

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор центра метрологической службы
Дата подписания: 13.10.2023 16:02:33
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
/ Л.А. Марюшин /
« 31 » августа 2020 г.



Рабочая программа дисциплины

Термодинамика и теплопередача

Направление

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

**«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти,
газа и продуктов переработки»**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2020г

Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» следует отнести:

- формирование знаний о современных законах переноса энергии и массы, об основных теплотехнологических и теплофизических параметрах теплообменных аппаратов и установок;

- изучение способов повышения эффективности процессов переноса энергии и массы, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи расчета и проектирования теплообменных аппаратов и установок;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов расчета и проектирования теплообменных аппаратов и установок.

К **основным задачам** освоения дисциплины следует отнести:

- приобретение знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;

- умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли, определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения, рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии.

1. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата и взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В части цикла дисциплин базовой части (Б.1.1):

- Физика.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часа (из них 27 часов – лекции, 36 часа – лабораторные занятия, 18 часов – практические занятия, 135 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины изучаются на втором курсе.

форма контроля – зачет, экзамен.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
--------------------	-------------	---------

Общая трудоемкость	216 (6 з.е.)	3,4
Аудиторные занятия (всего)	81	3,4
Самостоятельная работа	135	3,4
Вид промежуточной аттестации		Зачет, экзамен

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения термодинамики

Определение предмета и его назначение в подготовке специалистов. Роль теплотехники в развитии энергетики страны; основные направления развития топливно-энергетического комплекса страны. Краткие сведения по истории развития теплотехники. Проблемы топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды. Термодинамическая система и окружающая среда. Термодинамические системы: закрытая, открытая, изолированная. Смеси идеальных газов. Основные термодинамические параметры смеси идеальных газов. Уравнения состояния для идеальных и реальных газов. Теплоемкость идеальных газов. Энтальпия идеального газа. Понятие о внутренней энергии газа.

Тема 2. Первый и второй законы термодинамики. Круговые процессы

Определение работы газа при его расширении. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Процессы изменения состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Регенеративный цикл. Интеграл Клаузиуса. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Круговые процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.

Тема 3. Термодинамические процессы

Метод исследования термодинамических процессов. Изопроецессы идеального газа. Политропный процесс. Уравнение Пуассона.

Тема 4. Реальные газы. Водяной пар. Влажность воздуха (2 часа)

Реальные газы. Свойства реальных газов. Уравнение состояния реальных газов. Понятие о водяном паре. Процесс парообразования в $P - V$ диаграмме. Определение параметров состояния водяного пара. Процессы изменения состояния водяного пара. Основные характеристики влажного воздуха. Абсолютная и относительная влажности воздуха. Измерение влажности.

Тема 5. Истечение и дросселирование газов и паров

Основные понятия. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Сопло Лавалья. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью h_s - диаграммы. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Понятие об эффекте Джоуля - Томсона.

Тема 6. Теплопроводность

Основные понятия и определения. Способы переноса тепловой энергии. Стационарный и нестационарный теплообмен. Температурное поле и градиент

температур. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и его зависимость от физических параметров. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок. Дифференциальное уравнение теплопроводности при наличии и отсутствии внутренних источников теплоты.

Тема 7. Конвективный теплообмен

Конвективный теплообмен. Основные факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена. Свободная, смешанная и вынужденная конвекция. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередачи. Основное уравнение теплопередачи.

Тема 8. Теплопередача. Теплообменные аппараты

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Понятие о критическом диаметре теплоизоляции. Теплообменные аппараты Назначение и классификация. Средний температурный напор. Типы теплообменных аппаратов и их основные характеристики. Конструктивный расчет теплообменного аппарата поверхностного типа. Основы расчетов смешивающих теплообменных аппаратов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических работ в аудиториях вуза и на мощностях предприятий-партнеров;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетного задания;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru*, *fepo.ru*;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам проектирования и расчета тепломассообменного оборудования, а также эффективных методов его оптимизации.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выступление на семинарском занятии с докладом на тему «Методы интенсификации теплообмена» (индивидуально для каждого обучающегося).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита отчетов по практическим заданиям.

