

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-04-24 00:00:00  
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Факультет физической культуры, естествознания и природопользования

Утверждаю:  
Декан ФФКЕП  
Рябов В.А.  
20 марта 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

К.М.04.06 Теплофизика и гидрогазодинамика

*Код, название дисциплины*

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

*Код, название направления*

Направленность (профиль) подготовки

Безопасность технологических процессов и производств

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника

*бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2024

Новокузнецк 2024 г.

**Лист внесения изменений**  
в РПД К.М.04.06 Теплофизика и гидрогазодинамика

**Сведения об утверждении на 2024/2025 учебный год:**

утверждена Ученым советом факультета физической культуры, естествознания и природопользования (протокол Ученого совета факультета № 6 от 20.03.2024 г.)  
для ОПОП 2024 года набора на 2024 / 2025 учебный год  
по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, направленность (профиль) Безопасность технологических процессов и производств

Одобрена на заседании методической комиссии факультета ФКЕП  
(протокол методической комиссии факультета № 3 от 20.03.2024 г.)

Одобрена на заседании профилирующей/обеспечивающей кафедры геоэкологии и географии  
(протокол № 5 от 19.02.2024 г.) зав. кафедрой Ю.В. Удодов

## Оглавление

1 Цель дисциплины .....	4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации .....	5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.....	6
3.1 Учебно-тематический план .....	6
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы.....	7
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.....	9
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	9
5.1 Учебная литература .....	9
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	10
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	10
6 Иные сведения и (или) материалы.....	11
6.1. Темы письменных учебных работ .....	11
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .....	11

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): ОПК-1, ПК-3.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицу 1.

Таблица 1 - Формируемые компетенции, индикаторы достижения, знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК 1.6 – Использует закономерности термодинамики и теплообмена при решении вопросов в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	Знать: -основные законы гидрогазодинамики; - порядок и правила монтажа и эксплуатации гидрогазодинамических систем; -основные законы термодинамики и теплообмена, используемые для расчетов технологического оборудования при решении профессиональных задач. Уметь: - применять имеющиеся знания к исследованию сложных гидрогазодинамических процессов и явлений окружающей среды, связанных с этими процессами, в профессиональной деятельности; -решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики тепло – и массопереноса. Владеть: - практическими навыками применения закономерностей гидродинамических процессов в профессиональной деятельности; -навыками применения закономерностей теплообменных процессов для практического решения профессиональных задач.
ПК-3 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук	ПК-3.1 Использует методы решения задач в области техносферной безопасности с помощью законов и методов математики,	Знать: -основные методы изучения теплофизических и гидрогазодинамических процессов, лежащих в основе технологических процессов;

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные дисциплиной за	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
при решении профессиональных задач, применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	естественных, гуманитарных и экономических наук	-способы получения и обработки новой информации, необходимой для самообучения и решения конкретных задач по теплофизике и гидрогазодинамике. Уметь: -находить и использовать научно-техническую информацию в исследуемой области из различных ресурсов. Владеть: -опытом работы и использования в ходе проведения исследований научно- технической информации, Internet-ресурсов, баз данных и каталогов, электронных журналов и патентов, поисковых ресурсов и др. в области гидрогазодинамики и теплофизики.

### **Место дисциплины.**

Дисциплина входит в обязательную часть модуля общетехнических и естественнонаучных основ профессиональной деятельности, изучается на 3 курсе очной формы обучения.

### **2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий.**

#### **Формы промежуточной аттестации.**

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения		
	ОФО	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	108		108
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	68		8
Аудиторная работа (всего):	68		8
в том числе:			
лекции	32		4
практические занятия, семинары	26		4
лабораторные работы	10		
в интерактивной форме	10		2
в электронной форме			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	40		96
4 Промежуточная аттестация обучающегося –зачёт и объём часов, выделенный на промежуточную аттестацию:			4

### 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

#### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план

*очная форма обучения*

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)				СРС	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС		
			лекц.	практ.	лаб.			
1	Техническая термодинамика	24	6	6	4	8	Собеседование на лабораторных и практических занятиях, контрольная работа	
2	Тепломассообмен	26	8	8	2	8	Собеседование на лабораторных и практических занятиях, контрольная работа	
3	Гидрогазодинамика	22	6	6	2	8	Собеседование на лабораторных и практических занятиях, контрольная работа	
4	Топливо и горения топлива	22	6	6	2	8	Собеседование на лабораторных и практических занятиях, контрольная работа	
5	Промышленная теплоэнергетика	18	6	4	-	8	Собеседование на практических занятиях	
	Промежуточная аттестация						зачет	
<b>ИТОГО</b>		108	32	26	10	40		

