

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»)

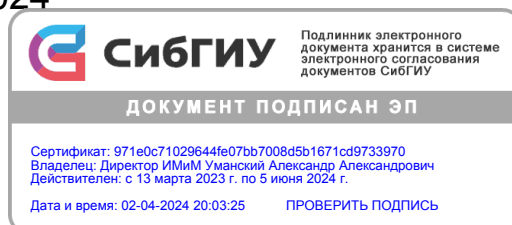
Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024



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 и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

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

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.
--	---	---	--

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		ИТОГО	1 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		66	66
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	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 тепла отходящих газов тепловых агрегатов.	2	
Тема 1.2.	Тепловая работа топливосжигающих устройств тепловых агрегатов на подогретом окислителе и топливе. Изменение геометрических характеристик газового и	2	

	<p>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</p>		
Раздел 2.	<p>Характеристика теплообменников промышленных тепловых агрегатов</p>		
Тема 2.1.	<p>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</p>	2	
Тема 2.2.	<p>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</p>	2	
Раздел 3.	<p>Основы эксплуатации и принципы конструирования промышленных</p>		

	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, температуры разделительной стенки	2	
Тема 4.2.	Основы аэродинамического расчета теплообменников. Подготовка исходных данных для расчета. Виды потерь давления на воздушном тракте рекуператора. Особенности расчета	2	

	воздушного и дымового трактов промышленных рекуператоров		
Итого:		16	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Расчет теплового баланса рекуперативного теплообменника теплового агрегата	2	
Раздел 2.	Расчет коэффициента теплопередачи металлического рекуперативного теплообменника	2	
Раздел 3.	Расчет среднелогарифмической разности температур теплообменника радиационного типа	1	
Раздел 3.	Расчет геометрических размеров теплообменника радиационного типа	1	
Раздел 4.	Расчет аэродинамических потерь на тракте рекуперативного теплообменника	2	
Итого:		8	0

7 Перечень тем лабораторных работ

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

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>		
Итого:		0	0

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.	17	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.	17	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	54	
Итого:		120	0

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?lngSection=18&lngEdition=1784&lngFile=1791&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 01.04.2024);

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?lngSection=18&lngEdition=2911&lngFile=2868&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 01.04.2024).

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

5 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>;

6 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>;

7 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;

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

9 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;
- Adobe Acrobat Reader;
- Astra Linux Special Edition;
- AutoCAD;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- OnlyOffice;
- Р7-Офис;
- 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 и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

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

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	– знать: требования промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов. – уметь: соблюдать требования промышленной безопасности применительно к технологии утилизация тепла уходящих газов.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	1 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		66	66
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	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).