеет навыками расчётов с применением основных термодинамических законов и уравнений, - анализирует полученный результат, - правильно проставляет единицы измерения искомых величин, - применяет диаграммы (графики) термодинамических циклов тепловых двигателей и теплосиловых установок - осуществляет подбор теплотехнического оборудования с требуемыми характеристиками - обладает умением правильного выбора изоляции трубопроводов и оборудования	да/нет
У2: определять параметры при гидравлическом расчете трубопроводов, воздуховодов	- владеет навыками расчётов с применением основных законов и уравнений гидростатики и гидродинамики, аэродинамики - правильно проставляет единицы измерения искомых величин - составляет схемы гидравлических систем, осуществляет подбор трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры	да/нет
У3: строить характеристики насосов и вентиляторов	- определяет требуемые напор, подачу насоса и другие характеристики насосного агрегата, вентилятора - осуществляет подбор оборудования насосной установки, вентиляторов	да/нет
Знать З1: параметры состояния термодинамической системы, единицы измерения и соотношения между ними	- имеет представление о параметрах состояния рабочего тела термодинамической системы, их единиц измерения и соотношения между ними	да/нет
З2: основные законы термодинамики, процессы изменения состояния идеальных газов, водяного пара и воды	- знает основные законы термодинамики, применяет их при решении практических задач, может объяснить процессы изменения состояния газов	да/нет
З3: циклы тепловых двигателей и	- знает циклы тепловых двигателей и	да/нет

теплосиловых установок	теплосиловых установок, может описать и графически построить их на диаграммах.	
З4: основные законы теплопередачи	- может объяснить процесс теплопередачи между различными средами через разделяющую их стенку, определить коэффициент теплопередачи, величину теплового потока	да/нет
З5: физические свойства жидкостей и газов	- может определить значения основных физических свойств жидкостей и газов с указанием их единиц измерения	да/нет
З6: законы гидростатики и гидродинамики	-применяет законы гидростатики и гидродинамики при решении практических задач	да/нет
З7: основные задачи и порядок гидравлического расчёта трубопроводов	- может определить потери давления в гидравлической системе, напор, произвести расчет оптимальных диаметров трубопроводов	да/нет
З8: виды, устройство и характеристики насосов и вентиляторов	- разбирается в типах и видах насосов и вентиляторов, понимает их конструктивные отличия и особенности, условия применения, сравнительные характеристики	да/нет

Критерии оценивания:
Оценка компетенции производится по интегральной оценке ОПОР. Каждый ОПОР оценивается 1 или 0, сумма этих оценок дает оценку компетенции: «да» или «нет». Уровень оценки компетенций производится суммированием количества ответов «да» в процентном соотношении от общего количества ответов.
Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений

Таблица 4

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности	**Оценка уровня подготовки**	
	оценка компетенций обучающихся	**оценка уровня освоения дисциплин;**
90 ÷ 100	высокий	*отлично*
70 ÷ 89	продвинутый	*хорошо*
50 ÷ 69	пороговый	*удовлетворительно*
менее 50	не освоены	*неудовлетворительно*

4. Типовые задания для оценки освоения учебной дисциплины

Задание 1
Заполните таблицу, отвечая на вопрос: в чем измеряются следующие основные физические величины?

	физические величины	Единица измерения	
		система СИ (SI - международная система измерений)	Другие (внесистемные) единицы измерения
1	теплота		
2	давление		
3	температура		

Задание 2
Переведите внесистемные единицы измерения физических величин в международную систему СИ (выберите из представленных вариантов ответов правильные значения величин и вставьте).
Варианты ответов: 9,81; 273,15; 0,735; 133; 4,18; 1,4; 98066 ; 22,4
0 °С = _____ К (Кельвин) 1 мм рт. ст. = _____ Па (Паскаль)
1 кгс/ см^2 = _____ Па (Паскаль) 1 л.с. = _____кВт (киловатт)

Задание 3
Основное уравнение состояние идеальных газов (уравнение Клапейрона) имеет вид $pv=RT$, *где:*

обозначение	*наименование*	*Единица измерения*
p		
v		
R		
T		

Задание 4
Установите соответствие для следующих теплофизических величин:

Определение физических величины	Наименование *(варианты ответов): энтальпия; энтропия; теплоемкость; эксергия; работа; внутренняя энергия*	Формула: • $R = pv/T$ • $h = u + pv$ • $c=q/(T_2-T_1)$ • $\Delta s=\Delta q/T$ • $q=\Delta u+l$
количество теплоты, которое необходимо подвести к телу или отвести от него, чтобы изменить его температуру на 1 градус		
количество энергии, которая доступна для преобразования в теплоту (теплосодержание) при определенной температуре и давлении		
величина, изменение которой равно отношению тепла, участвовавшего к абсолютной температуре тела, как качественная характеристика процесса преобразования теплоты		

Задание 5
Установите соответствие для каждого термодинамического процесса:

Наименование идеального термодинамического процесса	Постоянный параметр процесса (условие): • *энтропия постоянная* • *давление постоянное* • *объем постоянный* • *температура постоянная*	Описание процесса: • не совершается внешней работы • работа совершается за счет внутренней энергии • при повышении температуры происходит увеличение объема • вся подведенная теплота идет на совершение работы
Изобарный		
Изохорный		
Изотермический		
Адиабатный		

Задание 6
Согласно первому закону термодинамики: вся теплота, подведенная к телу преобразуется на изменение его внутренней энергии и _____
(продолжите формулировку закона)

Задание 7

Важнейшей тепловой характеристикой любой тепловой машины является термический коэффициент полезного действия (термический КПД), который можно объяснить как отношение

а) $\eta_t = \frac{\text{мощность двигателя}}{\text{расход топлива}}$

б) $\eta_t = \frac{\text{теплота, превращенная в полезную работу}}{\text{полученная при сгорании топлива вся теплота}}$

в) $\eta_t = \frac{\text{полученная при сгорании топлива теплота}}{\text{температура газов}}$

г) $\eta_t = \frac{\text{полученная при сгорании топлива теплота}}{\text{теплота, превращенная в полезную работу}}$

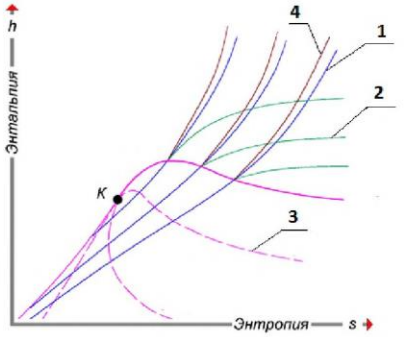
Задание 8

Согласно второму закону термодинамики для осуществления «полезной» работы любой тепловой машины, то есть теплового двигателя необходимо _____

_____

Задание 9

На рисунке изображена hs – диаграмма водяного пара. Ответьте: какой параметр состояние водяного пара обозначают указанные кривые линии?



№ линии	*Параметр состояния водяного пара*
1	
2	
3	
4	

Варианты ответов: теплоемкость, степень сухости; плотность; температура; удельный объем; влагосодержание; давление; относительная влажность

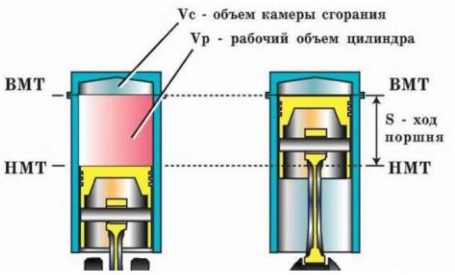
Задание 10

Степень сжатия ε поршневого двигателя внутреннего сгорания представляет собой…

а) Отношение полного объема цилиндра двигателя к рабочему объема цилиндра двигателя

б) Отношение рабочего объема цилиндра двигателя к объему камеры сгорания

в) Отношение полного объема цилиндра двигателя к объему камеры сгорания



Задание 11

Цикл Карно как идеальный термодинамический цикл, характеризующийся наибольшим теоретически возможным использованием тепла, состоит из _____*изохорных, изотермических, изобарных, адиабатных*_____ процессов
(подчеркните нужное)

расширения и сжатия.

Задание 12

Установите соответствие: а) влагосодержание; б) относительная влажность; в) абсолютная влажность

Определение величины	*Вариант ответа*	*Обозначение (знак)*	*Единица измерения*
Отношение действительной абсолютной влажности к максимально возможной абсолютной влажности в насыщенном воздухе при той же температуре воздухе			
Отношение массы водяного пара к единице массы сухого воздуха, содержащегося во влажном воздухе			
Масса водяного пара, содержащегося 1 м^3 влажного воздуха			

Задание 13

Показания манометра, установленного на какой-либо емкости (сосуде) с газом указывают на:

а) абсолютное давление газа в сосуде

б) избыточное давление газа в сосуде над атмосферным давлением

в) разряжение в сосуде (вакуум)

г) атмосферное давление

Задание 14

Если давление в котле будет повышаться, то температура кипения воды будет …

а) равно 100° С б) меньше 100° С в) больше 100° С

Задание 15. Основное уравнение гидростатики

Основное уравнение гидростатики *(напишите формулу):*	

где:

обозначение	*наименование величины*	*единица измерения*
p		
ρ		
p_0		
h		
g		

Задание 16. Физические свойства жидкостей *(заполните таблицу):*

№	Определение	наименование
1	Свойство жидкости изменять свой объем обратимым образом под действием всестороннего внешнего давления	
2	Явление, сопровождающееся образованием парогазовых пузырьков, которые, перемещаясь с потоком жидкости в область с более высоким давлением, захлопываются, излучая при этом ударную волну	
3	Свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной ее части относительно другой, то есть свойство, обусловливающее возникновение в жидкости при ее движении касательных напряжений	
4	Способность жидкости неограниченно деформироваться и приходить в движение под действием незначительных сил	
5	Свойство жидкости, проявляющееся зависимостью изменять свой объем при изменении температуры	

Задание 17

№	Определение	Закон /уравнение
1	При установившемся движении через любое поперечное сечение потока в единицу времени проходит одно и то же количество жидкости	
2	Гидростатическое давление жидкости равно сумме внешнего давления на свободную поверхность жидкости и избыточного давления, зависящего от высоты столба жидкости	
3	Чем меньше плотность, тем больше высота столба жидкости относительно поверхности раздела двух разнородных жидкостей.	
4	Давление, приложенное к свободной поверхности жидкости передается во все точки жидкости без изменения	
5	На любое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная силе тяжести жидкости, вытесненной этим телом	

Задание 18. Уравнение Бернулли для потока жидкости *(заполните таблицу):*

Формула уравнение Бернулли для потока жидкости:	$z + \frac{p}{\rho g} + \alpha \frac{v^2}{2g} = H_{\text{потока}}$
Из них: Скоростной напор (скоростная высота)	
Геометрический напор (геометрическая высота)	
Пьезометрический напор (пьезометрическая высота)	

Задание 19

Назовите два способа описания движения жидкости

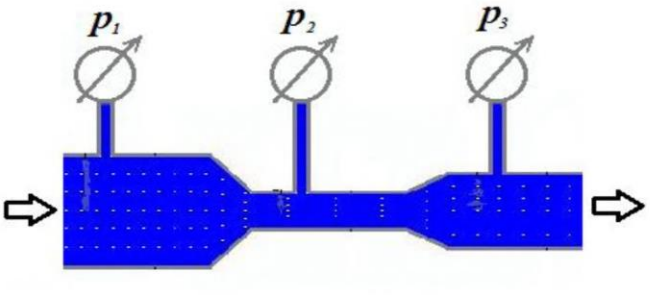
способ	автор метода
движение жидкости рассматривается как движение каждой частицы жидкости	
движение жидкости описывается функциями, выражающими изменение скоростей в точках некоторой неподвижной области, выбранной в пределах потока	

Задание 20

№	Определение	наименование
1	кривая линия, указывающая направление скоростей лежащих на ней разных частиц в один и тот же момент времени	
2	отношение площади живого сечения к смоченному периметру	
3	поверхность в виде поперечного сечения, перпендикулярная ко всем линиям тока, его пересекающим, и лежащая внутри потока жидкости	
4	количество жидкости, протекающей в единицу времени через живое сечение потока.	
5	линия, по которой жидкость соприкасается с твердыми стенками (поверхностями русла) в данном живом сечении.	

Задание 21

Согласно уравнению Бернулли распределение давления в потоке жидкости внутри трубы с различным сечением будет:



а) $p_1 > p_2 > p_3$
б) $p_1 > p_3 > p_2$
в) $p_1 < p_2 < p_3$
г) $p_1 = p_2 = p_3$

Задание 22

Каково соотношение между удельным весом и плотностью?

а) $\gamma=\rho g h$
б) $\gamma=\rho g V$
в) $\gamma=\rho g$
г) $\gamma=\rho V$

Задание 23

Насколько увеличится объем воды в системе отопления объемом 100 литров при повышении температуры от 50 °С до 70 °С, если коэффициент температурного расширения равен $\beta = 0{,}0005$ [1/ °С]

а) 1 литр
б) 20 литров
в) 100 мл
г) 10 литров

Задание 24

Вязкость жидкости при увеличении температуры в отличие от вязкости газов

а) увеличивается
б) уменьшается
в) остается неизменной

Задание 25

Во сколько раз давление жидкости будет больше атмосферного на глубине **30** метров в открытом море или озере? Ответьте на вопрос, приняв следующие исходные параметры:

- атмосферное давление равно 100000 Па
- ускорение свободного падения равно 10 м/с^2

а) в 2 раза больше
б) в 3 раза больше
в) в 4 раза больше
г) в 30 раз больше

Задание 26

Средние скорости в потоке несжимаемой жидкости относительно площадей живых сечений потока:

а) Обратно пропорциональны
б) Прямо пропорциональны
в) Не зависят

Критерии оценки тестов:

- оценка «отлично» ставится, если дано правильных ответов на 95% вопросов,
- оценка «хорошо», если дано правильных ответов на 75-95% вопросов,
- оценка «удовлетворительно» ставится, если дано правильных ответов на 60- 75% вопросов,
- оценка «неудовлетворительно» ставится за невыполненную и не проведенную работу.

Самостоятельная работа студентов

Темы для рефератов:

1. Предмет технической термодинамики. Основные параметры состояния газов.
2. Понятие об идеальном газе и реальном газе. Уравнение состояния идеального газа.
3. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси.
4. Теплоемкость газов.
5. Понятие о термодинамических процессах. Равновесные и неравновесные процессы.
6. Внутренняя энергия и работа расширения и сжатия рабочего тела.
7. Первый закон термодинамики.
8. Термодинамические процессы идеальных газов.
9. Энтальпия газа.
10. Энтропия газов. *T-s* диаграмма.
11. Второй закон термодинамики.
12. Цикл Карно и его термодинамическое значение.
13. Эксергия.
14. Водяной пар. Уравнение Ван-дер-Вальса. Процесс парообразования.
15. Влажный воздух. *h-d* – диаграмма.
16. Компрессоры.
17. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания
18. Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина.
19. Циклы газотурбинных установок.
20. Циклы холодильных машин.
21. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки.

22. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.
23. Тепловое излучение. Лучистый теплообмен. Закон Стефана-Больцмана.
24. Сложный теплообмен и теплопередача. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенку.
25. Термодинамика потоков. Сопло Лаваля.
26. Дросселирование пара и газа.
27. Теплообменные аппараты. Типы теплообменных аппаратов.
28. Топливо. Элементарный состав и основные характеристики топлива.
29. Теория горения. Токсичность продуктов сгорания топлива.
30. Котельные установки. Тепловой баланс котельного агрегата.
31. Основные свойства капельных жидкостей.
32. Силы, действующие в жидкости.
33. Основное давление гидростатики.
34. Давление в жидкости. Свойства давления. Единицы измерения давления. Сила давления на плоскую стенку.
35. Гидродинамика. Смысл понятий: линия тока, трубка тока, струйка, поток.
36. Расход. Уравнение расхода
37. Уравнение Бернулли для установившегося движения струйки идеальной жидкости
38. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
39. Общие сведения о гидравлических потерях.
40. Режимы течения жидкости. Число Рейнольдса и его применение в гидравлике.

Критерии оценивания реферата:
Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению, умение работать с исследованиями, литературой, систематизировать и структурировать материал; Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; Соблюдение требований к оформлению:а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.
Оценка 5 ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Оценка 4 – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
Оценка 3 – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы
Оценка 2 – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание заданной темы.
Оценка 1 – реферат выпускником не представлен.

Критерии оценок при проведении устного экзамена:

- Уровень подготовки студента оценивается на «отлично», если его ответ сформулирован правильно, грамотно и четко, на заданные дополнительные вопросы получен краткий, обоснованный ответ.

- Уровень подготовки студента оценивается на «хорошо», если его ответ прозвучал не в полном объеме, но при этом в результате ответа чувствуется логическое освещение вопроса.

- Уровень подготовки студента оценивается на «удовлетворительно», если в его ответе нечетко даны формулировки основных понятий, студент путается в их объяснениях, но в ответе чувствуется ориентация в освещаемых вопросах.

- Уровень подготовки студента оценивается на «неудовлетворительно» если студент при ответе не может дать четких формулировок понятий и не понимает сути и смысла в поставленных вопросах.

ЗАДАЧИ

Задача 1. При барометрическом давлении $p_{бар1}$, мм рт. ст., манометр, установленный на баллоне с газом, показывает $p_{ман1}$, кгс/см^2. Как изменится показание манометра $p_{ман2}$, если барометрическое давление упадет до $p_{бар2}$, мм рт.ст.?

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
$p_{бар1}$ мм рт.ст	760	759	758	757	756	755	754	753	752
$p_{бар2}$ мм рт.ст	730	731	732	733	734	735	736	737	738
$p_{ман1}$, кгс/см^2	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34	0,36

Решение:

1) Переведем все заданные значения давления из [мм. рт. ст.] и [кгс/см^2] в Паскали [Па] (см. табл. 3). Чтобы перевести $p_{бар}$, заданное в [мм. рт. ст.], в [Па] необходимо умножить заданную величину $p_{бар}$ на 133,3. Чтобы перевести $p_{ман}$, заданное в [кгс/см^2], в [Па] необходимо умножить заданную величину $p_{ман}$ на 98066,5.

2) Определим абсолютное давление в баллоне с газом:

$p_{абс} = p_{бар1} + p_{ман1}$

3) Показания манометра $p_{ман2}$ при изменении барометрического (атмосферного) давления будет:

$p_{ман2} = p_{абс} - p_{бар2}$

Задача 2. Какое количество воздуха должно быть подано компрессором в баллон емкостью V, л, чтобы при температуре t, °С абсолютное давление в нем повысилось с $p_{абс1}$, МПа до $p_{абс2}$, МПа?

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
V, л	20	23	26	29	32	35	38	41	44
t, °C	18	20	22	24	26	28	30	32	34
p абс1, МПа	1	1,15	1,3	1,45	1,6	1,75	1,9	2,05	2,2
p абс2, МПа	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	3,3	3,6	3,9

Решение: Необходимо найти количество воздуха $\Delta G = G_2 - G_1$, кг

Уравнение Клапейрона $pV = GRT$ =>

$$\Delta G = G_2 - G_1 = \frac{p_2 V}{RT} - \frac{p_1 V}{RT} = (p_2 - p_1)\frac{V}{RT}$$

где R – газовая постоянная воздуха

$T = t + 273,15$, К

Задача 3. Два кислородных баллона одинакового объема соединены трубопроводом. Определить давление, которое установится в баллонах при температуре $t_{общ}$, °С, если до соединения параметры газа в первом баллоне были $p_{абс1}$, МПа и t_1, °С, а во втором — $p_{абс2}$, МПа и t_2, °С.

варианты	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
t общ, °C	23	24	25	26	27	28	27	26	25
p абс1, МПа	7	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,1	9,4
p абс2, МПа	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6
t1, °C	30	30	31	31	32	32	33	33	34
t2, °C	20	19	18	17	16	15	16	17	18

Решение:

Сначала выведем формулу для определения массы кислорода в обоих баллонах $G_{общ}=G_1+G_2$

$$G_{общ}=\frac{p_1V_1}{RT_1}+\frac{p_2V_2}{RT_2}\Rightarrow G_{общ}=\left(\frac{p_1}{T_1}+\frac{p_2}{T_2}\right)\times\frac{V_{1,2}}{R}$$ *т.к. по условию* $V_{1,2}=V_1=V_2=const$

Давление в баллонах после их соединения, то есть, получая $V_{общ}=2\cdot V_{1,2}$, определим по формуле:

$$p=\frac{G_{общ}RT_{общ}}{V_{общ}}=\frac{G_{общ}RT_{общ}}{2V_{1,2}}\Rightarrow p=\left(\frac{p_1}{T_1}+\frac{p_2}{T_2}\right)\cdot\frac{V_{1,2}}{R}\cdot\frac{RT_{общ}}{2\cdot V_{1,2}}=\left(\frac{p_1}{T_1}+\frac{p_2}{T_2}\right)\cdot\frac{T_{общ}}{2}$$

Задача 4. Определить расход метана *G*, кг/с, в газопроводе диаметром *d*, мм, если скорость газа *w*, м/с, абсолютное давление $p_{абс}$, МПа и температура *t*, °С.

варианты	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
d, мм	800	800	750	750	700	700	650	650	600
w, м/с	10	11	11	12	12	13	13	14	14
p абс, МПа	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6
t °C	30	29	28	27	26	25	24	23	22

Решение: Находим площадь поперечного сечения газопровода (примечание: диаметр газопровода *d* должен быть указан в метрах):

$$F=\pi\cdot r^2=\frac{\pi d^2}{4}\qquad [\text{ м}^2\text{ }]$$

Плотность метана будет равна (обратная величина удельного объема *υ*)

$$\rho=\frac{p}{RT}\quad [\text{кг/м}^3]$$

где *R* – газовая постоянная метана CH_4, Дж/(кг·К)

Массовый расход метана $G=F\rho w$ [кг/с]

Задача 5. Из резервуара емкостью *V*, м^3, содержащего кислород при абсолютном давлении $p_{абс1}$, МПа и температуре t_1, °С, выпущена часть газа. Давление в резервуаре понизилось до $p_{абс2}$, МПа и температура до t_2, °С. Определить количество выпущенного кислорода ΔG, *кг*.

варианты	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
V, м^3	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
p абс1, МПа	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6

p абс2, МПа	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
t1, °C	25	25	25	25	25	27	27	27	27
t2, °C	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Решение: Необходимо найти $\Delta G=G_1 - G_2$, кг
Уравнение Клапейрона $pV=GRT$ =>

$$\Delta G = G_1 - G_2 = \frac{p_1 V}{RT_1} - \frac{p_2 V}{RT_2}, \quad кг$$

где R – газовая постоянная кислорода

Задача 6. Гремучий газ по массе состоит из водорода g_1 (H_2) и кислорода g_2 (O_2). Определить объемный состав r_{H2} и r_{O2}, газовую постоянную R и плотность газа ρ при барометрическом давлении $p_{бар}$, МПа и температуре t, °С.

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
g H2	0,111	0,114	0,117	0,12	0,123	0,126	0,129	0,132	0,135
g O2	0,889	0,886	0,883	0,88	0,877	0,874	0,871	0,868	0,865
p бар, МПа	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
t, °C	17	17,5	18	18,5	19	19,5	20	20,5	21

Решение:
Молекулярная масса смеси

$$\mu = \frac{1}{\frac{g_{H_2}}{\mu_{H_2}} + \frac{g_{O_2}}{\mu_{O_2}}}$$

где g_i – массовые доли компонентов смеси.

μ_i – молекулярная масса компонента смеси
Газовая постоянная смеси

$$R = \frac{\mu R}{\mu} = \frac{8314}{\mu} \qquad [Дж/ (кг·К)]$$

Объемные доли:

Водорода $r_{H_2} = g_{H_2} \cdot \frac{\mu}{\mu_{H_2}}$ кислорода $r_{O_2} = 1 - r_{H_2}$

Плотность газовой смеси $\rho = \frac{p}{RT}$ кг/м^3

Задача 7. В процессе расширения с подводом q, кДж теплоты 1 кг воздуха совершает работу, равную l, кДж. Определить изменение температуры Δt воздуха в процессе, пренебрегая зависимостью теплоемкости от температуры.

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
q, кДж	125	130	135	140	145	150	155	160	165
l, кДж	92	94	96	98	100	102	104	106	108

Решение: В соответствии с первым законом термодинамики теплота, подводимая к телу, идет на совершение работы и изменение внутренней энергии тела: $q=\Delta u+l$

Внутренняя энергия Δu для любого термодинамического процесса определяется по формуле: $\Delta u = c_v(t_2 - t_1)= c_v \cdot \Delta t$

Теплоемкость при условии независимости от температуры определим по формуле: $c_v = \frac{\mu c_v}{\mu} = \frac{20{,}93}{\mu}$ [кДж/(кг·К)]

Рабочим телом в процессе по условию задачи является воздух, значит, найдем молекулярную массу μ для воздуха по таблице «Значения μ и R для некоторых газов».

Итого, определив все значения и преобразовав уравнения первого закона термодинамики найдем насколько измениться температура воздуха в процессе:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta u = c_v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta u}{c_v} \\ q=\Delta u+l \Rightarrow \Delta u = q - l \end{array}\right\} \quad \Delta t = \frac{q-l}{c_v}$$

Задача 8. В резервуаре емкостью V, м^3 находиться воздух при давлении p_1, МПа и температуре t_1, °С. Как измениться температура и давление, если к нему подвести Q, кДж теплоты?

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
V, м3	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8
p1, МПа	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77
t1, °С	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Q, кДж	280	285	290	295	300	305	310	315	320

Решение: Исходя из уравнения Клапейрона $pV=GRT$ определим массу воздуха по формуле $G = \frac{pV}{RT}$, кг

где R – газовая постоянная, Дж/(кг·К)

$T=t + 273{,}15$ [К]

Рабочим телом в процессе по условию задачи является воздух, значит, найдем газовую постоянную R, а также в последующем молекулярную массу μ и для воздуха по таблице «Значения μ и R для некоторых газов».

Повышение температуры при подводе теплоты в изохорном процессе определим исходя из уравнения $Q=G \cdot c_v \cdot \Delta t$

$$\Delta t = \frac{Q}{G \cdot c_v} \Rightarrow t_2=t_1+\Delta t$$

Теплоемкость при условии независимости от температуры определим по

формуле: $c_\upsilon = \frac{\mu c_\upsilon}{\mu} = \frac{20{,}93}{\mu}$ [кДж/кг·К]

где μ - молекулярная масса, кг/кмоль (см. выше)

Полученные значения t_1 и t_2 переведем из градусов Цельсия [°С] в градусы Кельвина [К] по формулам $T_1=t_1+273{,}15$ и $T_2=t_2+273{,}15$

Для изохорного процесса соотношение между параметрами состояния:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad => \quad p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}$$

Задача 9. В закрытом резервуаре находится воздух при давлении p_1, мм рт. ст. и температуре t_1, °С. Определить, насколько понизится давление в резервуаре, если его охладить до t_2 , °С.

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
p_1, мм рт. ст.	732	734	736	738	740	742	744	746	748
t_1 °С	23	26	29	32	35	38	41	44	47
t_2 °С	-32	-34	-36	-38	-40	-42	-44	-46	-48

Решение:

Значение p_1 , заданное в мм рт. ст. переведем в Паскали [Па].

Значения t_1 и t_2 переведем из градусов Цельсия [°С] в градусы Кельвина [К] по формулам $T_1=t_1+273{,}15$ и $T_2=t_2+273{,}15$

Процесс изохорный $\upsilon=const$, следовательно:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad => \quad p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}$$

Задача 10. Теплота сгорания дизельного топлива Q, кДж/кг. Определить работу в кВт·ч, которую можно получить при использовании его в тепловом двигателе с к.п.д. η %

варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Q, кДж/кг	42100	42200	42300	42400	42500	42600	42700	42800	42900
кпд η %	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Решение: Теплота сгорания дизельного топлива Q, кДж/кг – это количество тепла, которое может быть получено при сжигании 1 кг топлива. Учитывая, что не все полученное тепло может быть полезно использовано в тепловом двигателе, определим работу исходя из значения к.п.д. этого двигателя.

Также при вычислении следует всегда учитывать, что к.п.д. η задаётся в процентах (%). Это означает, что $\eta = \frac{\eta\%}{100}$

$L = \eta \cdot Q$ [кДж]

Для того, чтобы полученное значение работы L в кДж перевести в кВт·ч, необходимо поделить её на 3600, исходя из соотношения 1 кВт·ч = 3600 кДж

$$L = \frac{\eta \cdot Q}{3600} \quad [\text{кВт·ч}]$$

Задача 11. Определить коэффициент теплопроводности λ кирпичной стенки печи толщиной δ, мм, если температура на внутренней поверхности стенки t_{c1},°С и на наружной t_{c2},°С. Потери теплоты через стенку q, Вт/м^2.

Варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
δ, *мм*	150	170	190	210	230	250	270	290	310
t_{c1}	280	285	290	295	300	305	310	315	320
t_{c2}	50	51	52	53	54	55	56	57	58
q	500	480	460	440	420	400	380	360	340

Решение:

Коэффициент теплопроводности λ материала стенки, Вт/(м·К), определим исходя из формулы определения плотности теплового потока, проходящего через плоскую однородную стенку:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \quad => \quad \lambda = \frac{q \cdot \delta}{(t_1 - t_2)} \qquad [\text{Вт/(м·К)}]$$

t_1 *и* t_2 — температуры поверхностей стенки, то есть t_{c1} и t_{c2},°С.