*заочная форма обучения*

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			СРС	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия				
			лекц.	лаб.	практ.		
1	Техническая термодинамика	22	1		1	20	Собеседование на лабораторных и

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоём- кость ( <i>всего</i> час.)	Трудоемкость занятий (час.)				СРС	Формы текущего контроля и промежуточно й аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия					
			лекц.	лаб.	практ.			
							практически х занятиях, контрольная работа	
2	Тепломассообмен	21	1		-	20	Собеседова ние на лабораторн ых и практически х занятиях, контрольная работа	
3	Гидрогазодинамика	22	1		1	20	Собеседова ние на лабораторн ых и практически х занятиях, контрольная работа	
4	Топливо и горения топлива	20	1		1	18	Собеседова ние на лабораторн ых и практически х занятиях, контрольная работа	
5	Промышленная теплоэнергетика	19			1	18	Собеседова ние на практически х занятиях	
	Промежуточная аттестация	4					зачет	
<b>ИТОГО</b>		108	4		4	96		

### 3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 4 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1	Техническая термодинамика	Уравнение состояния. Первый закон термодинамики. Газовые процессы. Второй закон термодинамики. Газовые циклы тепловых машин. Реальные газы, водяной пар.
2	Тепломассообмен	Основной закон теплопроводности. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Массообмен.
3	Гидрогазодинамика	Уравнение Бернулли. Гидростатика, гидравлика. Газодинамика. Техническая гидрогазодинамика.
4	Топливо и теория горения	Характеристики энергетических топлив. Физико-химические основы теории горения топлива. Процессы сгорания жидкого,

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		газообразного и твердого топлива.
5	Промышленная теплоэнергетика	Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Энергосбережение и снижение вредных выбросов.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	Техническая термодинамика	Определение термодинамических параметров газов и их смесей. Определение теплоемкости материалов и веществ в термодинамических процессах. Расчет характеристик термодинамических процессов. Определение характеристик динамических процессов в парах с использованием диаграмм.
2	Тепломассообмен	Виды процессов переноса теплоты, Теплопередача через плоскую стенку. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Уравнение массообмена. Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов
3	Гидрогазодинамика	Классификация трубопроводов и расходов. Общие сведения по гидравлическому расчету трубопроводов. Расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет трубопроводов простых и сложных (разветвленных, параллельных).
4	Топливо и теория горения	Расчет теплоты сгорания и количества воздуха для сжигания топлива. Скорость распространения пламени в газовой смеси Определение теплофизических параметров топлив.
5	Промышленная теплоэнергетика	Определение потребности в энергетических ресурсах в единицах условного и первичного топлива на работу технологического оборудования. Системы промышленного теплотехнического контроля, Принципы проектирования функциональных схем теплоконтроля.
<i>Содержание лабораторных работ</i>		
1	Техническая термодинамика	Адиабатический процесс Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса Адиабатический процесс Цикл Карно Политропический процесс
2	Тепломассообмен	Диффузия в газах.
3	Гидрогазодинамика	Освоение экспериментального и расчетного способов определения потерь напора на трение по длине. Изучение законов течения идеальной жидкости
4	Топливо и теория горения	Расчет объема и энтальпии продуктов сгорания топлива
Промежуточная аттестация –зачет		

#### 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	<b>80</b>	Индивидуальные задания (отчет о выполнении индивидуального задания)	<b>За одно индивидуальное задание от 5 до:</b> <b>5 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>7 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>9 баллов</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	30- 54
		Работа на практическом занятии	<b>За одно занятие от 0,5 до 1:</b> <b>0,5 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>0,7 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>1 балл</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	8,5-17
		Работа на лабораторном занятии	<b>За одно занятие от 0,5 до 1:</b> <b>0,5 баллов</b> (выполнено 51 - 65% заданий) <b>0,7 балла</b> (выполнено 66 - 85% заданий) <b>1 балл</b> (выполнено 86 - 100% заданий)	4,5-9
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				43 - 80
Промежуточная аттестация (экзамен)	20	Теоретический вопрос	<b>5 балла</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи .	<b>5 балла</b> (пороговое значение) <b>10 баллов</b> (максимальное значение)	5-10
<b>Итого по промежуточной аттестации в семестре (экзамену)</b>				10 – 20 б.
<b>Суммарная оценка по дисциплине в семестре:</b> Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				51 – 100 б.

