

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.11.2023 13:41:33

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков



2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССОБМЕН»

Направление подготовки

08.03.01 - «Строительство»

Направленность (профиль)

«Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве»

Квалификация

Бакалавр

Грозный – 2020

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания курса дисциплины «Техническая термодинамика и теплообмен» является освоение основных законов термодинамики, изучение термодинамических процессов обратимых и необратимых стационарных и нестационарных. Освоение основных закономерностей течения газа в соплах и диффузорах. Изучение термодинамических циклов различных процессов и систем принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, теплообменных процессов, происходящих в различных рода тепловых установок и отдельных химических реакторах.

Задачей изучения курса является подготовка высококвалифицированного строителя, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к вариативной части общепрофессионального цикла. Изучение дисциплины проводится в 4 семестре. Для изучения требуется знание: высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов: Современные системы климатизации зданий, Генераторы тепла и автономное теплоснабжение, Основы технологии систем ТГВ, Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

ОПК-1.1. Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности;

ОПК-1.2. Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования;

ОПК-1.4. Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й);

ОПК-1.5. Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

ОПК-3.1. Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии;

ОПК-3.2. Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестры	
				4	4
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		64/1,78	16/0,44	64/1,78	16/0,44
В том числе:					
Лекции		32/0,88	8/0,22	32/0,88	8/0,22
Практические занятия		32/0,88	8/0,22	32/0,88	8/0,22
Семинары					
Лабораторные работы					
Самостоятельная работа (всего)		80/2,22	128/3,55	80/2,22	128/3,55
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы		28/0,78	26/0,72	28/0,78	26/0,72
ИТР					
Рефераты			15/0,42		15/0,42
Доклады			15/0,42		15/0,42
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям		28/0,78	36/1,0	28/0,78	36/1,0
Подготовка к зачету, экзамену		24/0,67	36/1,0	24/0,67	36/1,0
Вид отчетности		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины	Всего в часах	144	144	144	144
	Всего в зач. единицах	4	4	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий.		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	2	1			2	1	4	2
2	Газы и газовые смеси.	2				2		4	
3	Теплота и теплоемкость газов.	2				2		4	
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	2	1			2	1	4	2
5	Энтропия. PV- и TS-диаграммы.	2				2		4	
6	Второй закон термодинамики. Круговые процессы	2	1			2	1	4	2
7	Термодинамические процессы.	2				2		4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Водяной пар, основные свойства.	2	1			2	1	4	
9	Основные характеристики влажного воздуха.	2	1			2	1	4	2
10	Термодинамика потока	2				2		4	
11	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	2				2		4	
12	Регенеративные циклы Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.	2	1			2	1	4	2
13	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	2				2		4	
14	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	2				2		4	
15	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	1	2			2	1	3	3
16	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	1				1		2	
17	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	1				1		2	
18	Тепловые насосы. Методы ожижения газов	1				1		2	
ИТОГО:		32	8			32	8	64	16

5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	Предмет технической термодинамики. Характеристика дисциплины, ее место в системе подготовки бакалавра теплоэнергетика. Значение теплоэнергетики в народном хозяйстве и ее роль в решении задач развития общества. Основные направления развития энергетики. Понятие о нормальных физических условиях. Теплота и работа как формы передачи энергии.
2	Газы и газовые смеси.	Понятие идеального и реального газов с точки зрения МКТ. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основные газовые законы. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Газовые смеси. Закон Дальтона.
3	Теплота и теплоемкость газов.	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей.

1	2	3
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Понятие внутренней энергии. Теплота. Работа. Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Энтальпия.
5	Энтропия. PV- и TS-диаграммы.	Понятие об энтропии. Энтропия реальных тел. Изменение энтропии тел, участвующих в реальных процессах. Энтропия изолированной системы и ее изменение при протекании в ней обратимых и необратимых процессов PV- и TS- диаграммы.
6	Второе начало термодинамики. Круговые процессы	Изменение состояния газов. Сущность второго закона термодинамики. Круговые процессы и циклы. Термический КПД. Цикл Карно теплового двигателя.
7	Термодинамические процессы.	Общие методы исследования. Термодинамический процесс. Процессы обратимые и необратимые. Основные термодинамические процессы в идеальных газах. (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный)
8	Водяной пар, основные свойства.	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Понятие об уравнение Вулкаловича-Новикова и Боголюбова-Майера.
9	Основные характеристики влажного воздуха.	Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
10	Термодинамика потока	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Скорость истечения. Скорость звука. Критическая скорость и критические параметры при истечении через сопло.
11	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	Принципиальная схема и цикл паротурбинной установки (ПТУ) на насыщенном водяном паре (цикл Карно). Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина). Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ. Промежуточный перегрев пара и его влияние на экономичность ПТУ.
12	Регенеративные циклы Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.	Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию. КПД регенеративного цикла ПТУ. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ. Термодинамические основы теплофикации. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.
13	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
14	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. ГТУ с замкнутым и разомкнутым процессами. КПД идеальной ГТУ. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ. Циклы ГТУ с регенерацией. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.

