

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
металлургии и  
материаловедения

\_\_\_\_\_ А.А. Уманский

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Утилизация тепла уходящих газов

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

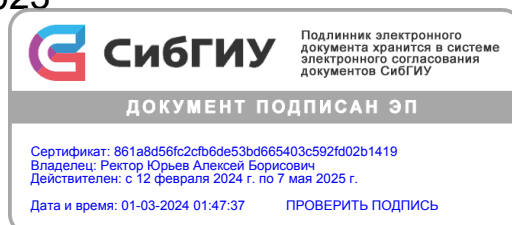
Квалификация выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк  
2023



## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение основ теории утилизация тепла уходящих газов тепловых агрегатов и принципов энергосбережения в промышленности.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение конструкций и тепловой работы рекуперативных и регенеративных теплообменников;
- изучение основ эксплуатации и конструирования теплообменников;
- изучение теплового и аэродинамического расчетов теплообменников тепловых агрегатов;
- изучение тепловой работы агрегатов, снабженных утилизаторами тепла уходящих газов, и принципов энергосбережения в промышленности.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Водоподготовка котельных установок;
- Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации;
- Методология научного познания;
- Комплексное использование сырья и отходов в современном производстве;
- Ресурсо- и энергосбережение в современном производстве;
- Моделирование и оптимизация технологических процессов.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен	ПК-2.2 Контролирует	– знать: требования

	осуществлять производственный контроль соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте	соблюдение работниками опасного производственного объекта требований промышленной безопасности	промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов. – уметь: соблюдать требования промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов. – владеть: методикой соблюдения требований промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов.
--	---	---	--

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

#### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>5</b>	<b>5</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	<b>16</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>24</b>	<b>24</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>

в форме практической подготовки	<b>0</b>	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	<b>0</b>	0
в форме практической подготовки	<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	<b>95</b>	95
в форме практической подготовки	<b>0</b>	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	<b>45</b>	45
в форме практической подготовки	<b>0</b>	0

### **Содержание учебной дисциплины**

Раздел 1 Введение в теорию утилизации тепла уходящих дымовых газов промышленных тепловых агрегатов;

Тема 1.1 Влияние подогрева воздуха на технологические процессы тепловых агрегатов. Влияние температуры подогрева окислителя и топлива на процесс горения топлива. Улучшение условий смесеобразования топлива и воздуха в процессе горения. Обеспечение полноты окисления горючих элементов топлива в процессе горения топлива. Снижение расхода топлива в зависимости от эффективности утилизации тепла отходящих газов тепловых агрегатов.;

Тема 1.2 Тепловая работа топливосжигающих устройств тепловых агрегатов на подогретом окислителе и топливе. Изменение геометрических характеристик газового и мазутного факелов в зависимости от температуры подогрева топливовоздушной смеси. Особенности выбора и тепловой работы топливосжигающих устройств на подогретом воздухе и газе. Особенности горения топлива на подогретом воздухе;

Раздел 2 Характеристика теплообменников промышленных тепловых агрегатов;

Тема 2.1 Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных теплообменников. Классификация теплообменников. Классификация рекуператоров и регенераторов. Металлические и керамические рекуператоры. Рекуператоры, работающие по конвективному, радиационному и сложному виду теплообмена. Конструкции и характеристики рекуператоров и регенераторов;

Тема 2.2 Рекуперативные и регенеративные горелочные блоки. Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных горелочных блоков. Достоинства и недостатки рекуперативных и регенеративных горелочных блоков. Преимущества тепловых агрегатов, снабженных рекуперативными и регенеративными горелочными блоками;

Раздел 3 Основы эксплуатации и принципы конструирования промышленных теплообменников;

Тема 3.1 Основы промышленной эксплуатации рекуператоров и их защита от неблагоприятных производственных факторов. Причины разрушений рекуператоров и снижения их теплотехнических характеристик. Способы защиты рекуператоров от разрушений и

перегрева. Роль систем автоматизации в повышении надежности работы рекуператоров;

Тема 3.2 Методика выбора рекуператоров. Выбор теплообменного аппарата, схемы теплообмена, марки стали. Требования к химическому составу, эксплуатационным характеристикам, теплофизическим параметрам металла, применяемому для конструирования рекуператоров;

Раздел 4 Основы теплового и аэродинамического расчетов промышленных теплообменников;

Тема 4.1 Основы теплового расчета теплообменников. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Подготовка исходных данных для расчета. Расчет коэффициентов теплопередачи, среднелогарифмической разности температур, температуры разделительной стенки;

Тема 4.2 Основы аэродинамического расчета теплообменников. Подготовка исходных данных для расчета. Виды потерь давления на воздушном тракте рекуператора. Особенности расчета воздушного и дымового трактов промышленных рекуператоров.