δ — толщина стенки, м.

Примечание: при вычислениях толщина стенки (слоя) δ должна быть переведена из [мм] в метры [м].

Задача 12. Слой льда на поверхности воды имеет толщину δ, мм, температуры на нижней и верхней поверхностях соответственно t_1, °С и t_2, °С. Определить тепловой поток через 1 м^2 поверхности льда, если его коэффициент теплопроводности $\lambda_{льда}$ Вт/(м·К). Как изменится тепловой поток, если лед покроется слоем снега толщиной δ , мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{снега}$ Вт/(м·К) и температура на поверхности снега будет t_3, °С?

Варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
δ льда *мм*	150	160	170	180	190	200	210	220	230
λ льда	2,15	2,16	2,17	2,18	2,19	2,2	2,21	2,22	2,23
t_1 *льда*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t_2 *льда*	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18
δ снег *мм*	50	60	70	80	90	100	110	120	130
λ снег	0,41	0,415	0,42	0,425	0,43	0,435	0,44	0,445	0,45
t_3 снег	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20

Решение:

1) Определим тепловой поток через 1 м^2 поверхности льда по формуле:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \qquad [\text{Вт/м}^2]$$

2) Определим тепловой поток через 1 м^2 поверхности льда со снегом по формуле: $q = \dfrac{(t_1 - t_3)}{\dfrac{\delta_1}{\lambda_1} + \dfrac{\delta_2}{\lambda_2}}$ [Вт/м^2]

Задача 13. Определить плотность теплового потока q, Вт/м^2, через плоскую стенку металлического водонагревателя и температуру на поверхностях стенки, если заданы: температура греющих газов $t_г$,°С, температура воды в баке $t_в$, °С, коэффициенты теплоотдачи соответственно α_1 , Вт/(м^2·К) и α_2 , Вт/(м^2·К), толщина стенки δ, мм и коэффициент теплопроводности материала стенки λ, Вт/(м·К).

Варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
$t_г$	1250	1300	1350	1400	1150	1100	1050	1000	950
$t_в$	210	220	230	240	190	175	160	155	140
α_1	46	47	48	49	44	43	42	41	40
α_2	6150	6200	6250	6300	5900	5850	5800	5750	5700
δ мм	16	17	18	20	13	12	11	10	9
λ	56	54	52	50	57	59	61	63	65

Решение:

1) Определим коэффициент теплопередачи k, Вт/(м^2·К) (Примечание: при нахождении значения коэффициента теплопередачи k рекомендуется соблюдать точность полученных значений в расчетах не менее чем до 10^{-7} (0,0000001)):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad \text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

2) Плотность теплового потока q, Вт/м^2

$q = k \cdot (t_{ж1} - t_{ж2})$ [Вт/м^2] *где* $t_{ж1} = t_г$ и $t_{ж2} = t_в$

3) Определим температуру на поверхностях стенки $t_{с1}$ *и* $t_{с2}$*:*

$$t_{с1} = t_{ж1} - q\frac{1}{\alpha_1} \quad [°\text{C}] \qquad\qquad t_{с2} = t_{ж2} + q\frac{1}{\alpha_2} \quad [°\text{C}]$$

Примечание: при вычислениях толщина стенки (слоя) δ должна быть переведена из [мм] в метры [м].

Задача 14. Определить плотность теплового потока q, Вт/м^2, через кирпичную стенку толщиной $\delta_к$, мм, покрытую слоем штукатурки толщиной $\delta_ш$, мм. Теплопроводность кирпича $\lambda_к$, Вт/(м·К), а штукатурки $\lambda_ш$, Вт/(м·К). Температура воздуха внутри помещения – $t_{вн}$,°С, снаружи – $t_{нар}$, °С. Коэффициенты теплоотдачи равны соответственно α_1, Вт/(м^2·К) и α_2, Вт/(м^2·К).

Определить также температуру стенки с внутренней стороны t_{c1}, °С.

Варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
$\delta_к$ мм	260	270	280	290	300	310	320	330	340
$\delta_ш$ мм	45	55	40	60	35	65	30	25	20
$\lambda_к$	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38
$\lambda_ш$	0,090	0,086	0,082	0,078	0,098	0,103	0,108	0,112	0,118
$t_{вн}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$t_{нар}$	-27	-29	-32	-35	-38	-40	-22	-20	-18
α_1	6	6,5	7	7,5	8,5	9	9,5	10	10,5
α_2	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Решение:

1) Находим плотность теплового потока (Примечание: при нахождении величины теплового потока q рекомендуется соблюдать точность полученных значений в расчетах не менее чем до 10^{-7} (0,0000001)):

$$q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_к}{\lambda_к} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad [Вт/м^2]$$

2) Определим температуру стенки с внутренней стороны:

$$t_{c1} = t_{ж1} - q\frac{1}{\alpha_1} \quad [°C]$$

Задача 15. Определить потерю теплоты с поверхности 1 м трубопровода горячего водоснабжения q_l, изолированного слоем совелита толщиной $\delta_{совелит}$, мм. Внутренний диаметр трубопровода составляет $d_{вн}$ мм, толщина стенки трубопровода $\delta_{ст}$, мм и коэффициент теплопроводности стенки трубопровода $\lambda_{ст}$, Вт/(м·К). Коэффициент теплопроводности совелита $\lambda_{совелит}$, Вт/(м·К). Температура воды $t_{воды}$,°С, наружная температура $t_{воздуха}$,°С. Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы α_1 Вт/(м^2·К) и от изолированной трубы к воздуху α_2, Вт/(м^2·К).

Варианты	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
$d_{вн}$ мм	32	40	50	60	80	90	100	110	120
$\delta_{ст}$ мм	2	2,5	2,5	3	3,5	3,5	4	4	4,5
$\lambda_{ст}$	51	52	53	54	55	56	57	58	59
$t_{воздуха}$	12	8	5	0	-5	-10	-13	-16	-20
$t_{воды}$	65	68	72	76	80	83	88	92	96
α_1	5100	5150	5200	5250	5300	5350	5400	5450	5500
α_2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\delta_{совелит}$ мм	18	20	22	24	26	28	30	32	35
$\lambda_{совелит}$	0,096	0,095	0,093	0,092	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083

Решение:

1) Определим диаметры $d_1 = d_{вн}$; $d_2 = d_1 + 2\cdot\delta_{ст}$; $d_3 = d_2 + 2\cdot\delta_{совелит}$

Примечание: при вычислениях диаметры d_1, d_2, d_3 должны быть переведены из [мм] в метры [м].

2) Потери теплоты с поверхности 1 м трубопровода q_l составят (Примечание: при нахождении величины q_l рекомендуется соблюдать точность полученных значений в расчетах не менее чем до 10^{-7} (0,0000001)):

$$q_l = \frac{\pi(t_{ж1} - t_{ж2})}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1}\ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_{совелит}}\ln\frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_3}} \quad [Вт/м]$$

Задача 16. Уровень мазута в вертикальном цилиндрическом баке диаметром $d=2$ м за некоторое время понизился на $\Delta h=0,5$ м. Определить количество израсходованного мазута m, кг, если плотность его при температуре окружающей среды равна ρ=990 кг/м^3.

Решение: $m = V \cdot \rho$, кг

где V – объем бака, м^3

$V = \Delta h \cdot \pi d^2/4$

Задача 17. Определить удельный объем υ и удельный вес γ нефтепродукта, если известна его плотность $\rho=910$ кг/м^3, ускорение свободного падения g=9,81 м/с^2.

Решение:

удельный объем определяется по формуле $\upsilon = 1/\rho$

удельный вес определяется по формуле $\gamma = \rho \cdot g$

Задача 18. Стальной барабан подвергается гидравлическому испытанию под избыточным давлением $p_{изб}$=1,5 МПа. Определить какое количество ΔV воды дополнительно к первоначальному объему при атмосферном давлении необходимо подать насосом в барабан, если его геометрическая емкость равна V_0=10 м^3. Деформацией барабана пренебречь, коэффициент объемного сжатия воды принять равным $\beta_p = 0,5 \cdot 10^{-9}$ [1/Па].

Решение:

$\beta_p = \Delta V/(V_0 \Delta p) \Rightarrow \Delta V = \beta_p \cdot V_0 \Delta p$

Задача 19. Определить объем расширительного сосуда $V_{р.с.}$, который необходимо установить в системе водяного отопления с объемом воды $V_0=2$ м^3, если известно, что максимальная разность температур воды в подающем и обратном трубопроводах Δt=30 °С. Запас по объему расширительного сосуда принять трехкратным. Температурный коэффициент объемного расширения воды β_t = 0,0006 [1/°С].

Решение: Объем температурного расширения воды можно найти исходя из формулы: $\beta_t = \Delta V/(V_0 \Delta t) \Rightarrow \Delta V = \beta_t \cdot V_0 \Delta t$

При этом из условия трехкратного запаса найдем объем расширительного сосуда $V_{р.с.} = 3 \cdot \Delta V \Rightarrow V_{р.с.} = 3 \cdot \beta_t \cdot V_0 \Delta t$

Задача 20. Какое давление будет испытывать подводный аппарат, если

его погрузить на глубину h=20 м в открытом море? Атмосферное давление равно $p_{атм}$ =760 мм рт. ст. (1 мм рт. ст. =133,3 Па). Плотность морской воды принять $\rho_{м.в.}$=*1030* кг/м^3.

Задача 21. Определить массовый расход горячей воды в трубопроводе с внутренним диаметром $d_{вн}$=400 мм, если известно, что средняя скорость воды υ=*2* м/с, а плотность $\rho_в$=*950*, кг/м^3.

Решение: Так как через любое сечение трубопровода за 1 с протекает воды $V = f \cdot \upsilon = \upsilon \cdot \pi d^2/4$, то массовый расход воды можно вычислить как $m = V \cdot \rho_в$

Задача 22. Определить режим движения воды при состоянии насыщения по трубопроводу, имеющему внутренний диаметр d=300 мм, при объемном расходе V_t=90 м^3/ч. Для воды принять $\mu = 185 \cdot 10^{-6}$ Н·с/м^2

Решение: Для того чтобы определить режим движения воды по трубопроводу, необходимо вычислить критерий Рейнольдса

$$Re = \frac{\upsilon d}{\nu}$$

Скорость движения воды равна: $\upsilon = \frac{V_t}{F} = \frac{V_t}{\pi d^2/4}$

$\nu = \mu / \rho$

Если Re > 2300, то режим движения воды турбулентный.

Задача 23. Определить скорость истечения и расход воды из бака через круглое отверстие d=*10* мм, если превышение уровня воды над центром отверстия H=*5* м. Коэффициент расхода μ=*0,62*

$$\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$$

где φ – коэффициент скорости, для реальной жидкости принять *0,98*.

$F = \pi d^2/4$

Расход воды из бака с учетом коэффициентом расхода

$$V = \mu F\sqrt{2gH}$$

Задача 24. По трубопроводу подается V=*0,4* м^3/с воды. Определить диаметр трубопровода, если скорость воды равна υ=1,5 м/с.

$V = f \cdot \upsilon = \upsilon \cdot \pi d^2/4 \Rightarrow d^2 = 4V/\upsilon\pi$

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi\upsilon}}$$

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Якутская государственная сельскохозяйственная академия»
Инженерный факультет

КОМПЛЕКТ МАТЕРИАЛОВ
для проведения лабораторных и практических занятий

ОП.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики

13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Якутск, 2017

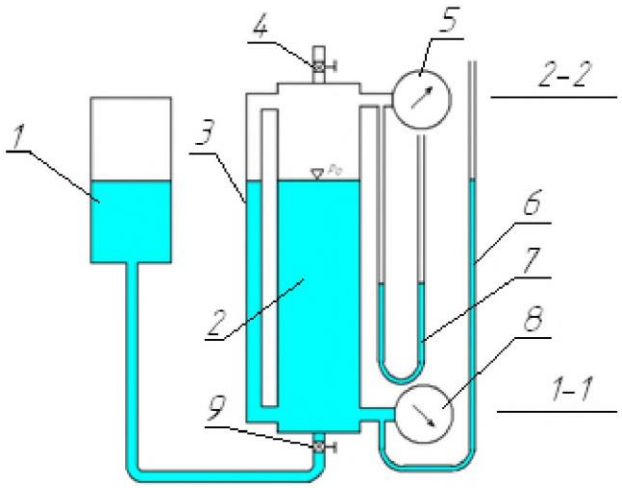
Лабораторная работа №1

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ ГИДРОСТАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Цель работы:

1. Ознакомиться с работой приборов для измерения давления и с правилами их установки.
2. Определение избыточного давления, абсолютного давления и вакуума.
3. Практическое изучение основного закона гидростатики.

Схема установки.



1- ……

2 - ……

3- ……

4- ……

5- ……

6- ……

7- ……

8-……

9- ……

Таблица записи опытных работ

Величина	обозначение	Ед.измерения	Опыт1	Опыт2	Опыт3
Показания мановакууметра	$P_{мв}$	$\frac{кг}{см^2}$;			
Показания U-образного мановаакумметра	h	м			
Показания манометра 4	$P_м$	$\frac{кг}{см^2}$			
Уровень жидкости пьезометре	h	м			

Таблица обработки опытных данных

величина	обозначение	Ед. измерения	Опыт1	Опыт2	Опыт3

Сеч. 2-2	Избыточное давление или вакуум по показаниям мановакууметра	$1\frac{кг}{см^2} = 98100$Па	*Па*			
	Избыточное давление или вакуум по U-образному мановаакумметру	$P = h \times \rho \times g$	*Па*			
	Абсолютное давление		*Па*			
Сеч. 1-1	Избыточное давление по показаниям манометра	$1\frac{кг}{см^2} = 98100$Па	*Па*			
	Избыточное давление по пъезометру	$P = h \times \rho \times g$	*Па*			
	Абсолютное давление		*Па*			

Лабораторная работа №2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ УРАВНЕНИЯ БЕРНУЛЛИ. ПОСТРОЕНИЕ НАПОРНОЙ И ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ЛИНИЙ

Цель работы:

1.Экспериментальное изучение уравнения Бернулли.
2.Измерение полной удельной энергии и удельной потенциальной энергии потока воды при ее движении по горизонтальному трубопроводу переменного сечения.
3.Построение напорной и пьезометрической линии для фиксированного расхода воды.
4.Определение удельной кинетической энергии потока в характерных сечениях канала по показаниям приборов и аналитически по средней скорости в тех же сечениях.