1	2	3
15	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.
16	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	Сравнение достоинств и недостатков паровых и газовых циклов. Задача повышения КПД теплоэнергетических установок.
17	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Термодинамические свойства рабочих тел парокompрессионных трансформаторов теплоты. Схема, цикл и холодильный коэффициент парокompрессионной холодильной установки. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной установки.
18	Тепловые насосы. Методы ожижения газов	Принцип действия теплового насоса. Термодинамическое сравнение эффективности теплового насоса и теплофикации. Методы ожижения газов.

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

5.3 Лабораторные занятия (не предусмотрены)

5.4 Практические (семинарские) занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела	Наименование практических работ
1	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2	Второй закон термодинамики. Круговые процессы	Определение изобарной теплоемкости
3	Термодинамические процессы.	Определение параметров влажного воздуха
4	Основные характеристики влажного воздуха.	Изучение адиабатного истечения газа через сужающееся сопло. Исследование кривой насыщения для воды и водяного пара
5	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
6	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
7	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	Циклы ГТУ с регенерацией. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.
8	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, обсуждение изученных тем и процессов, решение конкретных технических задач, подготовка к сдаче и сдача коллоквиумов по теме занятия; вовлечение студентов в проективную деятельность, подготовка и защита презентаций, рефератов, домашних заданий.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Одним из самых доступных и проверенных практикой путей повышения эффективности учебного занятия, активизация студентов является соответствующая организация и управление самостоятельной учебной работой. Она занимает исключительное место, потому что студенты приобретают знания только в процессе личной самостоятельной учебной деятельности.

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, выполнение расчетного задания РГР в письменной форме, подготовку к зачету. Самостоятельная работа выполняется также в виде реферата (только для ЗФО), доклада (только для ЗФО) или презентации (только для ЗФО) студентом по ниже представленным темам. Впоследствии студенты представляют для защиты свои работы, в процессе оценивания происходит обсуждение работы, а также блиц опрос студента.

При этом исполнитель может выбрать тему из предложенной тематики. В отдельных случаях тема может быть избрана студентом вне тематического списка рефератов. При подготовке реферата студенту предварительно следует подобрать различные литературные, периодические, нормативные и другие источники и материалы, систематизируя и обобщая при этом нужную информацию по теме.

6.1 Темы для самостоятельного изучения по курсу

1. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.
2. Процессы сложного теплообмена и теплопередача.
3. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.
4. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
5. Критический и эффективный диаметр тепловой изоляции.
6. Пути интенсификации процесса теплопередачи.
7. Назначение и классификация теплообменных аппаратов.
8. Основы расчета теплообменных аппаратов. Основные уравнения расчета.
9. Схемы движения теплоносителей и характерные графики температур теплоносителей.

6.2 Тематика рефератов

1. Техническая термодинамика как теоретическая основа систем энергообеспечения (теплотой, электроэнергией и холодом). Понятия о термодинамических системах, параметрах состояния, равновесных и неравновесных процессах.
2. Определение понятий термодинамической системы и окружающей среды. Функции состояния и функции процесса.
3. Уравнение состояния идеальных газов. Термические коэффициенты и соотношение между ними. Первый закон термодинамики как закон сохранения и превращения энергии. Теплота и работа - формы передачи энергии. Принцип эквивалентности тепла и механической работы.
4. Формулировки первого закона термодинамики. Внутренняя энергия и ее свойства.

Энтальпии и её свойства.

