

Приложение 2.2.16

к ОПОП по

специальности

21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Рабочая программа дисциплины

«ОП.07 ТЕРМОДИНАМИКА»

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины	2
<i>1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы</i>	<i>2</i>
<i>1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины</i>	<i>2</i>
2. Структура и содержание дисциплины.....	3
<i>2.1. Трудоемкость освоения дисциплины.....</i>	<i>3</i>
<i>2.2. Содержание дисциплины</i>	<i>4</i>
3. Условия реализации дисциплины	8
<i>3.1. Материально-техническое обеспечение</i>	<i>8</i>
<i>3.2. Учебно-методическое обеспечение.....</i>	<i>8</i>
4. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины.....	9

12. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.07 Термодинамика»

(наименование дисциплины)

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «ОП.07 Термодинамика»: формирование у обучающихся системы знаний в области передачи энергии различными телами, жидкостями и газами.

Дисциплина «ОП.07 Термодинамика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла ОПОП в соответствии с ФГОС СПО по специальности 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ.

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 1-6 ПК 2.1	определять причины изменения и отклонения от нормативных (допустимых) величин эксплуатационных параметров работы оборудования; анализировать информацию о балансе и запасах углеводородов на станциях хранения;	методы регулирования насосов и компрессорных машин; эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах, вспомогательное оборудование и различные системы газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (далее – ГПА); технологические процессы закачки, отбора и хранения газа, нефти и нефтепродуктов из хранилища.	-

2.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Трудоемкость освоения дисциплины

Наименование составных частей дисциплины	Объем в часах	В т.ч. в форме практ. подготовки
Учебные занятия	60	30
Самостоятельная работа	2	
Консультации	-	
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета		
Всего	62	30

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Раздел 1. Техническая термодинамика		32	
Тема 1.1 Первый закон термодинамики	Содержание	4	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Термодинамический процесс. Уравнение состояния. Внутренняя энергия, теплота и работа. Теплоёмкость. Термические коэффициенты и связь между ними.		
	В том числе практических занятий		
	Решение задач по первому закону термодинамики	2	
Тема 1.2 Второй закон термодинамики	Содержание	4	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Энергия и энтропия. Равновесность и обратимость процессов. Цикл Карно. Термодинамический метод анализа энергетических установок. Форма передачи энергии.		
	В том числе практических занятий		
	Определение энтропии систем	2	
Тема 1.3 Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа	Содержание	2	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Общие сведения об исследовании процессов. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс.		
	В том числе практических занятий		
	Практическое занятие №3 – Решение графических задач по изопроцессам.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся	2	

Тема 1.4 Термодинамика газового потока	Содержание	2	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Уравнение газового потока. Основные закономерности соплового и диффузорного		
	В том числе практических занятий		
	Определение изменения температуры воздуха в процессе адиабатного дросселирования.	2	
Тема 1.5 Компрессорные машины	Содержание	4	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Одноступенчатый компрессор. Многоступенчатый компрессор.		
	В том числе практических занятий	-	
	Принцип действия одноступенчатого компрессора	2	
	Принцип действия многоступенчатого компрессора	2	
Тема 1.6 Холодильные машины	Содержание	4	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Циклы холодильных установок различного типа. Тепловой насос. Вихревая труба. Термотрансформаторы		
	В том числе практических занятий		
	Принцип действия холодильных установок различного типа	2	
	Принцип действия Тепловой насос	2	
	Принцип действия Вихревая труба.	2	
	Принцип действия Термотрансформаторы	2	
Раздел 2. Теплопередача		16	
Тема 2.1 Основы теории теплообмена	Содержание	2	ОК 01 ОК 02 ОК04 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток.		
	В том числе практических занятий		
	Определение тепловых потоков в результате теплообмена	2	
Тема 2.2 Метод Фурье	Содержание	2	ОК 01 ОК 02 ОК04 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Граничные условия. Теплообмен в плоском канале. Теплообмен в цилиндрическом		
	В том числе практических занятий		
	Определение плотности теплового потока через плоскую стенку.	2	
	Определение плотности теплового потока через цилиндрическую стенку	2	

	Самостоятельная работа обучающихся	2	
Тема 2.3 Конвективный теплообмен в потоках жидкости	Содержание	2	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Гидродинамическая теория теплообмена. Аналитические решения уравнений. Теплообмен при течении жидкостей в плоскопараллельных каналах.		
	В том числе практических занятий	2	
	Решение задач по теории теплообмена		
Тема 2.4 Теория теплового воспламенения	Содержание	4	ОК 01 ОК 02 ОК 05 ОК 06 ПК 2.1
	1. Режимы воспламенения. Стационарная теория воспламенения. Квазистационарная теория воспламенения. Очаговое воспламенение. Вырожденные режимы воспламенения.		
	В том числе практических занятий	2	
	Решение задач по теории теплового воспламенения		
Промежуточная аттестация - экзамен		2	
Всего:		62	

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет «Гидравлики и термодинамики», оснащенный оснащённый в соответствии с п. 6.1.1.2 образовательной программы по специальности 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ.

4.2. Учебно-методическое обеспечение

4.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6537-8.
2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 308 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06945-7.
3. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 454 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12196-4.