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Введение в теорию утилизации тепла уходящих дымовых газов промышленных тепловых агрегатов		
Тема 1.1.	Влияние подогрева воздуха на технологические процессы тепловых агрегатов. Влияние температуры подогрева окислителя и топлива на процесс горения топлива. Улучшение условий смесеобразования топлива и воздуха в процессе горения. Обеспечение полноты окисления горючих элементов топлива в процессе горения топлива. Снижение расхода топлива в зависимости от эффективности утилизации	2	

	тепла отходящих газов тепловых агрегатов.		
Тема 1.2.	Тепловая работа топливосжигающих устройств тепловых агрегатов на подогретом окислителе и топливе. Изменение геометрических характеристик газового и мазутного факелов в зависимости от температуры подогрева топливовоздушной смеси. Особенности выбора и тепловой работы топливосжигающих устройств на подогретом воздухе и газе. Особенности горения топлива на подогретом воздухе	2	
Раздел 2.	Характеристика теплообменников промышленных тепловых агрегатов		
Тема 2.1.	Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных теплообменников. Классификация теплообменников. Классификация рекуператоров и регенераторов. Металлические и керамические рекуператоры. Рекуператоры, работающие по конвективному, радиационному и сложному виду теплообмена. Конструкции и характеристики рекуператоров и регенераторов	2	
Тема 2.2.	Рекуперативные и регенеративные горелочные блоки. Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных горелочных блоков. Достоинства и недостатки рекуперативных и регенеративных	2	

	горелочных блоков. Преимущества тепловых агрегатов, снабженных рекуперативными и регенеративными горелочными блоками		
Раздел 3.	Основы эксплуатации и принципы конструирования промышленных теплообменников		
Тема 3.1.	Основы промышленной эксплуатации рекуператоров и их защита от неблагоприятных производственных факторов. Причины разрушений рекуператоров и снижения их теплотехнических характеристик. Способы защиты рекуператоров от разрушений и перегрева. Роль систем автоматизации в повышении надежности работы рекуператоров	2	
Тема 3.2.	Методика выбора рекуператоров. Выбор теплообменного аппарата, схемы теплообмена, марки стали. Требования к химическому составу, эксплуатационным характеристикам, теплофизическим параметрам металла, применяемому для конструирования рекуператоров	2	
Раздел 4.	Основы теплового и аэродинамического расчетов промышленных теплообменников		
Тема 4.1.	Основы теплового расчета теплообменников. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Подготовка исходных данных для расчета. Расчет коэффициентов теплопередачи, среднелогарифмической разности температур,	2	

	температуры разделительной стенки		
Тема 4.2.	Основы аэродинамического расчета теплообменников. Подготовка исходных данных для расчета. Виды потерь давления на воздушном тракте рекуператора. Особенности расчета воздушного и дымового трактов промышленных рекуператоров	2	
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>0</b>

### 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Расчет теплового баланса рекуперативного теплообменника теплового агрегата	6	
Раздел 2.	Расчет коэффициента теплопередачи металлического рекуперативного теплообменника	6	
Раздел 3.	Расчет среднеарифметической разности температур теплообменника радиационного типа	4	
Раздел 3.	Расчет геометрических размеров теплообменника радиационного типа	4	
Раздел 4.	Расчет аэродинамических потерь на тракте рекуперативного теплообменника	4	
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	<b>0</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
<b>Итого:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>



## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
<b>Итого:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

## 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка реферата; 3. Прохождение тестирования.	24	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	24	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	24	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	23	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	45	
<b>Итого:</b>		<b>140</b>	<b>0</b>

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Гусовский, В. Л. Современные нагревательные и термические печи (конструкции и технические характеристики) : справочник / под ред. А. Б. Усачева. – Москва : Машиностроение, 2001. – 656 с. : ил.;

2 Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г. Н. Делягин, В. И. Лебедев, Б. А. Пермяков, П. А. Хаванов. – Москва : Бастет, 2010. – 623 с. : ил.;

3 Быстрицкий, Г. Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 304 с. : ил. – (Высшее профессиональное образование).;

4 Теплотехника : учебник для вузов / В. А. Гуляев, Б. А. Вороненко, Л. М. Корнюшко, В. В. Пеленко [и др.]. – Санкт-Петербург : РАПП, 2009. – 345 с. : ил.;

5 Павловец, В. М. Рекуператоры для промышленных печей : учебное пособие для вузов / В. М. Павловец ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2012. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?InSection=18&IngEdition=1784&IngFile=1791&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 13.04.2023);

6 Павловец, В. М. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы : учебное пособие для вузов / В. М. Павловец ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?InSection=18&IngEdition=2911&IngFile=2868&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 13.04.2023).