Расчетная формула

Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости

$$Z + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \upsilon_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \upsilon_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

ТАБЛИЦА ЗАПИСИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Величина	Обозн	Ед.	Опыт 1	Опыт 2

	ачение	изм.	Номер сечения					
			1	2	3	1	2	3
Высота столба жидкости в трубках Пито	H_1	см						
Высота столба жидкости в пьезометрах	H_{P1}	см						
Приращение объема в мерной емкости	$\Delta V=V_2-V_1$	$см^3$						
Время заполнения мерной емкости	t	с						
Диаметр трубы	d	см						

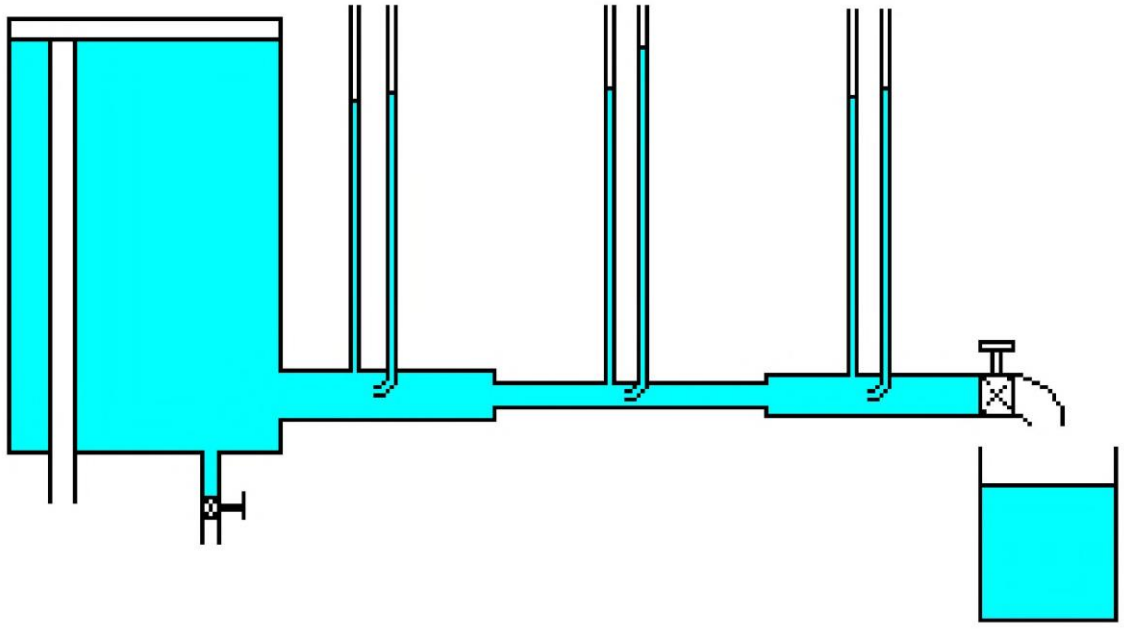
ТАБЛИЦА ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Температура воды _____ С ^{o} Кинематическая вязкость_____ $м^2/с$

Величина	Обозначени	Ед.	Опыт 1			Опыт 2		
			Номера сечений					
			1	2	3	1	2	3
Расход жидкости	$Q=\frac{\Delta V}{t}$	$см^3/с$						
Площадь поперечного сечения	$\omega_i=\frac{\pi d^2}{4}$	$см^2$						
Смоченный периметр	$\chi_i=\pi d$	см						
Гидравлический диаметр	$d_{ri}=\frac{4\cdot\omega_i}{\chi_i}$	см						
Средняя скорость	$\upsilon_i=\frac{Q}{\omega_i}$	см/с						
Число Рейнольдса	$R_e=\frac{\upsilon_i\cdot d_{ri}}{\nu}$	-						
Коэффициент Кориолиса	α_i прил.19	-						
Полная удельная энергия потока	$H_i=\frac{P_i}{\rho g}+\frac{\alpha_i\cdot\upsilon_i^2}{2g}$	см						

(показания трубки Пито)								
Удельная потенциальная энергия (показания пьезометрической трубки)	$H_{pi} = \frac{P_i}{pg}$	см						
Удельная кинетическая энергия потока	$H_{vi} = H_i \cdot H_{pi}$	см						
Удельная кинетическая энергия потока, вычисленная по средней скорости	$H_{vi} = \frac{\alpha_i \cdot \upsilon_i^2}{2g}$	см						
Расстояние от напорного бака до сечения	ℓ_i	см						
Потеря напора на участке от напорного бака до рассматриваемого сечения	$H_w = H - H_i$	см						

Схема стенда



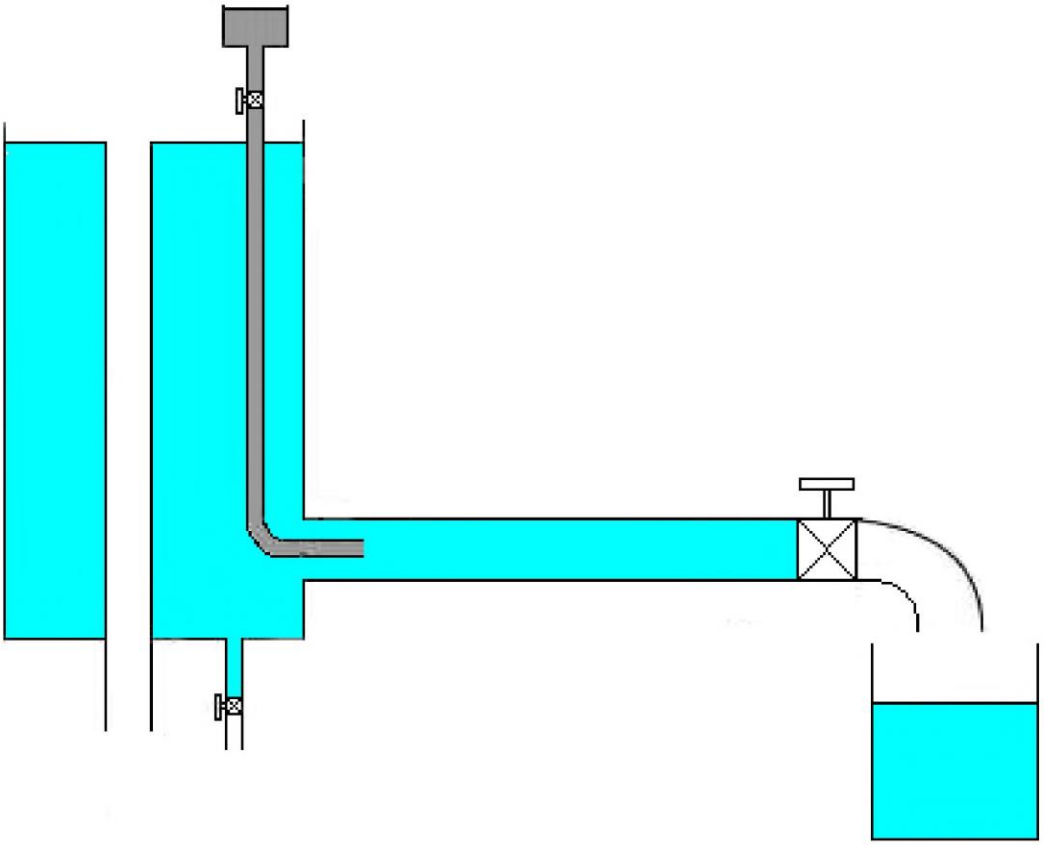
1 - напорный бак; 2 - рабочая труба; 3 - пьезометрической трубка;
4 - трубка Пито; 5 - мерная емкость; б - кран для регулировки расхода воды в рабочей трубе

Лабораторная работа №3

ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА

Цель работы:
1. Изучение характера течения воды в прозрачной трубе при ламинарном и турбулентном режимах течения. Зарисовать структуру потока при различных режимах.
2. Вычислить по опытным данным значения чисел Рейнольдса при наблюдаемых режимах. Определить численное значение критического числа Рейнольдса.

Схема установки



1. Напорный бак;
2. Стеклянная трубка;
3. Мерная емкость;
4. Кран для регулировки расхода воды в трубе;
5. Емкость с подкрашенной жидкостью;
6. Кран для регулировки расхода подкрашенной жидкости;
7. Трубка для подвода подкрашенной жидкости в основной поток;
8. Переливная труба;

Таблица записи опытных данных

Величина	Обозначение	Единица измерения	Номер опыта		
			1	2	3
Наблюдаемый характер движения жидкости	—	—			
Приращение объема воды в мерной емкости	ΔV	$м^3$			
Время заполнения мерной емкости	t	с			

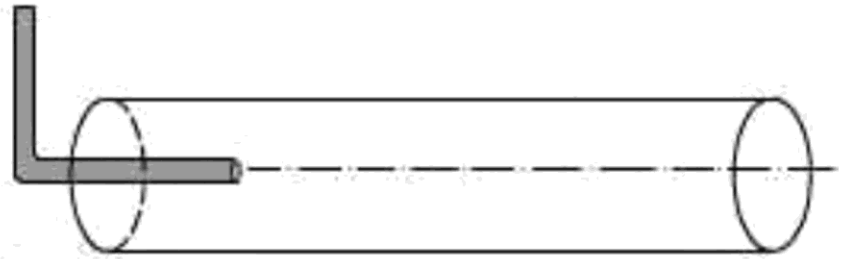
Температура воды в напорном баке	T	^{O}C			

Внутренний диаметр стеклянной трубки d = _____ м.

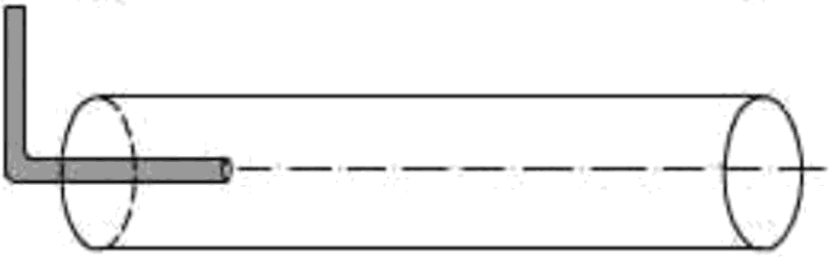
Площадь живого сечения потока $\omega = \pi d^2 / 4$ = _____ м^2.

Температура воды _____ С ^{o}

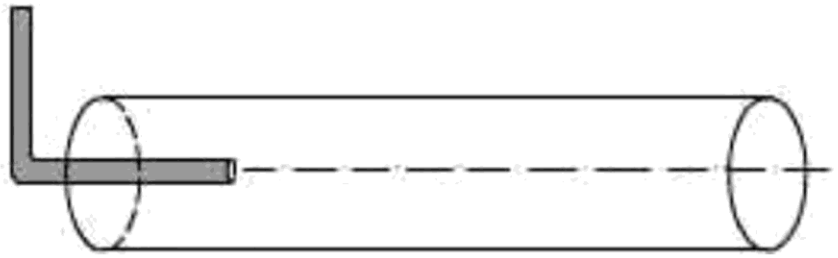
Структура потока при различных режимах течения (зарисовать)



Ламинарный режим



Переходной режим



Турбулентный режим

Расчетная формула

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon d}{\nu},$$

где υ - средняя скорость воды в стеклянной трубке, м/с;
d - внутренний диаметр стеклянной трубки, м;
ν - кинематический коэффициент вязкости воды, м^2/с.

ТАБЛИЦА ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Величина	Обозначение	Единица измерения	Номер опыта		
			1	2	3
Расход жидкости	$Q = \frac{\Delta V}{t}$	$м^3/с$			
Средняя скорость	$\upsilon = \frac{Q}{\omega}$	м/с			
Кинематическая вязкость	ν	$м^2/с$			
Число Рейнольдса	$\Re e = \frac{\upsilon d}{\nu}$	—			

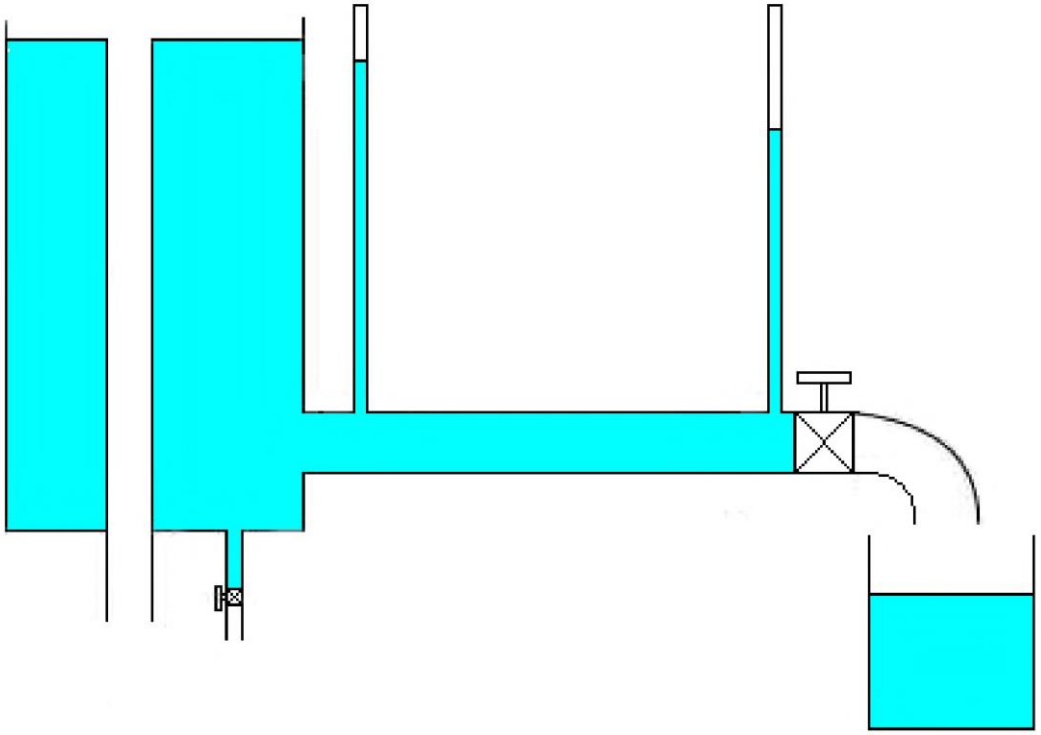
Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ

Цель работы:

1. Определить экспериментальным путем потери напора по длине потока (потери на трение). Вычислить опытное значение коэффициента гидравлического трения λ_{on}, используя формулу Дарси.
2. Определить зону гидравлического сопротивления для каждого опыта и определить расчетную формулу для вычисления теоретического значения коэффициента гидравлического трения λ_T Вычислить значение λ_T.
3. На одном графике построить зависимости λ_{on} и λ_T от числа Рейнольдса и сравнить их.