Образцы тестовых заданий, заданий расчетных работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-6	готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-6 - готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов				
Показатель	Критерии оценивания			
	Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
знать: основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные научные законы и методы в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов,

		<p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации и подземных объектов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p>

		<p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации и подземных объектов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>Обучающийся владеет научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов в неполном</p>	<p>Обучающийся частично владеет научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет научными законами и методами в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов,</p>

		<p>объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>ве и эксплуатации и подземных объектов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	--	--	---	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма аттестации: зачёт в пятом семестре, экзамен в шестом семестре.

Форма промежуточной аттестации: экзамен (6 семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии)

Шкала оценивания	Описание
------------------	----------

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложениях к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Григорьев Б.А., Тепломассообмен: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. / Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. — 562 с.

2. Афанасьев Ю.О. Техническая термодинамика и теплотехника: сборник задач. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.О. Афанасьев, И.И. Дворовенко. — Электрон. дан. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 96 с.

3. Козлов В.Г. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Москва: ТУСУР, 2012. — 15 с.

4. Цветков О.Б. Термодинамики и теплопередача: Метод. указания к контрольным работам для студентов. [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев. — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2008. — 52 с.

5. Дюкова И.Н. Тепломассообмен. Экспериментальное исследование характеристик теплообмена: учебное пособие для студентов направления подготовки 13.03.01 (140100.62) Теплоэнергетика и теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2015. — 32 с.

6. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.С. Логинов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 256 с.

б) дополнительная литература:

1. Таранова Л.В. Теплообменные аппараты и методы их расчета: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. — 152 с.

2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Арутюнов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2007. — 85 с.

3. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок [Электронный ресурс]: справ. / Бродов Ю.М. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. — 480 с.

4. Дюкова И.Н. Газодинамический и тепловой расчет теплообменного аппарата: методические указания [Электронный ресурс]: метод. указ. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012. — 24 с.

5. Иванова И.В. Сборник задач по теплообмену: учебное пособие для студентов очной формы обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012. — 72 с.

6. Бакланова В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования. Часть 1. «Аппараты трубчатого и пластинчато-ребристого типов» [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 68 с.

7. Ягов В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. — 542 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте (<http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека»).

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: <http://i-exam.ru>, <http://fepo.ru>.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3

<http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2406, оснащенная лабораторными установками:

- «Определение коэффициента температуропроводности стали методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе (труба в трубе)»;

- «Определение коэффициента теплопередачи методом регулярного режима»;

- «Определение коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости на цилиндре»;

- «Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя».

Мультимедийная аудитория кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Ауд. АВ2415, оснащенная оргтехникой и мультимедиа средствами (проектор, ПК и др.), экспериментальная котельная на базе ОАО ВТИ (на основании Договора о сотрудничестве) с системой КИП и автоматики.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

1. Марюшин Л.А., Сенникова О.Б., Савельев И.Л. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Теплоэнергетические установки, системы и комплексы». – М.: Изд-во Московского политеха, - 46 с.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавание дисциплины имеет своей целью ознакомить студентов с достижениями в области прикладной физики и естественных наук, добиться уяснения ими основных методов расчета тепломассообменных установок, порядка их применения, привить им практические навыки использования этих знаний к конкретным производственным ситуациям.

Преподавание дисциплины осуществляется в соответствии с ФГОС ВО.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их

организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний для выполнения практических работ и самостоятельной работы бакалавров.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения.

В качестве методики проведения практических занятий можно предложить

1. Семинар – обсуждение существующих точек зрения на проблему и пути ее решения.
2. Тематические доклады, позволяющие вырабатывать навыки публичных выступлений.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование) магистров по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию бакалавров при конспектировании лекционного материала.

Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности бакалавр пишет контрольную работу или реферат по выбранной (свободной) теме.