5. Виды работ термомеханической системы и связь между ними. Первый закон термодинамики для стационарного потока массы.
6. Определение изобарной и изохорной теплоемкостей, вывод уравнения для их соотношения. Определение теплоемкости. Размерность теплоемкостей. Соотношение массовой, мольной и объемной теплоемкостей. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера.
7. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости газов. Зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Формула Эйнштейна для расчета колебательных степеней свободы.
8. Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа. Таблицы термодинамических свойств идеальных газов. Основные процессы идеальных газов.
9. Вывод соотношений для относительных объемов и давлений для адиабатного процесса с учетом зависимости теплоемкости от температуры.
10. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Второе начало термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Интеграл Клаузиуса.
11. Определение энтропии. Вывод формулы для расчета изменения энтропии в процессах с идеальными газами. КПД прямого цикла Карно и теоретический холодильный коэффициент цикла Карно.
12. Первая и вторая теоремы Карно. Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропийный метод термодинамического анализа для процесса теплообмена в конденсаторе ПТУ.
13. Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропийный метод термодинамического анализа для процессов расширения (в турбине) и сжатия (в компрессоре).
14. T, S - диаграмма и ее свойства. Термодинамические циклы в T, S - диаграмме. Понятие о среднеинтегральной температуре подвода и отвода теплоты.
15. Возрастание энтропии изолированной системы. Свойства энтропии. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
16. Смеси идеальных газов. Основные определения. Способы задания состава смеси. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева для смеси идеальных газов.
17. Расчет термодинамических свойств идеальных газов по свойствам компонентов. Энтропия смеси идеальных газов.
18. Смеси реальных газов. Калорические эффекты смешения. Определение калорических эффектов смешения по объемному эффекту смешения.
19. Фазовое равновесие и фазовые переходы. Агрегатные состояния. Фазовая p, T - диаграмма. Правило фаз Гиббса. Полные TS, PV и PT диаграммы для нормальных веществ.
20. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса и его следствия. Соотношение между изохорным и изобарным эффектами реакции.
21. Константа равновесия. Закон действующих масс. Принцип Ле Шателье – Брауна. Аналитическое выражение второго начала термодинамики для необратимых химических реакций.
22. Химическое равновесие и закон действующих масс. Выражение зависимости константы равновесия от температуры. Вывод уравнения Вант-Гоффа.
23. Определение теплового эффекта химической реакции при условиях, отличающихся от стандартных.
24. Характеристические функции для закрытой термодинамической системы и вывод соотношений Максвелла.
25. Тепловая теорема Нернста. Гипотеза Планка. Третий закон термодинамики и его следствия. Определение значения абсолютной величины энтропии на основе калорических данных.
26. Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию.
27. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ.
28. Термодинамические основы теплофикации.
29. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими

талами.

30. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

31. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.

32. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ.

33. Циклы ГТУ с регенерацией.

34. Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПП, полузависимые.

35. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.

36. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки.

37. Температурное поле. Изотермическая поверхность.

38. Теплопроводность при стационарных условиях.

39. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.

40. Передача теплоты через шаровую стенку.

6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>. — ЭБС «IPRbooks»

2. Цветков О.Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68191.html>. — ЭБС «IPRbooks»

3. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>. — ЭБС «IPRbooks».

4. Турлуев Р.А-В. Методические указания к выполнению самостоятельной работы. Техническая термодинамика и теплотехника. ГГНТУ- 2014.

5. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ - 2005, 44 с.

6. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ -2005, 18 с.

7. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ - 2005, 25 с.

8. Исаев Х.А., Ельмурзаев А.А. Методические указания //Тепловой расчет парогенератора. ГГНИ – 2002.

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

- 1.** Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
- 2.** Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
- 3.** Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
- 4.** Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
- 5.** Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.

6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага. Определение удельного объема смеси.
10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.

Образец карточки по посменному опросу к 1-й текущей аттестации

КАРТОЧКА №1 (первая рубежная аттестация)

1. Внутренняя энергия системы. Работа. Теплота. Математическое выражение первого закона термодинамики.
2. Смеси идеальных газов. Закон идеальных газов Клапейрона, Бойля-Мариотта. Реальные газы
3. Задача. В цилиндре при некоторой температуре и давлении содержится $0,6\text{ м}^3$ воздуха массой $0,72\text{ кг}$. Найти его плотность и удельный объём.