#### 5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

##### 5.1 Учебная литература

###### *Основная учебная литература*

1. Пискунов, В. М. Физика (теплофизика) : учебное пособие / В. М. Пискунов. - Москва : ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 213 с. - ISBN 978-5-16-108481-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561339> (дата обращения: 03.02.2023). – Текст : электронный

###### *Дополнительная учебная литература*

1. Шабаров, А.Б. Гидрогазодинамика : учебное пособие для вузов по специальности "Теплофизика" направления подготовки "Техническая физика" : доп. УМО вузов РФ / А. Б. Шабаров ; Тюменский гос. ун-т, Ин-т математики, естественных наук и

информационных технологий. - 2-е изд., перераб. - Тюмень : ТюмГУ, 2013. - 460 с. - Библиогр. в конце гл. - URL: <https://icdlib.nspu.ru/views/icdlib/5723/read.php> (дата обращения: 03.02.2023) . - ISBN 978-5-400-00795-8. - Текст : электронный.

2. Смирнов, В. Г. Теплофизика : учебное пособие / В. Г. Смирнов, В. В. Дырдин, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 171 с. — ISBN 978-5-00137-007-9. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115162> (дата обращения: 03.02.2023). — Текст : электронный.

## 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях КГПИ КемГУ:

<p><b>339</b> Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения:          -занятий лекционного типа;          -занятий семинарского (практического) типа;          - групповых и индивидуальных консультаций;          - текущего контроля, промежуточной аттестации.  <b>Специализированная (учебная) мебель:</b> доска, меловая, столы лабораторные, стулья.  <b>Оборудование для презентации учебного материала:</b> стационарное - ноутбук, проектор, экран.  <b>Используемое программное обеспечение:</b> MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО).  <b>Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</b></p>	<p>654041,          Кемеровская область - Кузбасс, Новокузнецкий городской округ, г. Новокузнецк, ул. Кузнецова, д. 6</p>
<p><b>323</b> Лаборатория методики преподавания физики. Учебная аудитория для проведения          - занятий лабораторного типа.  <b>Специализированная (учебная) мебель:</b> доска меловая, кафедра, столы, стулья.  <b>Учебно-наглядные пособия:</b> лабораторные стенды с приборами для измерения температуры, давления, расхода и уровня.  <b>Лабораторное оборудование:</b> комплект лабораторный по молекулярной физике и термодинамике, компьютерный измерительный комплект, секундомер, контрольно-измерительные приборы, расходомеры, уровнемеры, набор образцов, датчики.</p>	<p>654027,          Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, пр-кт Пионерский, д.13, пом.1</p>
<p><b>106</b> Помещение для самостоятельной работы обучающихся.          Специализированная (учебная) мебель: столы, стулья, доска меловая.          Оборудование: стационарное - компьютеры (4 шт.).          Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО).          Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.</p>	<p>654041,          Кемеровская область - Кузбасс, Новокузнецкий городской округ, г. Новокузнецк, ул. Кузнецова, д. 6</p>

## 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике), режим доступа :<https://www.sciencedirect.com>

2. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» <http://window.edu.ru/catalog/>

3. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия», режим доступа: <https://uisrussia.msu.ru/>

## **6 Другие сведения и (или) материалы.**

### **6.1. Темы письменных учебных работ**

Таблица 8 - Темы письменных контрольных работ

1. Определить тепловой поток в плоской стенке при заданном коэффициенте теплопроводности и заданном перепаде температур.
2. Определить эффективный коэффициент теплопроводности многослойного материала, содержащего теплопроводные и теплоизолирующие слои.
3. Задана температура внутри помещения, температура окружающей среды, суммарная мощность нагревателя, толщина и коэффициент теплопроводности стенки. Найти требуемую толщину слоя теплоизоляции.
4. Задана толщина цилиндрической стенки. Найти толщину слоя теплоизоляции, обеспечивающего требуемое термическое сопротивление.
5. Найти установившуюся температуру в помещении с оконным проемом при известной мощности обогревателя. Принять, что в оконном проеме находится стеклопакет с известной эффективной теплопроводностью.
6. Задана начальная температура плоской стенки, коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость и плотность материала и удельная мощность теплового источника (на единицу площади поверхности). Найти зависимость температуры обогреваемой поверхности от времени.
7. Определить тепловой поток от плоской стенки при заданном коэффициенте теплоотдачи и заданном перепаде температур.
8. Определить суммарное тепловое сопротивление оконного стеклопакета.
9. Определить фактическое тепловое сопротивление многослойной стенки, если задана суммарная мощность тепловыделения, установившаяся температура внутри помещения и температура внешней среды.
10. Определить эффективный коэффициент теплоотдачи с учетом излучения при заданных абсолютных температурах среды и плоской стенки.
11. Задана температура поверхности конвектора, мощность конвектора и коэффициент теплоотдачи. Найти установившуюся температуру в помещении.
12. Найти установившуюся температуру в помещении с оконным проемом при известной мощности обогревателя. Принять, что в оконном проеме находится стеклопакет с известным термическим сопротивлением (использовать справочные данные).
13. Водяной пар конденсируется на вертикальной поверхности стенки с известной температурой. Определить тепловую мощность, передаваемую в стенку.
14. Определить массу воды, испаряющейся за одну секунду при кипении жидкости в котле с заданной мощностью нагрева.
15. В системе парового отопления используются конвекторы с известным коэффициентом теплоотдачи. Определить массу конденсированной воды, если известна температура в помещении, давление и объемный расход пара.