Лекции проводятся в основном посредством метода устного изложения с элементами проблемного подхода и беседы.

Семинарские занятия могут иметь разные формы (работа с исследовательской литературой, анализ данных нормативной и справочной литературы, слушание докладов и др.), выбираемые преподавателем в зависимости от интересов бакалавров и конкретной темы.

Самостоятельная работа бакалавра включает в себя элементы реферирования и конспектирования научно-исследовательской литературы, подготовки и написания научных текстов, отработку навыков устных публичных выступлений.

Проверка качества усвоения знаний в течение семестра осуществляется в устной форме, путем обсуждения проблем, выводимых на семинарах и письменной, путем выполнения бакалаврами разных по форме и содержанию работ и заданий, связанных с практическим освоением содержания

дисциплины. Бакалавры демонстрируют в ходе проверки умение анализировать значимость и выявлять специфику различных проблем и тем в рамках изучаемой дисциплины и ее компонентов, знание научной и учебно-методической литературы. Текущая проверка знаний и умений бакалавров также осуществляется через проведение ряда промежуточных тестирований. Итоговая аттестация по дисциплине предполагает устный зачет или экзамен, на которых проверяется усвоение материала, усвоение базовых понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Форма обучения: Очная

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Термодинамика и теплопередача»

Москва
2020

Таблица 1
к приложению 2

Паспорт фонда оценочных средств

Термодинамика и теплопередача					
ФГОС ВО 21.03.01 «Нефтегазовое дело»					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-6	готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	<p>знать: основные научные законы и методы в сфере функц. производств по экспл. разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и экспл. подземных объектов</p> <p>уметь: использ. научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функц. производств по экспл. разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и экспл. подземных объектов</p> <p>владеть: науч. законами и методами в сфере функц. производств по экспл. разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и экспл. подземных объектов</p>	Лекция, семинарские занятия, лабораторные занятия, решение ситуационных задач, СРС	Экзамен, выполнение расчетной работы по индивидуальному заданию	<p>Базовый уровень: способен использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов в стандартных производственных ситуациях</p> <p>Повышенный уровень: способен использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов в нестандартных производственных ситуациях с их последующим анализом</p>

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

Перечень лабораторных работ по дисциплине

1. Лабораторная работа № 1.
Измерение влажности воздуха и определение точки росы.
2. Лабораторная работа № 2.
Изучение способов измерения температуры.
3. Лабораторная работа № 3.
Определение постоянной адиабаты воздуха в сочетании активного и реактивных сопротивлений.
4. Лабораторная работа № 4.
Определение вязкости жидкости методом Стокса.
5. Лабораторная работа №5.
Определение зависимости вязкости жидкости методом капиллярного вискозиметра.

Темы докладов

1. Методы интенсификации теплообмена.
2. Основные преимущества и недостатки оребрения поверхностей теплообмена.
3. Сферы применения рекуперативных теплообменных аппаратов.
4. Особенности проектирования и эксплуатации кожухотрубных ТА.
5. Особенности проектирования и эксплуатации пластинчатых ТА.
6. Особенности проектирования и эксплуатации испарительных ТА.
7. Особенности проектирования и эксплуатации конденсаторных ТА.
8. Применение ионной имплантации для модернизации поверхностей теплообмена.
9. Методики изменения свойств поверхностей теплообмена.
10. Основные виды теплоносителей на производстве и в сфере ЖКХ.
11. Массопередача между твердой и движущейся жидкой (газовой) фазой.
12. Материальный, тепловой балансы и кинетические закономерности абсорбции
13. Принципы разделения бинарной смеси ректификацией.
14. Ректификация многокомпонентных смесей.
15. Особенности проектирования и эксплуатации ректификационных аппаратов.

Примеры задач для практических занятий

Задача 1: часть 1.

Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество переданной теплоты при течении воды в трубе диаметром $d = 40$ мм и длиной $l = 3$ м со скоростью $w = 1$ м/сек, если средняя температура воды $t_f = 80$ °С, а температура стенки $t_w = 65$ °С.

l/d Re _f	Значения ε_1 для ламинарного режима								
	1	2	5	10	15	20	30	40	50
$2 \cdot 10^3$	1,9	1,7	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1
$2 \cdot 10^4$	1,65	1,5	1,34	1,23	1,17	1,13	1,07	1,03	1
$2 \cdot 10^4$	1,51	1,4	1,27	1,18	1,13	1,1	1,05	1,02	1
$2 \cdot 10^4$	1,34	1,27	1,18	1,13	1,1	1,08	1,04	1,02	1
$2 \cdot 10^5$	1,28	1,22	1,15	1,1	1,08	1,06	1,03	1,02	1

Задача 1: часть 2.

Как изменится среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество переданной теплоты, если труба изогнута виде змеевика диаметром $D = 1000$ мм, а все другие условия останутся такие же как в первой части задачи.

Задача 2: Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество переданной теплоты при течении воды в трубе диаметром $d = 8$ мм и длиной $l = 360$ мм, если расход воды составляет $V = 108$ л/ч. Средняя температура воды $t_f = 50$ °С, температура стенки трубы $t_w = 30$ °С.

Re·10 ⁻³	2,1	2,3	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
K ₀	1,9	3,3	4,4	6	10	12,2	15,5	19,5	24	27	30	33

Задача 3: Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество переданной теплоты при течении трансформаторного масла в трубе диаметром $d = 10$ мм и длиной $l = 1,5$ м, если средняя скорость $w = 0,7$ м/сек, средняя температура масла в трубе $t_f = 70$ °С и средняя температура стенки трубы $t_w = 30$ °С.

Задача 4: По трубе с внутренним диаметром $d = 30$ мм течёт вода со скоростью $w = 1$ м/сек, средняя температура воды $t_f = 180$ °С, средняя температура внутренней поверхности стенки $t_w = 230$ °С. Определить гидравлический коэффициент сопротивления канала ξ , коэффициент теплоотдачи α и удельный тепловой поток q от стенки к воде.

Вопросы к экзамену

1. Роль теплотехники в развитии энергетики страны; основные направления развития топливно-энергетического комплекса страны.
2. Проблемы топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды.
3. Термодинамическая система и окружающая среда.
4. Термодинамические системы: закрытая, открытая, изолированная.
5. Смеси идеальных газов.
6. Основные термодинамические параметры смеси идеальных газов.
7. Уравнения состояния для идеальных и реальных газов.
8. Теплоемкость идеальных газов.
9. Энтальпия идеального газа.
10. Понятие о внутренней энергии газа.
11. Определение работы газа при его расширении.
12. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
13. Процессы изменения состояния идеальных газов.
14. Второй закон термодинамики.
15. Регенеративный цикл.
16. Интеграл Клаузиуса.
17. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
18. Круговые процессы (циклы).
19. Прямой и обратный циклы Карно.
20. Метод исследования термодинамических процессов.
21. Изопроцессы идеального газа.
22. Политропный процесс.
23. Уравнение Пуассона.
24. Реальные газы.
25. Свойства реальных газов.
26. Уравнение состояния реальных газов.
27. Понятие о водяном паре.
28. Процесс парообразования в $P - V$ диаграмме.
29. Определение параметров состояния водяного пара.
30. Процессы изменения состояния водяного пара.
31. Основные характеристики влажного воздуха.
32. Абсолютная и относительная влажности воздуха.
33. Измерение влажности.
34. Основные понятия.
35. Уравнение истечения.
36. Располагаемая работа и скорость истечения.
37. Секундный расход при истечении.
38. Критическое отношение давлений.

39. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима.
40. Сопло Лавалья.
41. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью h_s - диаграммы.
42. Дросселирование газов и паров.
43. Сущность процесса дросселирования и его уравнение.
44. Понятие об эффекте Джоуля - Томсона.
45. Основные понятия и определения.
46. Способы переноса тепловой энергии.
47. Стационарный и нестационарный теплообмен.
48. Температурное поле и градиент температур.
49. Закон Фурье.
50. Коэффициент теплопроводности и его зависимость от физических параметров.
51. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок.
52. Дифференциальное уравнение теплопроводности при наличии и отсутствии внутренних источников теплоты.
53. Конвективный теплообмен.
54. Основные факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена.
55. Свободная, смешанная и вынужденная конвекция.
56. Уравнение Ньютона - Рихмана.
57. Коэффициент теплоотдачи.
58. Коэффициент теплопередачи.
59. Термическое сопротивление теплопередачи.
60. Основное уравнение теплопередачи.
61. Сложный теплообмен.
62. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки.
63. Коэффициент теплопередачи.
64. Пути интенсификации процесса теплопередачи.
65. Тепловая изоляция.
66. Понятие о критическом диаметре теплоизоляции.
67. Теплообменные аппараты.
68. Назначение и классификация.
69. Средний температурный напор.
70. Типы теплообменных аппаратов и их основные характеристики.
71. Конструктивный расчет теплообменного аппарата поверхностного типа.
72. Основы расчетов смешивающих теплообменных аппаратов.

Примеры тестовых заданий

1) Для нагрева водяным паром используют преимущественно насыщенный и перегретый водяной пар давлением:

1. до 1,4 МПа;
2. до 1,2 МПа;
3. выше 1,2 МПа;
4. нет правильных ответов;

2) В соответствии с применяемым давлением, нагревание паром ограничено температурой:

1. 120 °С;
2. 195 °С;
3. 180 °С;
4. 190 °С.

3) Нагреву водяным паром соответствует высокая удельная теплота парообразования (конденсации) насыщенного водяного пара:

1. 1990–2160 кДж/кг;
2. 1990–2260 кДж/кг;
3. нет правильных ответов;
4. 1390–2260 кДж/кг.

4) Нагреву водяным паром соответствует высокий коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося водяного пара:

1. 5000–18000 Вт/(м²К);
2. 5100–18000 Вт/(м²К);
3. 5000–18000 кВт/(м²К);
4. 5000–16000 Вт/(м²К).

5) Различают два способа нагревания водяным паром:

1. нет правильных ответов;
2. «влажным» и «сухим»;
3. «перегретым» и «насыщенным»;
4. «острым» и «глухим».

6) Способ нагрева дымовыми газами используется для нагрева сред до температур:

1. 180–1000 °С;
2. 180–1100 °С;
3. нет правильных ответов;
4. 150–800 °С.

7) Особенностью нагрева дымовыми газами являются небольшие коэффициенты теплоотдачи от дымовых газов к стенкам аппаратов:

1. 15–35 Вт/(м²К);
2. 25–35 Вт/(м²К);
3. 15–65 Вт/(м²К);
4. 18–42 Вт/(м²К).

8) Нагрев электрическим током в электропечах применяют при необходимости нагрева материалов выше:

1. 1050 °С;
2. нет правильных ответов;
3. 1000 °С;
4. 1100 °С.

9) По способу преобразования электрической энергии в тепловую различают электрические печи:

1. сопротивления, индукционные;
2. сопротивления, индукционные и дуговые;
3. сопротивления и дуговые;
4. индукционные и дуговые;

10) В электрических печах сопротивления косвенного действия нагревание осуществляется до температуры:

1. 1100 °С;
2. 1200 °С;
3. 1000 °С;
4. 1150 °С.

11) В электрических индукционных печах нагревание осуществляется:

1. магнитными полями;
2. нет правильных ответов;
3. индукционными токами;
4. высокочастотными излучателями.

12) В дуговых печах нагревание материалов осуществляется электрической дугой до температур:

1. 1200–1500 °С;
2. 1300–1450 °С;
3. 1100–1600 °С;
4. 1300–1500 °С.

13) Электрическая дуга в дуговых печах возникает в:

1. инертной среде;
2. кислой среде;
3. газообразной среде;
4. пылевой среде.

14) В зависимости от времени года и климатических условий охлаждение водой и воздухом осуществляется:

1. нет правильных ответов;
2. до 20–30 °С;
3. свыше 20–30 °С;
4. до 10–25 °С.