4.2.2. Дополнительные источники

1. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6537-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148482> (дата обращения: 02.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для среднего профессионального образования / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 308 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06945-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/474488>

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (знания, умения)	Критерии оценки	Методы оценки
Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины		
определять причины изменения и отклонения от нормативных (допустимых) величин эксплуатационных параметров работы оборудования;	Определяет причины изменения термодинамических процессов	Экспертная оценка выполнения практической работы
анализировать информацию о балансе и запасах углеводородов на станциях хранения;	Анализирует информацию и делает выводы об основных термодинамических процессах в отрасли	Экспертная оценка выполнения практической работы
Перечень умений, осваиваемых в рамках дисциплины		
методы регулирования насосов и компрессорных машин;	Определяет методы регулирования параметров термодинамических процессов в энергетических машинах	Экспертное наблюдение
эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах, вспомогательное оборудование и различные системы газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (далее – ГПА);	Знает основные термодинамические характеристики газа	Экспертное наблюдение
технологические процессы закачки, отбора и хранения газа, нефти и нефтепродуктов из хранилища.	Определяет технологические процессы термодинамической среды	Экспертное наблюдение

4.1 Примерные типовые задания для проведения аттестации¹

Задача 1. Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду с метаном CH_4 , показывает разрежение 0,056 МПа. Атмосферное давление по ртутному барометру составляет 768 мм рт. ст. (0,102 МПа). Определить абсолютное давление в сосуде и плотность метана, если температура в сосуде равна 20°C. Показания вакуумметра и барометра приведены к температуре 0°C.

Задача 2. Баллон с кислородом емкостью 20 л находится под давлением 1,0 МПа при $t=15^\circ\text{C}$. После израсходования части кислорода давление понизилось до 0,76 МПа, а температура уменьшилась до 10°C. Определить массу израсходованного кислорода.

Задача 3. Определить удельный объем пропана (C_3H_8) как идеального газа при следующих условиях: температура газа $t=20^\circ\text{C}$, манометрическое давление газа в баллоне 5,6 МПа, абсолютное давление газа в помещении равно 0,099 МПа.

Задача 4. По данным анализа установлен следующий объемный состав природного газа: $\text{CH}_4=96\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=3\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,3\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,2\%$; $\text{CO}_2=0,1\%$; $\text{N}_2=0,4\%$. Определить среднюю

¹ Согласно Приказу Минпросвещения России от 6 ноября 2024 г. № 779 оценочные материалы – являются рабочим инструментом преподавателя и не являются составной частью рабочей программы.

молекулярную массу природного газа (μ_m), плотность газа в нормальных условиях (ρ), массовые концентрации компонентов (m_i), их парциальные давления (P_i), средние теплоемкости (C_{pm} , C_{vm}) и показатель адиабаты.

Задача 5. До какого давления необходимо сжать смесь газов, состоящую по весу из $\text{CO}_2=12\%$, $\text{O}_2=8\%$, $\text{N}_2=80\%$, чтобы при температуре $t=20^\circ\text{C}$ ее плотность была $1,6 \text{ кг/м}^3$.

Задача 6. При движении природного газа по трубопроводу его параметры изменяются от $t_1=50^\circ\text{C}$ и $P_1=5,5 \text{ МПа}$ до $t_2=20^\circ\text{C}$ и $P_2=3,1 \text{ МПа}$. Средняя молекулярная масса газа $\mu_m=16 \text{ кг/кмоль}$. Средняя теплоемкость газа $C_{pm}=1,62 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Считая газ идеальным и принимая во внимание, что внешняя полезная работа на участке трубопровода равна нулю ($w_{1,2}=0$), определить удельную величину внешнего ($q_{1,2}$) и внутреннего ($q'_{1,2}$) теплообмена.

Задача 7. 3 кг метана (CH_4) сжимаются при затрате работы 800 кДж. Внутренняя энергия при этом изменяется на 595 кДж. Молярная теплоемкость при постоянном объеме 26,5 кДж/(кмоль·К). Определить количество теплоты, разность температур и изменение энтальпии.

Задача 8. В газотурбинной установке (ГТУ) за сутки ее работы сожжено 38000 м³ природного газа, имеющего теплоту сгорания $Q_{\text{нр}}=56000 \text{ кДж/кг}$. Определить среднюю мощность ГТУ, если к.п.д. ее составил $\eta=25\%$. Плотность газа в данном случае равна $\rho=0,76 \text{ кг/м}^3$

Задача 9. Метан массой 1 кг адиабатически расширяется от давления $P_1=5,4 \text{ МПа}$ и температуры 40°C до давления $P_2=1 \text{ МПа}$. Найти конечный объем, температуру, потенциальную и термодинамическую работу, изменение внутренней энергии и энтальпии. Показатель адиабаты принять равным 1,4.

Задача 10. 1 кг метана при постоянной температуре $t_1=20^\circ\text{C}$ и начальном давлении $P_1=3,0 \text{ МПа}$ сжимается до давления $P_2=5,8 \text{ МПа}$. Определить удельный конечный объем, количество тепла, отводимого в процессе сжатия, и затрачиваемую работу.