### **6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации**

*Примерные вопросы к зачету*

1. Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности.

2. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Граничные условия 1, 2 и 3 рода.
3. Теплопроводность в плоской стенке при граничных условиях 1-го рода.
4. Многослойная стенка, термическое сопротивление теплопроводности.
5. Теплопроводность цилиндрической стенки.
6. Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи, термическое сопротивление теплоотдачи.
7. Понятия о расчете нестационарного температурного поля неограниченной пластины и бесконечного цилиндра. Числа Фурье, Био.
8. Термическое сопротивление теплопередачи для плоской, многослойной и цилиндрической стенки. Критический диаметр цилиндрической стенки.
9. Принципы выбора и расчета тепловой изоляции.
10. Методы интенсификации процесса теплопередачи.
11. Сущность конвективной теплоотдачи, факторы, определяющие его значение, свободная и вынужденная конвекция.
12. Гидродинамическая структура потока. Режимы течения.
13. Понятие о тепловом излучении. Законы теплового излучения. Серое тело и степень черноты.
14. Теплообмен излучением в системах тел: параллельные поверхности, тело в оболочке, система с экранами.
15. Теплообмен при конденсации пара на вертикальной поверхности, на поверхности горизонтальной трубы.
16. Особенности конденсации движущегося пара.
17. Конденсация пара на горизонтальных трубных пучках.
18. Режимы кипения. Механизм кипения.
19. Влияние теплофизических свойств поверхности и среды на интенсивность теплоотдачи при пузырьковом кипении.
20. Особенности теплообмена кипящей жидкости в трубках.
21. Основные понятия и определения. Молекулярная диффузия, градиент концентрации, законы Фика.
22. Конвективный массообмен. Аналогия процессов переноса теплоты и массы.
23. Классификация теплообменных аппаратов.
24. Основы теплового расчета теплообменников рекуперативного и регенеративного типа.
25. Конструктивный и поверочный расчет теплообменников
26. Основное понятие о приближенных методах решения задач нестационарного теплообмена для тел конечных размеров.
27. Пакеты программ для моделирования процессов теплообмена.
28. Определение предмета гидрогазодинамики. Краткие исторические сведения.
29. Плотность жидкости, удельный вес, температурное расширение, сжимаемость.
30. Вязкость жидкости и закон внутреннего трения Ньютона.
31. Основное уравнение гидростатики. Поверхность равного давления. Закон Паскаля.
32. Геометрическое и энергетическое понятие основного уравнения гидростатики.
33. Абсолютное и избыточное давление.
34. Приборы для измерения давления.
35. Основные понятия и определения струйчатой модели движения жидкости.
36. Поток жидкости и его параметры.
37. Уравнение неразрывности для потока.
38. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
39. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости.
40. Интегрирование уравнения движения Эйлера. Интеграл Бернулли.
41. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
42. Расходомер Вентури.
43. Трубка полного напора, трубка Пито.

44. Приборы для измерения скорости и расхода жидкости.
45. Режимы движения вязкой жидкости. Опыт Рейнольдса.
46. Основное уравнение установившегося равномерного движения жидкости.
47. Потери напора по длине при равномерном установившемся движении жидкости.
48. Гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
49. Физический смысл влияния шероховатости труб на потери напора.
50. Наиболее типичные местные сопротивления: (внезапное расширение трубопровода, диффузор, конфузор, колена и закругления, вход в трубу и выход из резервуара).
51. Ламинарное равномерное движение жидкости в круглых трубах.
52. Потери напора по длине при турбулентном установившемся равномерном движении жидкости. График Никурадзе.
53. Местные гидравлические сопротивления.
54. Внезапное и постепенное расширение трубы .
55. Простые и сложные местные сопротивления: (внезапное сужение трубы, вход потока в трубу, диафрагма на трубопроводе, закругление трубы, регулирующая арматура, тройники).
56. Прямой и не прямой гидравлический удары.
57. Способы борьбы с гидравлическим ударом.
58. Расчет коротких трубопроводов: (расчет всасывающей трубы центробежного насоса; трубопроводы с насосной подачей жидкости; сифонный трубопровод). Трубопроводы с насосной подачей жидкости.
59. Расчет длинных трубопроводов.
60. Гидравлический расчет сложных трубопроводов: разветвленные, параллельные.
61. Принципы гидравлического расчета водопроводных сетей.
62. Применение водонапорных башен для водоснабжения. Максимальное и минимальное водопотребление
63. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре (отверстие незатопленное и затопленное).
64. Истечение жидкости через большие отверстия.
65. Истечение жидкости через насадки (цилиндрические насадки, внутренние цилиндрические насадки, нецилиндрические насадки).