15) Вода, отбираемая из артезианских скважин, имеет температуру:

1. 18–22 °С;
2. 8–16 °С;
3. 8–12 °С;

4. 6,8–12,2 °С.

16) В процессе абсорбции имеет место переход вещества или группы веществ:

1. из газовой (паровой) фазы в жидкую;
2. из газовой (паровой) фазы в твердую;
3. из жидкой фазы в твердую;
4. нет правильных ответов.

17) В процессе ректификации имеет место переход вещества или группы веществ:

1. из жидкой фазы в твердую и наоборот;
2. из жидкой фазы в паровую и наоборот;
3. из газовой фазы в жидкую и наоборот;
4. из жидкой фазы в паровую;

18) В процессе экстракции имеет место переход вещества:

1. из одной жидкой фазы в твердую фазу;
2. из газовой фазы в другую жидкую фазу;
3. из одной жидкой фазы в другую жидкую фазу;
4. из одной жидкой фазы в газовую фазу.

19) В процессе адсорбции вещества переходят:

1. нет правильных ответов;
2. из жидкой фазы в твердую;
3. из газовой фазы в твердую;
4. из газовой или жидкой фаз в твердую;

20) В ионнообменном процессе вещества переходят:

1. из жидкой фазы в газовую;
2. из газовой фазы в твердую;
3. из жидкой фазы в конденсированную;
4. из жидкой фазы в твердую.

21) В процессе сушки имеет место переход влаги:

1. из твердого материала в паровую фазу;
2. из твердого влажного материала в паровую или газовую фазу;
3. из сухого материала в газовую фазу;
4. нет правильных ответов.

22) В процессе кристаллизации происходит переход вещества:

1. из жидкой фазы в твердую фазу;
2. из жидкой фазы в аморфную фазу;
3. из жидкой фазы в кристаллическую фазу;
4. из газовой фазы в твердую фазу.

23) Уравнение прямой, выражающее зависимость между рабочими концентрациями, называется:

1. физической линией процесса;
2. экспериментальной линией процесса;
3. рабочей линией процесса;
4. расчетной линией процесса.

24) Молекулярная диффузия в газах и растворах жидкостей происходит в результате:

1. нет правильных ответов;
2. упорядоченного движения молекул, не связанного с движением потоков жидкости;
3. движения молекул, связанного с движением потоков жидкости;
4. хаотического движения молекул, не связанного с движением потоков жидкости.

25) Коэффициент диффузии показывает:

1. какое количество вещества диффундирует через поверхность 1 м^2 при разности концентраций на расстоянии 1 м , равной единице;
2. какое количество вещества диффундирует в течение 1 с при разности концентраций на расстоянии 1 м , равной единице;
3. какое количество вещества диффундирует через поверхность 1 м^2 в течение 1 с при разности концентраций на расстоянии 1 м , равной единице;
4. какое количество вещества диффундирует через поверхность 1 м^2 в течение 1 с .

26) В реальном абсорбере равновесие между фазами:

1. достигается;
2. не достигается; +
3. достигается с помощью нагрева;
4. достигается при охлаждении.

27) Уравнение конвективной диффузии необходимо решать совместно с:

1. уравнениями движения Навье-Стокса;
2. нет правильных ответов;
3. уравнениями Бойля-Мариотта;
4. уравнениями Джоуля-Томсона.

28) Толщина диффузионного подслоя равна толщине гидродинамического ламинарного подслоя при:

1. $Pr' = \nu / D = 2$;
2. $Pr' = \nu / D = 1$;
3. $Pr' = \nu / D = 1,2$;
4. $Pr' = \nu / D = 1,08$.

29) Физическая абсорбция:

1. необратима;
2. хаотична;
3. нет правильных ответов;
4. обратима.

30) Закон Генри справедлив к растворам газов, критические температуры которых:

1. ниже температуры раствора;
2. выше температуры раствора;
3. равны температуре раствора;
4. выше температуры конденсата.