Схема установки



1 - напорный бак; 2 - рабочий участок труб; 3 - пьезометрическая трубка;
4 - мерная емкость; 5 - кран регулировки расхода воды;

Характеристика рабочего участка

1.Длина рабочего участка…… _ L = м

2.Внутренний диаметр d = м (для круглых труб)

3.Площадь живого сечения …… ω = _____ м^2

4. Смоченный периметр…… $\chi = \pi d$ = _____ м

5. Гидравлический диаметр …….. $d_r = 4\omega / \chi$ = _____ м

6. Эквивалентная шероховатость канала ……. Δ = _____м

(Табл. 3.1. стр. 56)

7. Относительная шероховатость канала $\bar{\Delta} = \Delta / d_r$ = _____

8. Параметр 10/ $\bar{\Delta}$ = _____; параметр 500/ $\bar{\Delta}$ = _____

Расчетные формулы

Опытное значение коэффициента гидравлического трения

$$\lambda_{on} = \frac{h_{TP}}{L/d \cdot \upsilon^2 / 2g}$$

Теоретическое значение коэффициента гидравлического трения

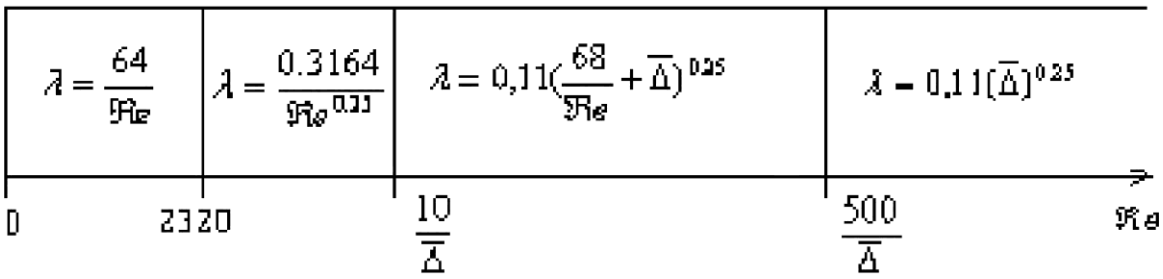


ТАБЛИЦА ЗАПИСИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Величина	Обозначе	Ед.	Номер опыта					
			1	2	3	4	5	6
Приращение объема воды в	ΔV	м^3						
Время заполнения	t	с						
Показания пьезометра в	$h_1 = \frac{p_1}{\rho \cdot g}$	м						
Показания пьезометра в конце рабочего	$h_2 = \frac{p_2}{\rho \cdot g}$	м						

Температура воды в напорном баке Т= _____ ^{O}С.

Кинематический коэффициент вязкости ν = _____ м^2/с

ТАБЛИЦА ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Величина	Обозначение	Ед.	Номер опыта

			1	2	3	4	5	
Объем расхода воды	$Q = \frac{\Delta V}{t}$	м^3/с						
Средняя скорость воды	$\upsilon = \frac{Q}{\omega}$	м/с						
Потери напора на трение (разность	$h_{TP} = h_1 - h_2$	м						
Число Рейнольдса	$\Re e_i = \frac{\upsilon_i \cdot d_i}{\nu}$	—						
Зона гидравлического сопротивления	—	—						
Теоретическое значение коэфф. гидравлического трения	λ_T	—						
Опытное значение коэфф. гидравлического трения	$\lambda_{ОП}$	—						

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

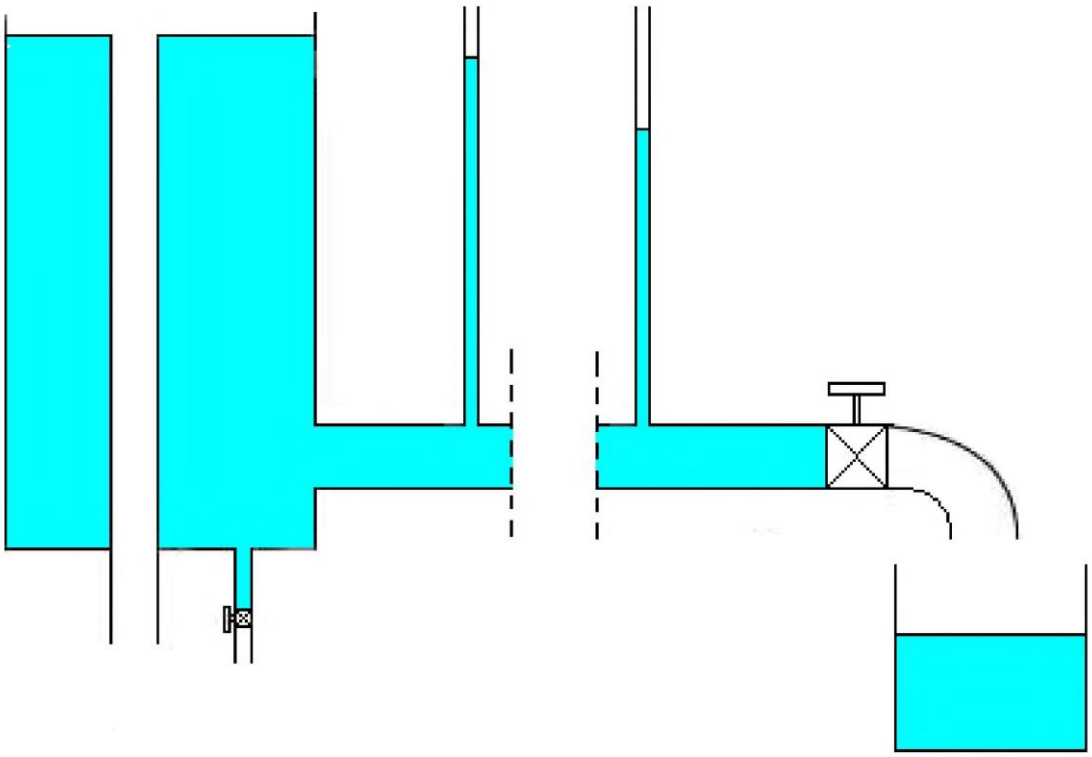
Цель работы:

1.Определить опытным путем местные потери напора и коэффициент местного сопротивления ξ_M для местного сопротивления заданного вида. Сопоставить опытные значения коэффициентов местного сопротивления ξ_M со справочным ξ_M

2. Исследовать зависимость коэффициента местного сопротивления ξ_M от числа Рейнольдса и построить график зависимости $\xi_M = f(\Re e)$

3. Определить предельное значение числа Рейнольдса $\Re e$, при котором коэффициент местного сопротивления ξ_M можно считать независимым от числа Рейнольдса.

СХЕМА УСТАНОВКИ С ИССЛЕДУЕМЫМ МЕСТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ



1- напорный бак; 2- участок трубы с местным сопротивлением 3- мерная емкость; 4- пьезометрические трубки; 5- кран регулировки расхода воды;

Изобразить на схеме участок трубы с исследуемым местным сопротивлением.

Характеристика рабочего участка №1

1. Вид местного сопротивления_____

2. Внутренний диаметр трубы:

-перед местным сопротивлением ……d_1 = _____ м.

-после местного сопротивления ……d_2 = _____ м.

3. Площадь живого сечения:

-перед местным сопротивлением .. ω_1 = _____ $м^2$

-после местного сопротивления..... ω_2 = _____ $м^2$

-гидравлический диаметр …… $\frac{4\omega}{x}$ …… d_r =

Характеристика рабочего участка №2

1. Вид местного сопротивления_____

2. Внутренний диаметр трубы:

- перед местным сопротивлением ……d_1 = _____ м.
- после местного сопротивления ……d_2 = _____ м.

3. Площадь живого сечения:

- перед местным сопротивлением .. ω_1 = _____ м^2
- после местного сопротивления..... ω_2 = _____ м^2
- гидравлический диаметр ……$\frac{4\omega}{x}$…… d_r =

Характеристика рабочего участка №3

1. Вид местного сопротивления_____

2. Внутренний диаметр трубы:

- перед местным сопротивлением ……d_1 = _____ м.
- после местного сопротивления ……d_2 = _____ м.

3. Площадь живого сечения:

- перед местным сопротивлением .. ω_1 = _____ м^2
- после местного сопротивления..... ω_2 = _____ м^2
- гидравлический диаметр ……$\frac{4\omega}{x}$…… d_r =

Расчетные формулы

Потеря напора вследствие местного сопротивления

$$h_ж = (Z_1 \cdot Z_2) + \frac{(P_1 \cdot P_2)}{\rho \cdot g} + \frac{(\alpha_1 \upsilon_1^2 \cdot \alpha_2 \cdot \upsilon_2^2)}{2 \cdot g}$$

где υ_1, υ_2 - значения средних скоростей течения в сечениях перед местным сопротивлением и после него;

α_1, α_2 -коэффициенты неравномерности распределения скорости в сечениях перед и после местного сопротивления, равные при:

$\Re e \lhd 2320$ $\alpha = 2$;

$\Re e \rhd 2320$ $\alpha = 1$;

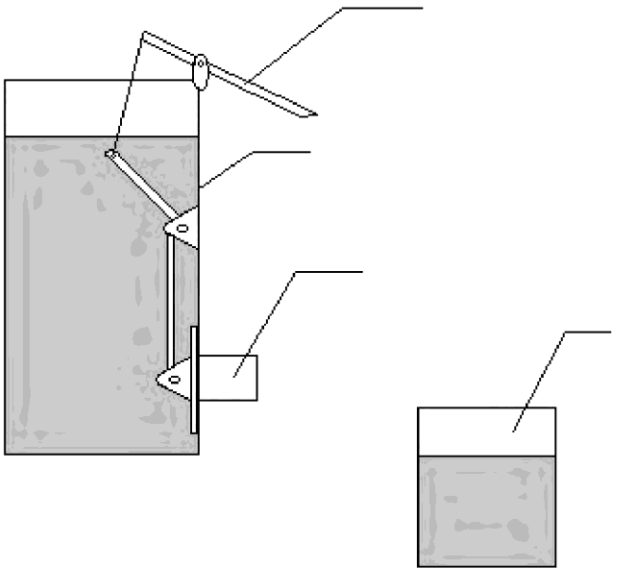
$$\xi = \frac{2 \cdot g \cdot h}{\upsilon^2}$$

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА ПРИ ИСТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЕ ТОНКОЙ СТЕНКЕ И НАСАДКИ

Цель работы: Определить опытным путем и сравнить с табличными значениями коэффициент расхода жидкости и определить отклонения.

Схема установки



1 - Рычаг запорного

2 - Напорный бак

3 - Насадка

4 - Мерный бак

Расчетные формулы

Теоретический расход: $Q_m = \omega\sqrt{2gH}$

Фактический расход: $Q = \frac{\Delta V}{T}$

Значение коэффициента расхода для насадок: $\mu = \frac{Q}{Q_m}$ или $\mu = \frac{Q}{\omega\sqrt{2gH}}$

Насадок	Расход		Коэффициент расхода	
	Теоретич.	Фактичес.	расчетный	фактический

Выполнил:

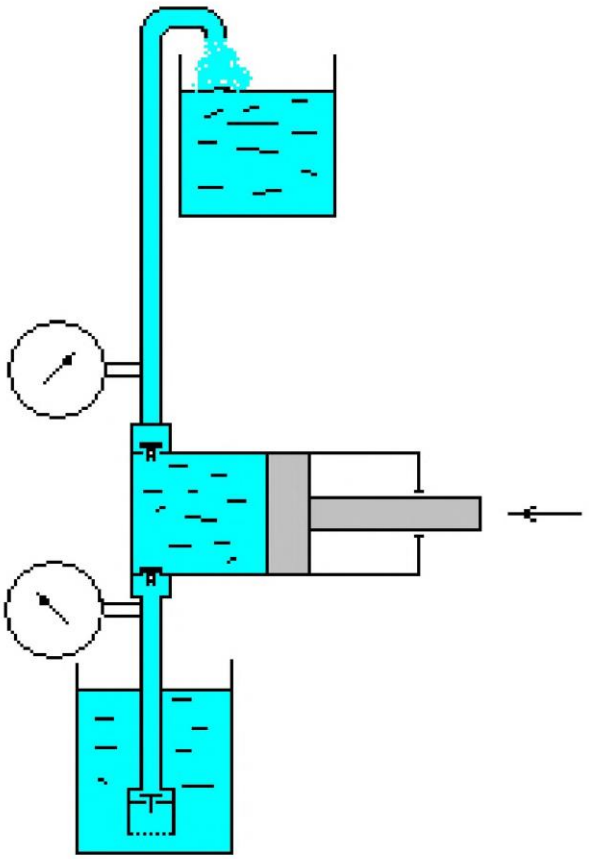
Лабораторная работа № 7

СНЯТИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРШНЕВОГО НАСОСА

Цель работы: Определить опытным путем характеристики поршневого насоса

Задание:

1. Расшифровать элементы насоса на схеме.



2. Произвести испытание насоса. За определенное количество рабочих ходов определить – напор и подачу с определить КПД насоса.

Схема установки

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
11 _____
12 _____
13 _____
14 _____
15 _____

Принцип работы

_____

_____

_____

Таблица опытных данных

№ опыт	Рабочий объем насоса, $см^3$	Количество рабочих ходов	Давление, $кгс/см^2$		Напор, м	Подача, $см^3$
			Всасывающей	Нагнетательной		
1						
2						
3						
ср						

Приближенный перевод давления на напор (1 $кгс/см^2$ = 10 м)

Таблица обработки опытных данных

№ опыт	Подача		Погреш. подачи	Напор		Погреш. напора
	Теорет.	Эксперим.		Теорет.	Эксперим.	
1						
2						
3						
ср						

Характеристика насоса



Лабораторная работа №8

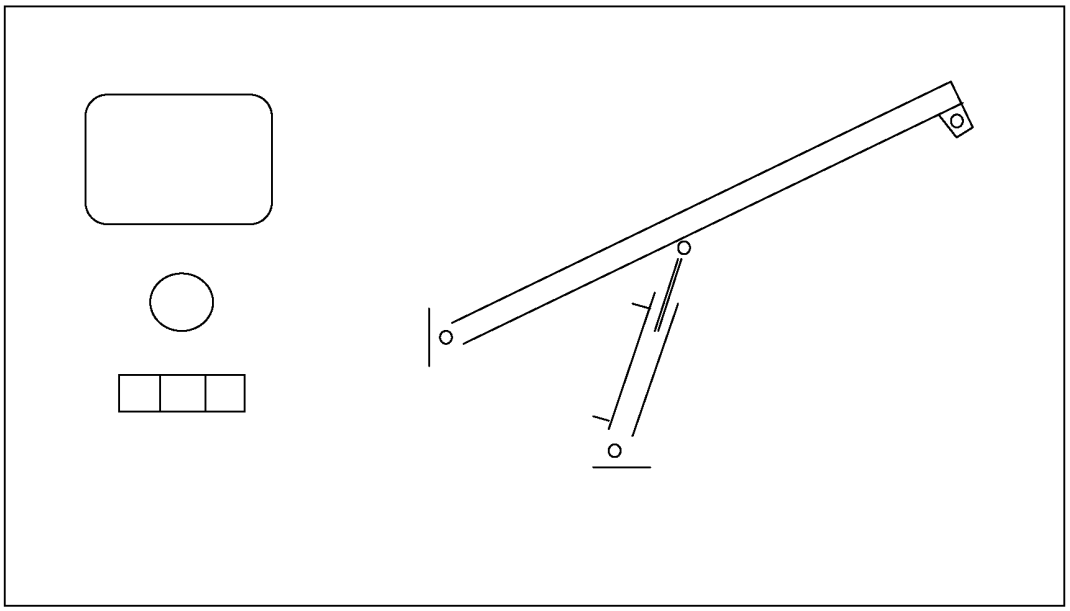
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА

Цель: Опытным путем сравнить зависимости усилия на штоке от давления и крутящего момента на валу насоса

Задание:

1. Составить схему гидропривода (дорисовать)
2. Составить принцип работы гидропривода поступательного движения
3. Произвести расчет и испытание гидропривода.