#### *Примерные задачи*

Задача 1. В резервуар объемом  $V$  компрессором нагнетается воздух. Начальное избыточное давление воздуха  $p_1$ , начальная температура  $t_1$ . Конечное избыточное давление  $p_2$ , температура воздуха  $t_2$ . Определить массу воздуха, поступившего в резервуар, если давление внешней среды равно соответственно равны  $P_{бар}$ . Данные для расчета: начальный объем  $V = 10, \text{ м}^3$ , начальное избыточное давление воздуха  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ , конечное избыточное давление  $p_2 = 3 \text{ МПа}$ , температура воздуха  $t_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ , давление внешней среды  $P_{бар} = 700 \text{ мм рт. ст.}$

Задача 2. Рассчитать смешанный цикл двигателя внутреннего сгорания, т.е. найти параметры  $P$ ,  $v$  и  $t$  для характерных точек цикла, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии, а также работу в отдельных процессах и цикле. Определить также степень предварительного расширения, степень повышения давления и термический КПД цикла. Данные для расчета: начальное давление  $p_1 = 0,08 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 57 \text{ }^\circ\text{C}$ , начальный объем  $V = 0,001 \text{ м}^3$ ; количество теплоты, подводимой в изобарном процессе  $Q_p = 1,05 \text{ кДж}$ ; количество теплоты, подводимой в изохорном процессе  $Q_v = 0,65$

кДж; средние теплоемкости  $c_p=0,85$ ,  $c_v=0.85$  кДж/(кг·К), кДж/(кг·К); показатель адиабаты  $k=1,4$ ; газовая  $=16$ . Изобразить цикл в  $p-v$  и  $T-s$  диаграммах. постоянная  $R=330$  Дж/(кг·К).

### Типовые тестовые задания

1. Модель какой жидкости рассматривается в гидрогазодинамике?
  - вязкой;
  - капельной;
  - идеальной и реальной;
  - идеальной несжимаемой.
2. Что является теоретической основой гидрогазодинамики?
  - уравнение Навье-Стокса;
  - уравнение сохранения массы;
  - первый закон термодинамики;
  - уравнение Менделеева-Клапейрона.
3. С повышением температуры текучесть \_\_\_\_\_.
  - увеличивается;
  - уменьшается;
  - остаётся неизменной.
4. Свойство текучей среды, препятствующее её деформации называется \_\_\_\_\_.
  - эластичностью;
  - упругостью;
  - вязкостью;
  - текучестью;
  - пластичностью.
5. Жидкость, для которой характерно отсутствие сил трения при скольжении одного слоя жидкости по другому, называется \_\_\_\_\_.
  - идеальной;
  - ньютоновской;
  - неньютоновской.
6. Зависимость скорости от времени в любой точке потока свидетельствует о \_\_\_\_\_ режиме течения.
  - турбулентном;
  - ламинарном;
  - напорном;
  - скоростном.
7. Два потока жидкости имеют геометрически сходственные ограничивающие поверхности и скорости в сходственных точках пропорциональны. При этом соблюдается \_\_\_\_\_ подобие.
  - динамическое;
  - геометрическое;
  - кинематическое.
8. Уклон, равный удельной диссипированной мощности в объёме потока, приходящейся на единицу длины, называется \_\_\_\_\_.
  - положительным;
  - отрицательным;

гидравлическим;

пьезометрическим.

9. Жидкость, для которой характерно отсутствие сил трения при скольжении одного слоя жидкости по другому называется \_\_\_\_\_.

идеальной;

ньютоновской;

неньютоновской.

10. Уклон напорной линии называется \_\_\_\_\_.

положительным;

отрицательным;

гидравлическим;

пьезометрическим.

Составитель (и): Чмелева К.В., доцент каф ГГ.