Образец задания к расчетно-графической работе (РГР) к 1-й текущей аттестации

Вариант №1

Задание к РГР по дисциплине «Техническая термодинамика и теплообмен» Тема "Термодинамические свойства газа"

Для цикла состоящего из процессов

1-2 при $T = \text{const}$ (изотерма);

2-3 при $V = \text{const}$ (изохора);

3-4 при $T = \text{const}$ (изотерма);

4-1 при $V = \text{const}$ (изохора), требуется:

1. Рассчитать давление, удельный объем, температуру для основных точек цикла;
 2. Для каждого из процессов определить значения показателей политропы, теплоемкости, вычислить изменение внутренней энергии, энтальпии, теплоту и работу процесса;
 3. Определить суммарные количества подведенной и отведенной теплоты, работу цикла и термической КПД;
 4. Построить цикл PV и TS на диаграммах состояния;
- Принять газовую постоянную воздуха $R = 287\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; $P_1 = 0,3\text{ МПа}$, $T_1 = 300\text{ К}$, $P_2 = 0,8\text{ МПа}$, $T_2 = 473\text{ К}$

7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Основные виды теплообмена.
2. Теплопроводность. Основные понятия.
3. Основной закон и уравнение теплопроводности
4. Коэффициент теплопроводности. Физический смысл. Зависимость от температуры.
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности в декартовых и цилиндрических координатах.
6. Коэффициент температуропроводности.
7. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
8. Математическая постановка задачи теплопроводности.
9. Теплопроводность при стационарном режиме.
10. Теплопроводность через плоскую стенку при граничных условиях 1 рода.
11. Передача тепла через плоскую многослойную стенку.
12. Теплопроводность через цилиндрическую стенку при граничных условиях 1 рода.
13. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
14. Теплопроводность шаровой стенки.
15. Теплопроводность при нестационарном режиме.
16. Численные методы решения задач теплопроводности.
17. Конвективный теплообмен. Процесс теплоотдачи. Естественная и вынужденная конвекции.
18. Закон Ньютон-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
19. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
20. Условия однозначности для процессов конвективного теплообмена.
21. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
22. Методы подобия и размерности. Физическое подобие.
23. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения.
24. Определяющая температура. Определяющий размер.
25. Эмпирические формулы в критериальном виде.
26. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Течение жидкости в трубах и каналах.
27. Поперечное обтекание одиночной круглой трубы и пучка труб.
28. Теплообмен при больших скоростях потока.
29. Теплообмен при естественной конвекции.
30. Теплообмен при кипении жидкости.
31. Теплоотдача при конденсации пара.
32. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.
33. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.
34. Лучистый теплообмен между двумя телами.
35. Лучистый теплообмен между газом и его оболочкой.
36. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.
37. Процессы сложного теплообмена и теплопередача.
38. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.
39. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
40. Критический и эффективный диаметр тепловой изоляции.

Образец карточки по посменному опросу ко 2-й текущей аттестации

КАРТОЧКА №1 (вторая рубежная аттестация)

1. Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина).
2. Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД.
3. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ.

Образец задания к расчетно-графической работе (РГР) ко 2-й текущей аттестации

Вариант №1

Задание к РГР по дисциплине «Техническая термодинамика и теплообмен» Тема "Теплопроводность"

Трубопровод наружным диаметром $d_2 = 70$ мм покрыт слоем изоляции из асфальта толщиной 50 мм. Теплопроводность асфальта $\lambda = 0,6$ Вт/(м·К). Температура наружной поверхности трубы $t_{c_2} = 340$ °С. Тепловые потери при этом должны составлять не более $Q_1 = 280$ Вт/м. Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к окружающему воздуху $\alpha = 7$ Вт/м²·К

Необходимо определить:

Температуру внешней поверхности изоляции;

Оценить целесообразность применения изоляции из асфальта;

Если изоляция из асфальта не эффективна, с помощью справочника выбрать другую;

Рассчитать суточные потери теплоты от трубопровода, изолированного асфальтом на длине 10 м;

Рассчитать значение Q_1 для трубопровода без изоляции в предположении, что t_{c_2} остаются неизменными, а температура окружающего воздуха $t_{в} = 20$ °С.