#### **б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 – ]. – URL: <http://rusneb.ru>. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

8 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

10 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- 7-Zip;
- AutoCAD;
- Kaspersky Endpoint Security;
- ProjectLibre;
- Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Павловец Виктор Михайлович (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

## Приложение

### Аннотация

#### рабочей программы дисциплины «Утилизация тепла уходящих газов»

по направлению подготовки (специальности)

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

форма обучения – Очная форма

#### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение основ теории утилизация тепла уходящих газов тепловых агрегатов и принципов энергосбережения в промышленности.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение конструкций и тепловой работы рекуперативных и регенеративных теплообменников;
- изучение основ эксплуатации и конструирования теплообменников;
- изучение теплового и аэродинамического расчетов теплообменников тепловых агрегатов;
- изучение тепловой работы агрегатов, снабженных утилизаторами тепла уходящих газов, и принципов энергосбережения в промышленности.

#### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Водоподготовка котельных установок;
- Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации;
- Методология научного познания;
- Комплексное использование сырья и отходов в современном производстве;
- Ресурсо- и энергосбережение в современном производстве;
- Моделирование и оптимизация технологических процессов.

### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен осуществлять производственный контроль соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте	ПК-2.2 Контролирует соблюдение работниками опасного производственного объекта требований промышленной безопасности	<p>– знать: требования промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов.</p> <p>– уметь: соблюдать требования промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов.</p> <p>– владеть: методикой соблюдения требований промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов.</p>

#### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			<b>экзамен</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>5</b>	<b>5</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	<b>16</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>24</b>	<b>24</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>95</b>	<b>95</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>

Контроль, <i>академ. час.</i>	<b>45</b>	45
в форме практической подготовки	<b>0</b>	0

## **5 Краткое содержание учебной дисциплины**

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение в теорию утилизации тепла уходящих дымовых газов промышленных тепловых агрегатов;

Тема 1.1 Влияние подогрева воздуха на технологические процессы тепловых агрегатов. Влияние температуры подогрева окислителя и топлива на процесс горения топлива. Улучшение условий смесеобразования топлива и воздуха в процессе горения. Обеспечение полноты окисления горючих элементов топлива в процессе горения топлива. Снижение расхода топлива в зависимости от эффективности утилизации тепла отходящих газов тепловых агрегатов.;

Тема 1.2 Тепловая работа топливосжигающих устройств тепловых агрегатов на подогретом окислителе и топливе. Изменение геометрических характеристик газового и мазутного факелов в зависимости от температуры подогрева топливоздушной смеси. Особенности выбора и тепловой работы топливосжигающих устройств на подогретом воздухе и газе. Особенности горения топлива на подогретом воздухе;

Раздел 2 Характеристика теплообменников промышленных тепловых агрегатов;

Тема 2.1 Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных теплообменников. Классификация теплообменников. Классификация рекуператоров и регенераторов. Металлические и керамические рекуператоры. Рекуператоры, работающие по конвективному, радиационному и сложному виду теплообмена. Конструкции и характеристики рекуператоров и регенераторов;

Тема 2.2 Рекуперативные и регенеративные горелочные блоки. Конструкции и тепловая работа рекуперативных и регенеративных горелочных блоков. Достоинства и недостатки рекуперативных и регенеративных горелочных блоков. Преимущества тепловых агрегатов, снабженных рекуперативными и регенеративными горелочными блоками;

Раздел 3 Основы эксплуатации и принципы конструирования промышленных теплообменников;

Тема 3.1 Основы промышленной эксплуатации рекуператоров и их защита от неблагоприятных производственных факторов. Причины разрушений рекуператоров и снижения их теплотехнических характеристик. Способы защиты рекуператоров от разрушений и перегрева. Роль систем автоматизации в повышении надежности работы рекуператоров;

Тема 3.2 Методика выбора рекуператоров. Выбор теплообменного аппарата, схемы теплообмена, марки стали. Требования к химическому составу, эксплуатационным характеристикам, теплофизическим параметрам металла, применяемому для конструирования рекуператоров;

Раздел 4 Основы теплового и аэродинамического расчетов промышленных теплообменников;

Тема 4.1 Основы теплового расчета теплообменников. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Подготовка исходных данных для расчета. Расчет коэффициентов теплопередачи, среднелогарифмической разности температур, температуры разделительной стенки;

Тема 4.2 Основы аэродинамического расчета теплообменников. Подготовка исходных данных для расчета. Виды потерь давления на воздушном тракте рекуператора. Особенности расчета воздушного и дымового трактов промышленных рекуператоров.

### **6 Составитель(и):**

доцент Павловец Виктор Михайлович (кафедра теплоэнергетики и экологии).