Схема объемного гидропривода поступательного движения



Принцип работы

Режим	Гидробак	Насос	Дроссель	Распределитель			РВД		ГЦ	
				Подъем	Запер-то	Опус-кание	напор	слив	Под поршневое	Над поршневое
П										
О										
З										

Условные обозначения:

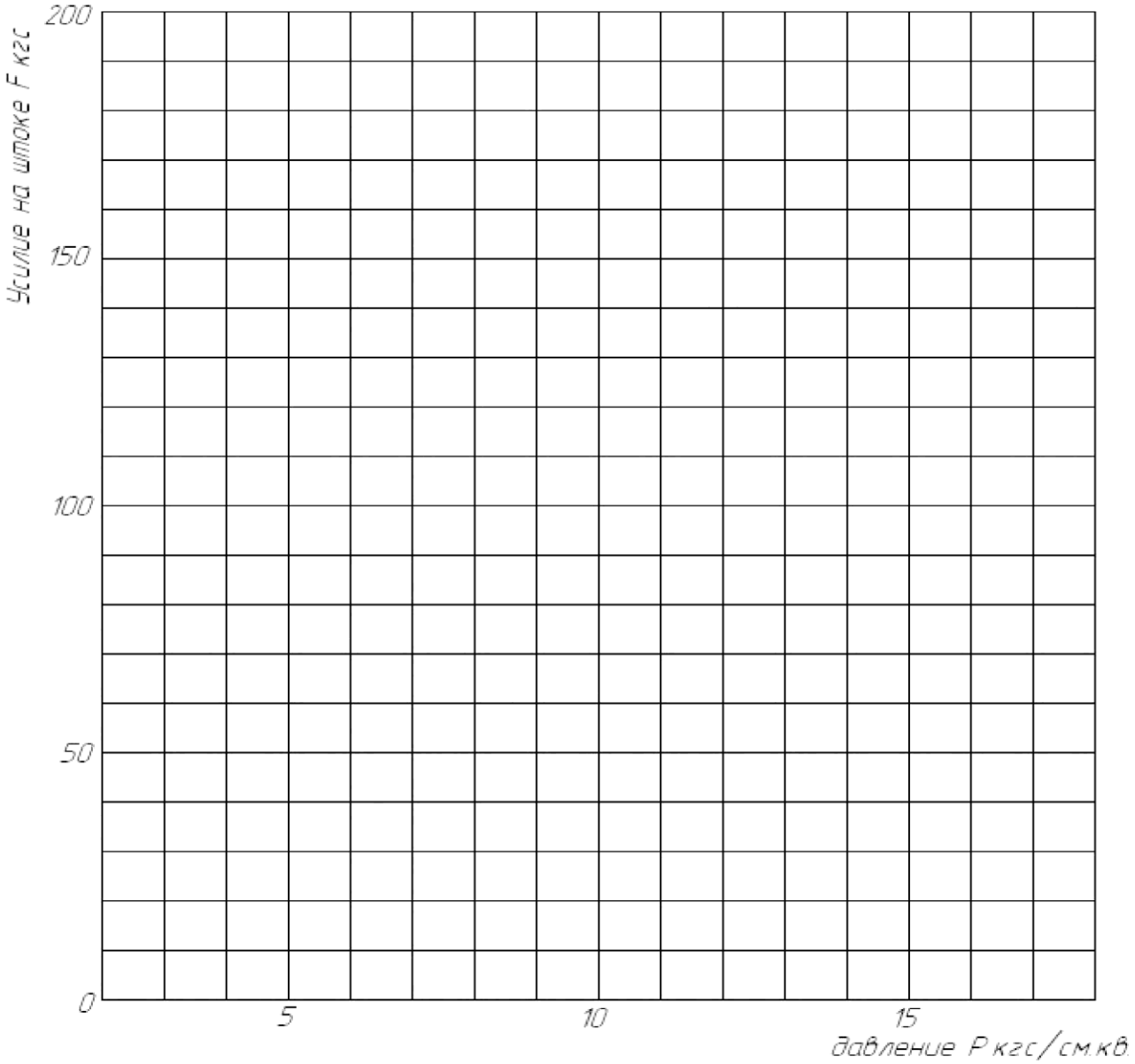
↗ - напор; ↘ -слив; П – подъем; О - опускание; З – заперто.

Диаметр гидроцилиндра:_____см; Площадь сечения цилиндра:_____$см^2$

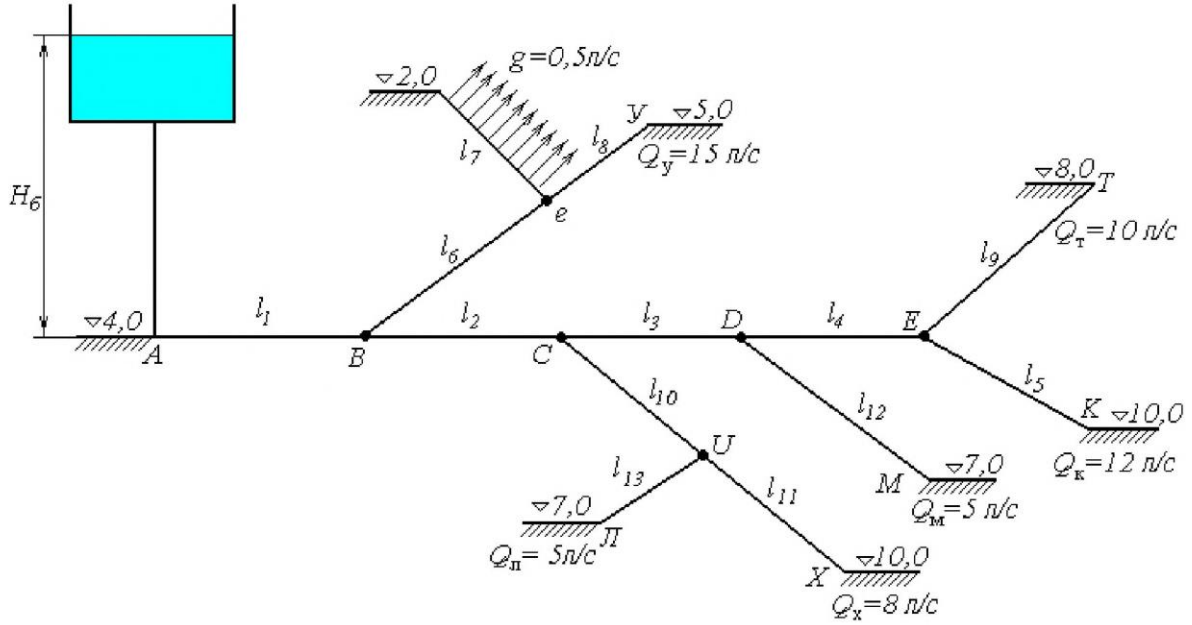
Испытание гидропривода

№ опыта	Кол-во оборото в вала насоса (об)	Объем перекаченной жидкости, ($см^3$)		Давление жидкости ($кгс/см^3$)	Длина штока выдвину-той части, (см)	Масса груза, (кг)	Усилие на штоке ГЦ (кгс)		Прилож енный $М_{кр}$ на валу насоса (кг×м)
		Теорет ически	Эксперимент				расч	дейст в	
1									
2									
3									

График зависимости усилия на штоке от давления и крутящего момента на валу насоса



Практическая работа №6
РАСЧЕТ РАЗВЕТЛЕННОГО ТРУБОПРОВОДА



Дано: длина участков, м

l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}
200	150	600	400	150	350	200	300	300	150	300	400	300

Свободный напор $h_{св}$ в конце каждой линии принят равным 15 м. На схеме около треугольников указаны геодезические отметки точек.

Требуется:

рассчитать диаметры труб для магистрали и разветвлений;

определить высоту водонапорного бака;

построить пьезометрическую линию для магистрали

Расчет магистрали. Принимаем за магистраль наиболее длинную и наиболее напряженную линию по пропуску расхода *ABCDEK*.

1. Определить расчетные расходы для каждого участка магистрали, л/с

Определяемые параметры	Формула и решения	ответ
$Q_{K\text{-}E}$		
$Q_{K\text{-}E}$		
$Q_{K\text{-}E}$		
$Q_{K\text{-}E}$		
$Q_{K\text{-}E}$		

2. Величины диаметров труб для магистрали

точка	Участки магистрали	Длина l, *км*	Расход Q, *л\с*	Диаметр d, *мм*	$\frac{1000}{K^2}$	Потери напора		Отметка точек пьезометрической высоты
						по длине h_f	общие h_ω	
K								
E								
D								
C								
B								
A								

№	Определяемые параметры		Формула и решения	ответ
1	2	3	4	5
3	Потери напора по длине на участке *K-E*, *м*	$h_{K\text{-}E}$		
	Потери с учетом местных потерь, (10% от h_f)	h_ω		
4	Отметка точек пьезометрической линии	H_K		
5	Гидравлическая высота напорного бака $H_б$ в точке *A*	$H_б$		

Пьезометрическая линия по данным таблицы 2

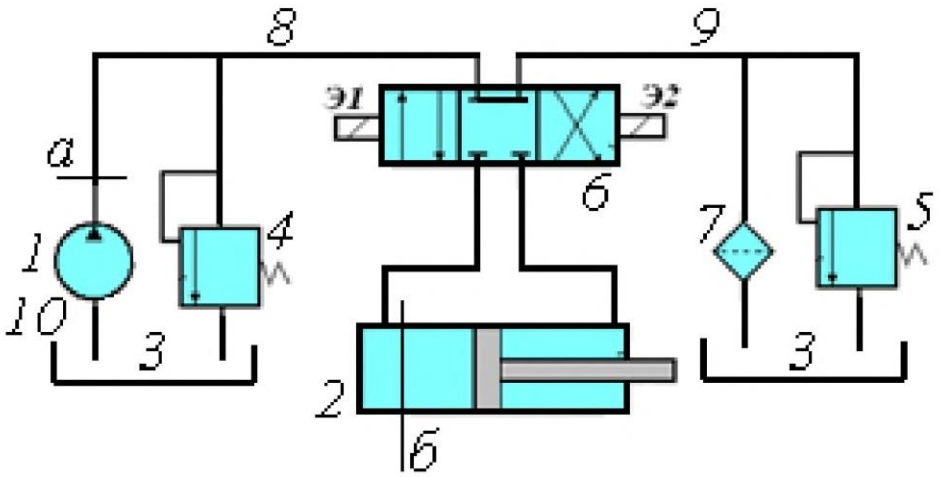
Практическая работа№11

РАСЧЕТ ГИДРОПРИВОДА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Исходные данные расчета студент находит самостоятельно по заданию по существующим гидроприводам сельскохозяйственных машин.

Варианты / показатели									
Полезное усилие поршня, $F_ц$ (кН)									
Скорость перемещения поршня, υ (см/с)									
Ход поршня, мм									
Насос									
Частота вращения насоса, n (об/мин)									
Номинальное давление η_o									
КПД насоса η									
Рабочая жидкость									
Кинематическая вязкость ν ($см^2/с$)									
Плотность ρ ($кг/м^3$)									
Длина напорной линии $l_н$									
Длина сливной линии $l_с$									
Длина линии распределитель-гидроцилиндр, $l_ш$									

Составить схему гидропривода используя условные обозначения



№ поз.	Наименование элемента	Назначение
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Практическая работа №12
МЕТОДИКА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

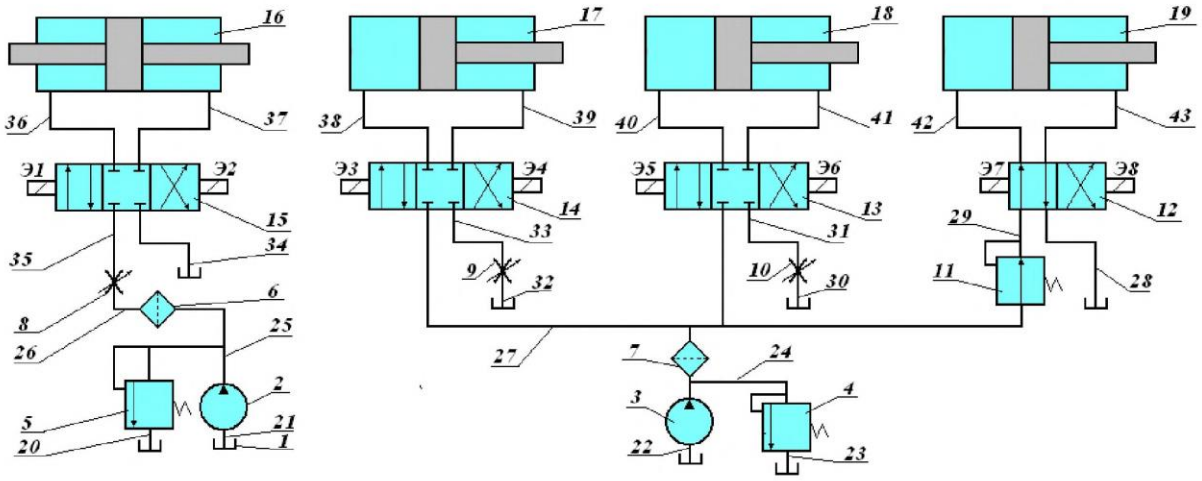


Рис.1. Упрощенная гидравлическая схема участка автоматической линии

Запись схемы потоков

Такты работы по цикло-грамме	Таблица состояния электромагнитов (+ включено, - выключено)								Схема потоков
	16		17		18		19		
	Э 1	Э 2	Э 3	Э 4	Э 5	Э 6	Э 7	Э 8	
1	+						+		
2		+					+		
3					+		+		
4						+	+		
5	+								
6		+	+						
7				+				+	

Циклограмма работы привода

№ двига-теля	Такты						
	1	2	3	4	5	6	7
16							
17							
18							
19							

Характерные неисправности гидропривода

неисправность	причины	схема
Насос не подает в систему рабочую жидкость	Направление вращение насоса	
	Уровень рабочей жидкости в баке недостаточен	
	Засорение фильтра или всасывающей трубы	
	Герметичность всасывающей трубы	
	Большая вязкость жидкости	
Недостаточная величина давления в напорной гидролинии	Нарушена настройка предохранительного клапана	
	Износ насоса	
	Утечки в трубопроводе	
	Неисправность клапана давления	
	Утечки в гидродвигателе	
Не включился в нужную позицию управляющий движением двигателя гидрораспределитель	Разрыв электроцепи включения магнита управления положением плунжера распределителя	