7.3 Вопросы к зачету по дисциплине «Техническая термодинамика и теплообмен»

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
3. Уравнение состояния реальных газов.
4. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
5. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
6. Газовая постоянная. Формулы определения.
7. Основные виды теплообмена.
8. Теплопроводность. Основные понятия.
9. Основной закон и уравнение теплопроводности
10. Коэффициент теплопроводности. Физический смысл. Зависимость от температуры.
11. Коэффициент температуропроводности.
12. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
13. Математическая постановка задачи теплопроводности.
14. Теплопроводность при стационарном режиме.
15. Теплопроводность через плоскую стенку при граничных условиях 1 рода.
16. Передача тепла через плоскую многослойную стенку.
17. Теплопроводность через цилиндрическую стенку при граничных условиях 1 рода.
18. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
19. Теплопроводность шаровой стенки.
20. Теплопроводность при нестационарном режиме.
21. Численные методы решения задач теплопроводности.
22. Конвективный теплообмен. Процесс теплоотдачи. Естественная и вынужденная конвекции.
23. Закон Ньютон-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
24. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
25. Условия однозначности для процессов конвективного теплообмена.
26. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
27. Методы подобия и размерности. Физическое подобие.
28. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения.
29. Определяющая температура. Определяющий размер.

30. Эмпирические формулы в критериальном виде.
31. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Течение жидкости в трубах и каналах.
32. Поперечное обтекание одиночной круглой трубы и пучка труб.
33. Теплообмен при естественной конвекции.
34. Теплообмен при кипении жидкости.
35. Теплоотдача при конденсации пара.
36. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.
37. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.
38. Лучистый теплообмен между двумя телами.
39. Лучистый теплообмен между газом и его оболочкой
40. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.
41. Процессы сложного теплообмена и теплопередача
42. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.
43. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.

Образец билета к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина « ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН » Семестр - 4	
Группа « ИСЖ-20 »	
Билет № 1 (к зачету по дисциплине)	
1.	Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
2.	Коэффициент теплопроводности. Физический смысл. Зависимость от температуры.
3.	Тепловое излучение. Основные понятия и определения.
4.	Назначение и классификация теплообменных аппаратов.
Зав. Кафедрой «Теплотехника и гидравлика» _____ Р.А-В. Турлуев	

Критерии оценки знаний студентов на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и расчетно-графической работы, систематическая активная работа на лабораторных занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калининченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: СевероКавказский федеральный университет, 2017. — 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75606.html>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов С.Н., Клещкий А.В., Митропов В.В., Пятаков Г.Л., Федоров В.Н., Филаткин В.Н., Цветков О.Б. ред. Цветков О.Б., Митропов В.В. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67246.html>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: СевероКавказский федеральный университет, 2014. — 226 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63139.html>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спасивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные. — СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. — 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>. — ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная литература

1. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Цветков О.Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68191.html>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов С.Н., Клещкий А.В., Митропов В.В., [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67246.html>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: СевероКавказский федеральный университет, 2014. — 226 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63139.html>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ. - 2005, 44 с.
6. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ. -2005, 18 с.
7. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ. - 2005, 25 с.
8. Исаев Х.А., Ельмурзаев А.А. Методические указания //Тепловой расчет парогенератора. - ГГНИ, - 2010, 21 с.

в) Программное и коммуникационное обеспечение

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Техническая термодинамика».
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов.

г) Интернет ресурс - www.gstou.ru электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», «Консультант студента»

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1 Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

2. Лаборатории теплотехники и теплоэнергетики

Техническая термодинамика и тепломассообмен

(наличие оборудования и ТСО)

1	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабораторных работ)
2	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
3	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторные работы)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	Комплект плакатов 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	Техническая термодинамика (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» 16 шт.
6	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м)
а.	Техническая термодинамика (86 шт.)
б.	Тепломассообмен (122 шт.)
	Презентации:
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Двигатели внутреннего сгорания
4	Физико-химические основы современной энергетики
5	Энергосбережение и ее роль в жизни общества (52 слайдов);
6	Мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению (20 слайдов);
7	Особенности реализации программ энергосбережения и энергетической эффективности для бюджетных организаций (9 слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)

согласования рабочей программы

Составитель:

Ст. преподаватель кафедры
«Теплотехника и гидравлика»

 / А.А. Хаджиев /

Согласовано:

Зав. кафедрой
«Экспертиза и управление
недвижимостью и теплогазоснабжение
(ЭУНТГ)»

 / В.М. Хадисов /

Зав. выпускающей каф.
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турлуев /

Директор ДУМП

 / М.А. Магомаева /