	Заклинивание сердечника электромагнита или самого плунжера	
	Одновременное включение обоих магнитов	
Жесткое препятствие на пути движения гидродвигателя	Посторонний предмет на пути движения гидродвигателя	

Раздел 1. Основы технической термодинамики

Тема 1.1. Основные положения технической термодинамики. Газовые законы. Газовые смеси

№	*1 вариант*	*2 вариант*	*3 вариант*
1	Перевести 10 МПа в *бары*	*Формулировка и формула* закона Гей-Люссака	В каком *оборудовании* энергоблока от рабочего тела отводится тепло ?
2	В каком *оборудовании* энергоблока к рабочему телу подводится тепло ?	Перевести 5 кгс/см^2 в *м вод. ст.*	*Определение* равновесной термодинамической системы
3	Перевести 10 ° С в *К*	*Единицы измерения* универсальной газовой постоянной	Перевести 90 бар в *МПа*
4	*Формулировка и формула* закона Бойля-Мариотта	Перевести 15 ° F в *° С*	*Формулировка и формула* закона Шарля
5	*Определение* термодинамики	*Определение* физической системы	Перевести 520 К в *° С*

Тема 1.2 Теплоемкость

Тема 1.3 Законы термодинамики Термодинамические процессы. Энтальпия. Энтропия

№	*1 вариант*	*2 вариант*	*3 вариант*	*4 вариант*
1	Определение *изохоры*	Определение *изобары*	Определение *изотермы*	Определение *адиабаты*
2	Изобразить PV диаграмму *адиабатного* процесса	Изобразить PV диаграмму *изотермического* процесса	Изобразить PV диаграмму *изобарного* процесса	Изобразить PV диаграмму *изохорного* процесса
3	Написать пропорцию соотношения параметров по закону *Бойля-Мариотта*	Написать пропорцию соотношения параметров по закону *Гей-Люссака*	Написать пропорцию соотношения параметров по закону *Шарля*	Написать пропорцию соотношения параметров по закону *Авогадро*
4	1 кгс/см^2 = ? *м вод. ст.*	1 МПа = ? *бар*	1 атм = ? *мм рт. ст.*	1 бар = ? *Па*
5	Единицы измерения *количества теплоты*	Единицы измерения *удельного объема*	Единицы измерения *внутренней энергии*	Единицы измерения *плотности*

Тема 1.5 Реальные газы. Водяной пар и. его свойства
Тема 1.6 Термодинамические процессы водяного пара

вопрос	*1 вариант*	*2 вариант*	*3 вариант*	*4 вариант*
1	*Дать определение:* ***испарение -….***	Численное значение ***степени сухости*** *сухого насыщенного пара*	*Дать определение:* ***кипение - ….***	Численное значение ***степени сухости*** *воды*
2	Численное значение ***давления в критической точке***	*Дать определение:* ***сублимация - ….***	Численное значение ***температуры в критической точке***	*Дать определение:* ***десублимация - ….***
3	*Изобразить* **PV диаграмму** парообразования при *постоянном давлении*	Определить ***степень перегрева*** пара с температурой 125˚С	*Изобразить* **TS диаграмму** парообразования при *постоянном давлении*	Определить ***степень перегрева*** пара с температурой 120˚С
4	Какому состоянию *воды или пара* соответствует **нижняя пограничная кривая**	*Изобразить* **PV диаграм- му** парообразования при *различных давлениях*	Какому состоянию *воды или пара* соответствует **верхняя пограничная кривая**	*Изобразить* **Pt диаграм- му** *фазовых превращений*
5	*Определить по* ***таблицам*** *удельный объём* **сухого насыщенного пара** при температуре 290˚С	*Определить по* ***таблицам*** *температуру* **кипящей жидкости** при давлении 70 бар	*Определить по* ***таблицам*** *энтальпию* **кипящей жидкости** при температуре 310˚С	*Определить по* ***таблицам*** *энтропию* **сухого насыщенного пара** при давлении 25 бар

Раздел 3. Гидравлика и насосы

Тема 3.1. Физические свойства жидкостей

Задания в тестовой форме

Вариант 1

1. Что такое жидкость?

а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;
б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
в) физическое вещество, способное изменять свой объем;
г) физическое вещество, способное течь.

2. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

а) жидкий азот;
б) ртуть;
в) водород;
г) кислород;

3. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

а) силы инерции и поверхностного натяжения;
б) внутренние и поверхностные;
в) массовые и поверхностные;
г) силы тяжести и давления.

4. Какие силы называются поверхностными?

а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
г) вызванные воздействием атмосферного давления на поверхности тела.

5. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

а) ν;
б) μ;
в) η;
г) τ.

Вариант 2

1. Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

а) гидростатика и гидромеханика;
б) гидромеханика и гидродинамика;
в) гидростатика и гидродинамика;
г) гидрология и гидромеханика.

2. Что такое жидкость?

а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;
б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
в) физическое вещество, способное изменять свой объем;
г) физическое вещество, способное течь.

3. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

а) жидкий азот;
б) ртуть;
в) водород;
г) кислород;

4. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

а) силы инерции и поверхностного натяжения;
б) внутренние и поверхностные;
в) массовые и поверхностные;
г) силы тяжести и давления.

5. Какие силы называются поверхностными?

а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
г) вызванные воздействием атмосферного давления на поверхности тела.

Вариант 3

1. Какая из этих жидкостей не является капельной?

а) ртуть;
б) керосин;
в) нефть;
г) азот.

2. Идеальной жидкостью называется

а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
б) жидкость, подходящая для применения;
в) жидкость, способная сжиматься;
г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

3. Какие силы называются массовыми?
а) сила тяжести и сила инерции;
б) сила молекулярная и сила тяжести;
в) сила инерции и сила гравитационная;
г) сила давления и сила поверхностная.
4. Массу жидкости заключенную в единице объема называют
а) весом;
б) удельным весом;
в) удельной плотностью;
г) плотностью.
5. Сжимаемость это свойство жидкости
а) изменять свою форму под действием давления;
б) изменять свой объем под действием давления;
в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
г) изменять свой объем без воздействия давления.

Вариант 4

1. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой
а) ν;
б) μ;
в) η;
г) τ.

Вариант 5

2. Вязкость жидкости при увеличении температуры
а) увеличивается;
б) уменьшается;
в) остается неизменной;
г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.
3. Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости называется
а) гидростатика;
б) гидродинамика;
в) гидромеханика;
г) гидравлическая теория равновесия.
4. Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент гидравлического трения?
а) γ;
б) ζ;
в) λ;
г) μ.
5. Какая из этих жидкостей не является капельной?
а) ртуть;
б) керосин;
в) нефть;
г) азот.

Вариант 6

1. Идеальной жидкостью называется
а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
б) жидкость, подходящая для применения;
в) жидкость, способная сжиматься;
г) жидкость, существующая только в определенных условиях.
2. Какие силы называются массовыми?

а) сила тяжести и сила инерции;
б) сила молекулярная и сила тяжести;
в) сила инерции и сила гравитационная;
г) сила давления и сила поверхностная.

3. Идеальной жидкостью называется

а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
б) жидкость, подходящая для применения;
в) жидкость, способная сжиматься;
г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

4. Какие силы называются поверхностными?

а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
г) вызванные воздействием атмосферного давления на поверхность жидкости.

5. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

а) давление вакуума;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) абсолютным.

Вариант 7

1. Массу жидкости заключенную в единице объема называют

а) весом;
б) удельным весом;
в) удельной плотностью;
г) плотностью.

2. Сжимаемость жидкости характеризуется

а) коэффициентом Генри;
б) коэффициентом температурного расширения;
в) коэффициентом поджатия;
г) коэффициентом объемного сжатия.

3. Вязкость жидкости при увеличении температуры

а) увеличивается;
б) уменьшается;
в) остается неизменной;
г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

4. Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент гидравлического трения?

а) γ;
б) ζ;
в) λ;
г) μ.

5. Какая из этих жидкостей не является капельной?

а) ртуть;
б) керосин;
в) нефть;
г) азот.

Вариант 8

1. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

а) силы инерции и поверхностного натяжения;
б) внутренние и поверхностные;
в) массовые и поверхностные;
г) силы тяжести и давления.

2. Вес жидкости в единице объема называют
а) плотностью;
б) удельным весом;
в) удельной плотностью;
г) весом.
3. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой
а) ν;
б) μ;
в) η;
г) τ.
4. Как называются разделы, на которые делится гидравлика?
а) гидростатика и гидромеханика;
б) гидромеханика и гидродинамика;
в) гидростатика и гидродинамика;
г) гидрология и гидромеханика.
5. Какие силы называются поверхностными?
а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
г) вызванные воздействием атмосферного давления на поверхность жидкости

Тема 3.2. Гидростатика. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Виды давлений

Задания в тестовой форме

Вариант 1

1. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?
а) в паскалях;
б) в джоулях;
в) в барах;
г) в стоксах.
2. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:
а) абсолютным;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) давление вакуума.
3. Какое давление обычно показывает манометр?
а) абсолютное;
б) избыточное;
в) атмосферное;
г) давление вакуума
5. Давление определяется
а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость;
г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия.

Вариант 2

1. 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.
2. Закон Паскаля гласит
а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.
3. Какие силы называются поверхностными?
а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
г) вызванные воздействием атмосферного давления на поверхности тела.
4. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?
а) в паскалях;
б) в джоулях;
в) в барах;
г) в стоксах.
5. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:
а) абсолютным;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) давление вакуума.

Вариант 3

1. Жидкость находится под давлением. Что это означает?
а) жидкость находится в состоянии покоя;
б) жидкость течет;
в) на жидкость действует сила;
г) жидкость изменяет форму.
2. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:
а) давление вакуума;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) абсолютным.
3. Если давление ниже относительного нуля, то его называют:
а) абсолютным;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) давление вакуума.
4. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?
а) 100 МПа;
б) 100 кПа;
в) 10 ГПа;
г) 1000 Па.
5. Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

а) $P = P_{атм} + \rho g h$; б) $P = P_0 - \rho g h$;

в) $P = P_0 + \rho g h$; г) $P = P_0 + \rho \gamma h$.

Вариант 4

1. Равнодействующая гидростатического давления на цилиндрическую боковую поверхность равна

а) $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2 + F_y^2}$; б) $F = \sqrt{F_x^2 - F_z^2 - F_y^2}$;

в) $F = \sqrt[3]{F_x^3 + F_z^3 + F_y^3}$; г) $F = \sqrt[3]{\left(F_x + F_z + F_y\right)^2}$.

2. Жидкость находится под давлением. Что это означает?

а) жидкость находится в состоянии покоя;
б) жидкость течет;
в) на жидкость действует сила;
г) жидкость изменяет форму.

3. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

а) давление вакуума;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) абсолютным.

3. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

а) давление вакуума;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) абсолютным.

4. Какое давление обычно показывает манометр?

а) абсолютное;
б) избыточное;
в) атмосферное;
г) давление вакуума.

5. 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.

Вариант 5

1. Равнодействующая гидростатического давления на цилиндрическую боковую поверхность равна

а) $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2 + F_y^2}$; б) $F = \sqrt{F_x^2 - F_z^2 - F_y^2}$;

в) $F = \sqrt[3]{F_x^3 + F_z^3 + F_y^3}$; г) $F = \sqrt[3]{\left(F_x + F_z + F_y\right)^2}$.

2. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

а) в паскалях;
б) в джоулях;
в) в барах;
г) в стоксах.

3. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:

а) абсолютным;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) давление вакуума.

4. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

а) 100 МПа;
б) 100 кПа;
в) 10 ГПа;
г) 1000 Па.

5. Закон Паскаля гласит

а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.

Вариант 6

1. Равнодействующая гидростатического давления на цилиндрическую боковую поверхность равна

а) $F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2 + F_y^2}$; б) $F = \sqrt{F_x^2 - F_z^2 - F_y^2}$;

в) $F = \sqrt[3]{F_x^3 + F_z^3 + F_y^3}$; г) $F = \sqrt[3]{\left(F_x + F_z + F_y\right)^2}$.

2. Жидкость находится под давлением. Что это означает?

а) жидкость находится в состоянии покоя;
б) жидкость течет;
в) на жидкость действует сила;
г) жидкость изменяет форму.

3. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

а) в паскалях;
б) в джоулях;
в) в барах;
г) в стоксах.

4. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

а) давление вакуума;
б) атмосферным;
в) избыточным;
г) абсолютным.

5. Какое давление обычно показывает манометр?

а) абсолютное;
б) избыточное;
в) атмосферное;
г) давление вакуума.

Тема 3.3. Гидродинамика

Задания в тестовой форме

Вариант 1

1. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

а); $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{\upsilon_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{\upsilon_2^2}{\rho g}$

б) $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + \sum h$;

в) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g}$;

г) $z_1 + \frac{\upsilon_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{\upsilon_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$.

2. Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z, называется
а) геометрической высотой;
б) пьезометрической высотой;
в) скоростной высотой;
г) потерянной высотой.

3. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\alpha \frac{\upsilon^2}{2g}$, называется
а) пьезометрической высотой;
б) скоростной высотой;
в) геометрической высотой;
г) такого члена не существует.

4. Турбулентный режим движения жидкости это
а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (движутся послойно);
б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;
в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;
г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.

5. Критическое значение числа Рейнольдса равно
а) 2300;
б) 3200;
в) 4000;
г) 4600.

Вариант 2

1. При Re < 2300 режим движения жидкости
а) кавитационный;
б) турбулентный;
в) переходный;
г) ламинарный.

2. Расход потока обозначается латинской буквой
а) *Q*;
б) *V*;
в) *P*;
г) *H*.

3. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

а); $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{\upsilon_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{\upsilon_2^2}{\rho g}$

б) $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + \sum h$;

в) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g}$;

г) $z_1 + \frac{\upsilon_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{\upsilon_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$.

4. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\frac{P}{\rho g}$ называется

а) скоростной высотой;
б) геометрической высотой;
в) пьезометрической высотой;
г) потерянной высотой.

5. Ламинарный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;
б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;
в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;
г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

Вариант 3

1. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;
б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;
в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

2. При Re > 2300 режим движения жидкости

а) ламинарный;
б) переходный;
в) турбулентный;
г) кавитационный.

3. Ламинарный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;
б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;
в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;
г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

4 Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

а); $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{\upsilon_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{\upsilon_2^2}{\rho g}$

б) $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + \sum h$;

в) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g}$;

г) $z_1 + \frac{\upsilon_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{\upsilon_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$.

5. Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\frac{P}{\rho g}$ называется
а) скоростной высотой;
б) геометрической высотой;
в) пьезометрической высотой;
г) потерянной высотой.

Вариант 4

1. Критическое значение числа Рейнольдса равно
а) 2300;
б) 3200;
в) 4000;
г) 4600.

2. При Re < 2300 режим движения жидкости
а) кавитационный;
б) турбулентный;
в) переходный;
г) ламинарный.

3. Расход потока обозначается латинской буквой
а) *Q*;
б) *V*;
в) *P*;
г) *H*.

4. Критическое значение числа Рейнольдса равно
а) 2300;
б) 3200;
в) 4000;
г) 4600.

5. При Re < 2300 режим движения жидкости
а) кавитационный;
б) турбулентный;
в) переходный;
г) ламинарный.

Тема 3.4 Гидравлические сопротивления

Тема 3.5 Истечение жидкости через отверстия и насадки

Тема 3.6 Движение жидкости по трубопроводам и в каналах

Задания в тестовой форме

Вариант 1

1. Скорость истечения жидкости через отверстие равна

а) $\upsilon = \varphi^2\sqrt{2gH}$;

б) $\upsilon = 2\sqrt{\varphi gH}$;

в) $\upsilon = \sqrt{\varphi 2gH}$;

г) $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$.

2. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$ буквой *H* обозначают

а) дальность истечения струи;

б) глубину отверстия;

в) высоту резервуара;

г) напор жидкости.

3. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$ буквой φ обозначается

а) коэффициент скорости;
б) коэффициент расхода;
в) коэффициент сжатия;
г) коэффициент истечения.

3. Повышение давления при гидравлическом ударе определяется по формуле

а) $\Delta P_{уд} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$; б) $\Delta P_{уд} = \rho g h$;

в) $\Delta P_{уд} = \rho \upsilon_0 c$; г) $\Delta P_{уд} = \rho \upsilon_0^2 c$

Вариант 2

1. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$ буквой *H* обозначают

а) дальность истечения струи;
б) глубину отверстия;
в) высоту резервуара;
г) напор жидкости.

2. Скорость истечения жидкости через отверстие равна

а) $\upsilon = \varphi^2\sqrt{2gH}$;

б) $\upsilon = 2\sqrt{\varphi gH}$;

в) $\upsilon = \sqrt{\varphi 2gH}$;

г) $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$.

3. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие $\upsilon = \varphi\sqrt{2gH}$ буквой φ обозначается

а) коэффициент скорости;
б) коэффициент расхода;

в) коэффициент сжатия;
г) коэффициент истечения.

4. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется
а) гидравлическим ударом;
б) гидравлическим напором;
в) гидравлическим скачком;
г) гидравлический прыжок.

Тема 3.7. Общие сведения о насосах

Тема 3.8. Центробежные насосы и вентиляторы
Задания в тестовой форме

1. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется
а) полезная мощность;
б) подведенная мощность;
в) гидравлическая мощность;
г) механическая мощность.
2. Гидравлическими машинами называют
а) машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости;
б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;
в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;
г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.
3. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением называется
а) подведенная мощность;
б) полезная мощность;
в) гидравлическая мощность;
г) механическая мощность.

Вопросы входного контроля знаний по дисциплине

Вариант № 1

1. Найти ошибку в слове *увелечение.*
2. Какому явлению природы соответствует 0° по шкале Цельсия?
3. При каком постоянном параметре справедлив закон Бойля-Мариотта?
4.Соотношение между параметрами в соответствии с законом Шарля.
5. Основное правило пропорции.
6. Соотношение между единицами давления кгс/см2 и бар.
7. Как изменяется удельный объем газа при уменьшении давления?
8. Атомный вес химического элемента азота.
9. В каких единицах измеряется сопротивление конденсатора?
10. Какая величина измеряется в Ньютонах?

Вариант № 2

1.Найти ошибку в слове *теоритический.*.

2.Какому физическому явлению соответствует нуль градусов по шкале Кельвина?
3.При каком постоянном параметре справедлив закон Гей-Люссака?
4.При каких постоянных параметрах справедлив закон Авогадро?
5.Соотношение между натуральным ln и десятичным log логарифмами.
6.Соотношение между единицами давления МПа и бар.
7.Как изменяется удельный объем газа при увеличении давления?
8.Атомный вес химического элемента углерода.
9.В каких единицах измеряется сила тока?
10.Какая величина измеряется вольметром?

Вариант № 3

1. Найти ошибку в слове *темпиратура.*
2.Численное значение абсолютного нуля.
3.При каком постоянном параметре справедлив закон Шарля?
4.Соотношеие между параметрами в соответствии с законом Бойля-Мариотта.
5.Какой параметр измеряется в Н/м2 ?
6.Соотношение между единицами давления кгс/см2 и м вод. столба.
7.Как рассчитывается периметр круга?
8.Атомный вес химического элемента водорода.
9.Как называются нейтральные частицы, входящие в состав атомов?
10.Какая величина измеряется амперметром?

Вариант № 4

1. Численное значение одной физической атмосферы в мм рт. столба.
2. Найти ошибку в слове *сщетчик.*
3. Атомный вес химического элемента кислорода.
4. Как называются отрицательно заряженные частицы, входящие в состав атомов?
5.Сколько атомов водорода в молекуле водяного пара?
6.В каких единицах измеряется удельный объем газа?
7.Как измеряется площадь круга?
8. Как изменяется удельный объем воздуха при его сжатии в компрессоре?
9. Какой параметр измеряется в барах?
10. Формула закона Ома.

Тесты итогового контроля знаний по дисциплине

Вариант Вопрос	1	2	3	4	5	6	7
1	На какие разделы подразделяется **теплотехника** ?	Определение **термодинамики**	Определение **равновесной** термодинамической системы	Какое число элементарных **структурных частиц** содержится в термодинамической системе ?	Закон **Бойля-Мариотта**	Закон **Гей-Люссака**	Закон **Шарля**
2	Перевести 5 **бар** в **н / м²**	Перевести 25°*F* в °*C*	Перевести 9 **МПа** в **бар**	Перевести 180°*C* в °*F*	Перевести 250°**C** в **К**	Перевести 65 ***м*** **вод.ст** в ***кгс /см²***	Перевести 500 **К** в °**C**
3	Что такое **моль?**	Расшифровать **Cv**	Численное значение **универсальной газовой постоянной**	Расшифровать **Ср**	**Численное значение** 1 кмоля газа	Расшифровать **μCv**	Формула **газовой постоянной**

Критерии оценки тестов:

- оценка «отлично» ставится, если дано правильных ответов на 95% вопросов,
- оценка «хорошо», если дано правильных ответов на 75-95% вопросов,
- оценка «удовлетворительно» ставится, если дано правильных ответов на 60- 75% вопросов,
- оценка «неудовлетворительно» ставится за невыполненную и не проведенную работу.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине
ОП.06. Теоретические основы теплотехники и гидравлики

1. Техническая термодинамика: Основные понятия и определения.
2. Основные параметры состояния газа.
3. Понятие об идеальном и реальном газах. Газовые законы.
4. Уравнение состояния идеального газа Клапейрона.
5. Газовые смеси. Состав газовой смеси.
6. Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкость.
7. Понятия о термодинамических процессах. Равновесные и неравновесные процессы. Условия обратимости процесса.
8. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа сжатия и расширения. Энтальпия газа
9. Исследование термодинамических процессов
10. Понятие о круговом процессе. Цикл Карно.
11. Второй закон термодинамики. Энтропия.
12. Водяной пар. Процесс парообразования в p-υ – диаграмме.
13. Парообразование при изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном процессах в h-s - диаграмме.
14. Влажный воздух. h-d – диаграмма.
15. Принцип действия газотурбинных установок (ГТУ). Циклы ГТУ.
16. Цикл паросиловых установок.
17. Принцип действия поршневых ДВС. Циклы ДВС с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты. Индикаторная диаграмма.
18. Холодильные установки. Цикл холодильной установки.
19. Термодинамика газового потока. Сопла и диффузоры. Истечение из сопла. Сопло Лаваля.
20. Дросселирование газов.
21. Основные положения теории теплообмена. Виды теплообмена. Тепловой поток.
22. Уравнение Ньютона-Рихмана. Расчет удельного теплового потока через коэффициенты теплоотдачи со стороны холодного и горячего теплоносителя.
23. Процесс теплопроводности в плоской стенке.
24. Процесс теплопроводности в цилиндрической стенке.
25. Коэффициент теплопроводности. Единицы измерения. Физический смысл.
26. Коэффициент теплоотдачи. Единицы измерения. Физический смысл.
27. Коэффициент теплопередачи. Единицы измерения. Физический смысл.
28. Механизм теплопроводности в металлах, в диэлектриках, в газах, в жидкостях. Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности.
29. Гидромеханические критерии подобия. Формулы, физический смысл.
30. Тепловые критерии подобия. Формулы, физический смысл.

31. Процесс теплопередачи через плоскую однослойную стенку.
32. Процесс теплопередачи через плоскую многослойную стенку.
33. Процесс теплопередачи через однослойную цилиндрическую стенку.
34. Процесс теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку.
35. Основные положения теорем подобия. Определение критериев подобия. Однородные физические величины комплексы, симплексы.
36. Смысл теорем подобия. Сходственные моменты времени. Определяющие и определяемые критерии.
37. Условия однозначности: временные, граничные, геометрические.
38. Гипотеза Фурье. Уравнение Фурье. Градиент температуры. Температурное поле.
39. Ламинарный режим течения жидкости. Характер движения. Профиль скоростей.
40. Турбулентный режим течения жидкости. Характер движения. Профиль скоростей.
41. Процесс теплоотдачи при свободном движении жидкости вдоль вертикальной стенки.
42. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах при ламинарном течении.
43. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах при турбулентном движении.
44. Условия возникновения кипения. Кризис кипения.
45. Условия возникновения конденсации. Режимы движения.
46. Полный поток излучения, падающий на тело. Поглощательная отражательная, проницательная способность тела.
47. Закон Планка для теплового излучения. Спектральная интенсивность излучения тела.
48. Закон смещения Вина. Интегральная и спектральная степень черноты серых тел.
49. Закон Стефана – Больцмана. Коэффициент излучения абсолютно черного тела.
50. Закон Кирхгофа для теплового излучения. Следствие из закона Кирхгофа.
51. Закон косинусов Ламберта. Излучательная способность тела в данном направлении.
52. Лучистый теплообмен между двумя параллельными телами, разделенными прозрачной средой. Приведенная степень черноты.
53. Излучение между параллельными пластинами, разделенными экраном.
54. Смешивающие теплообменные аппараты. Конструкция, принцип работы.
55. Регенеративные теплообменные аппараты. Конструкция, принцип работы.
56. Рекуперативные теплообменные аппараты. Конструкция, принцип работы.
57. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.
58. Схемы движения теплоносителей. Прямо – и противоток.
59. Уравнения теплопередачи и теплового баланса теплообменных аппаратов. Средний температурный напор.

60. Примеры распределения температур в различных теплообменных аппаратах. t F диаграммы.
61. Физические свойства жидкостей: плотность, удельный вес, удельный объем.
62. Силы, действующие в жидкости. Идеальные и реальные жидкости.
63. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и манометрическое давление, вакуум.
64. Давление жидкости на боковую стенку сосуда, точка приложения, эпюра давлений.
65. Сила давления на дно сосуда.
66. Давление жидкости на стенки круглого трубопровода.
67. Закон Паскаля. Пьезометрическая высота.
68. Понятие о потоке и элементарной струйке.
69. Массовый, весовой, объемный расход. Средняя линейная скорость.
70. Установившееся и неустановившееся движение.
71. Уравнение неразрывности струи.
72. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Физическая сущность и графическое представление уравнения Бернулли.
73. Приборы для измерения напоров и давления в трубопроводе.
74. Критерий Рейнольдса. Критическое число Рейнольдса.
75. Ламинарное и турбулентное движение потока, их характеристики.
76. Потери напора по длине трубопровода.
77. Зависимость коэффициента трения от режима течения.
78. Уравнение Дарси-Вейсбарха.
79. Местные гидравлические сопротивления, потери при повороте русла.
80. Виды местных сопротивлений при движении жидкости по трубопроводу.
81. Сложение потерь напора при движении жидкости по трубопроводу, эквивалентная длина.
82. Движение жидкости по трубам и каналам, выбор диаметров трубопроводов.
83. Гидравлический удар в трубах.
84. Сифонный трубопровод: принцип действия, практическое применение.
85. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.
86. Применение различных типов насадков для изменения режима течения.
87. Применение истечения в водоструйном насосе.
88. Принцип действия центробежных насосов.
89. Классификация насосов по принципу действия.
90. Схема насосной установки.
91. Конструкция рабочего колеса центробежного насоса.
92. Треугольники скоростей. Уравнение Эйлера.
93. Характеристика насоса, выбор по полю характеристик.
94. Мощность насоса, КПД.
95. Осевое давление и способы его уменьшения в центробежных насосах.
96. Всасывающая способность центробежных насосов.

97. Кавитация: причины возникновения, последствия и меры борьбы с ней.
98. Регулирование насосов центробежного типа с помощью задвижки.
99. Регулирование центробежных насосов изменением числа оборотов.
100. Коэффициент быстроходности насоса.
101. Работа насоса в сети. Рабочая точка насоса
102. Параллельная работа насосов. Построение суммарной характеристики.
103. Последовательная работа насосов. Построение суммарной характеристики.
104. Пуск, остановка и эксплуатация центробежных насосов.
105. Основные неполадки при работе центробежных насосов.
106. Принципиальные технологические схемы ТЭС и котельных, назначение основных типов насосов.
107. Питательные насосы котельных агрегатов, выбор приводов питательного насоса.
108. Автоматика, защита и сигнализация питательных насосных установок.
109. Основные элементы, принцип работы, область применения секционных насосов.
110. Основные элементы, принцип работы, область применения сетевых насосов.
111. Принцип действия, конструкции и применение насосов различных видов: поршневых, шестеренных, винтовых, струйных.
112. Вентиляторы общего и специального назначения, их подключение и эксплуатация.

Критерии оценок при проведении устного экзамена:

- Уровень подготовки студента оценивается на «отлично», если его ответ сформулирован правильно, грамотно и четко, на заданные дополнительные вопросы получен краткий, обоснованный ответ.

- Уровень подготовки студента оценивается на «хорошо», если его ответ прозвучал не в полном объеме, но при этом в результате ответа чувствуется логическое освещение вопроса.

- Уровень подготовки студента оценивается на «удовлетворительно», если в его ответе нечетко даны формулировки основных понятий, студент путается в их объяснениях, но в ответе чувствуется ориентация в освещаемых вопросах.

- Уровень подготовки студента оценивается на «неудовлетворительно» если студент при ответе не может дать четких формулировок понятий и не понимает сути и смысла в поставленных вопросах.