



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная


Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	2

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

11.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологий обработки материалов


 А.Б. Моллер

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры ТиЭС

 М.С. Соколова

Рецензент:

зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК", канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	2

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем
11.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель _____ В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологий обработки материалов

_____ А.Б. Моллер

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, _____ С.В. Осколков

Рецензент:

зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн. наук
_____ В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является: развитие у студентов устойчивых навыков применения фундаментальных законов теплообмена и механики газов, современной теории горения и рационального сжигания топлива;

формирование у студентов умения чтения схем, чертежей конструкций и элементов высокотемпературных металлургических печей и устройств;

изучение свойств и требований предъявляемых к материалам, применяемым при сооружении печей;

формирование у студентов на основе рациональной технологии нагрева металла, умений тепловых расчетов;

приобретение навыков тепловых расчетов печей, горелок, форсунок и горения газообразного, жидкого и твердого топлива.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Металлургическая теплотехника входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теплофизика

Физическая химия

Физика

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Новые технологические решения в процессах обработки металлов давлением

Термическая обработка в обработке металлов давлением

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений
ОПК-2.1	Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач
ОПК-2.2	Проводит оценку проектных решений и инженерных задач, в том числе экологическую
ОПК-2.3	Анализирует и оценивает работоспособность предприятия (технических объектов, систем и процессов) с учетом социальных ограничений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 95,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1 Раздел. Металлургические печи, теплогенерация в печах, основы теории горения.								
1.1 Введение. Назначение тепловых процессов и агрегатов. Общая схема металлургической печи.	2	0,5			14,7	Проработка лекционного материала (Тема 1.1, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций.	
1.2 Теплогенерация в печах. Виды энергии, используемой в печах				2	15	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.2, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	
1.3 Основы теории горения, устройства для сжигания топлива, утилизация теплоты продуктов сгорания		0,5		2	15	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.3, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	
Итого по разделу		1		4	44,7			
2. 2 Раздел. Основные типы промышленных печей								
2.1 Материалы, используемые в конструкциях высокотемпературных агрегатов	2	0,5			18	Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 2.1, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.	
2.2 Теплообменные аппараты и их сравнительная оценка				2	15	Проработка лекционного материала (Тема 2.2, Приложение 1)	Наличие конспектов лекций.	

2.3 Основные типы промышленных печей и важнейшие характеристики их тепловой работы	0,5			18	Проработка лекционного материала (Тема 2.3, Приложение	Наличие конспектов лекций.	
Итого по разделу	1		2	51			
Итого за семестр	2		6	95,7		зачёт	
Итого по дисциплине	2		6	95,7		зачет	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Металлургическая теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие / С.М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-3751-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032123>

2. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1949-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93750>

б) Дополнительная литература:

1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900>

2. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004803-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/258657>

3. Теплотехника: учебное пособие / В.В. Дырдин, А.А. Мальшин, В.Г. Смирнов, Т.Л. Ким. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 174 с. Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/115115>.

4. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б. К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true>

5. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие / А.Н. Макаров. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1653-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50681> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Копцев, В.В. Тепловой расчет коксогозовой вагранки: учебное пособие / В.В. Копцев, А.В. Тихонов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1407.pdf&show=dcatalogues/1/1123921/1407.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Матвеева, Г.Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: учебное пособие / Г.Н. Матвеева, Ю.И. Тартаковский, Б.К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Злоказова, Н.Г., Иванов, Д.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Топливо и ТСУ», «Теория и практика теплогенерации». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2013. 53 с.

2. Свечникова, Н.Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике: практикум / Н.Ю. Свечникова, С.В. Юдина, А.В. Горохов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	http://zbmath.org/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория топлива и химводоподготовки. Автоматическая насосная станция OASIS; комплекс лабораторных установок по определению характеристик топлива; комплекс лабораторных установок по изучению свойств воды; дизельная электростанция ДХМ-30; лабораторная установка по изучению последовательной и параллельной работы насосов; комплекс лабораторных установок по изучению физических и химических свойств веществ; макет газотурбинной установки; вискозиметр, вытяжной шкаф, флотомашина; печь, центробежный вентилятор; весы электронные, микроскоп.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мел.

Учебные аудитории, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Тесты для самопроверки

	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона	Рейтинг сложности вопросов (1-легкий, 2-средний, 3-сложный)
1	К общей характеристике топлива относятся:	классификация по происхождению и агрегатному состоянию	Эталон	2
		химический состав	Эталон	
		теплота сгорания	Эталон	
		коэффициент расхода воздуха при сжигании		
		количество необходимого для горения воздуха и выход продуктов сгорания		
2	Важнейшие химические элементы топлива органического происхождения:	углерод и кислород		1
		углерод и водород	Эталон	
		кислород и водород		
		углерод и азот		
3	В состав негорючей минеральной части топлива - золы входят	Al ₂ O ₃	Эталон	1
		SiO ₂	Эталон	
		CaO	Эталон	
		CO ₂		
		SO ₂		
		N ₂		
4	Какая сера, содержащаяся в топливе, не участвует в горении?	органическая		2
		колчеданная		
		сульфатная	Эталон	
		органическая и колчеданная		
5	Химический анализ топлива по элементному составу применяют	для твердого топлива	Эталон	3
		для жидкого топлива	Эталон	
		для газообразного топлива искусственного происхождения		
		для газообразного топлива естественного происхождения		
		для смеси газообразных топлив		
6	Какая часть влаги, содержащейся в топливе, теряется при сушке?	гигроскопическая		2
		внешняя, удерживаемая механически	Эталон	
		химически связанная		
		гигроскопическая и химически связанная		

7	Какая теплота сгорания топлива соответствует действительному количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках?	высшая теплота сгорания		2
		низшая теплота сгорания	Эталон	
		при сжигании с недостатком воздуха		
		при обогащении дутья кислородом		
		при сжигании с избытком воздуха		
8	В каком виде твердого топлива содержание углерода в составе органической массы может достигать 80-96%?	древесина		2
		торф		
		бурые угли		
		каменные угли	Эталон	
		горючие сланцы		
9	Какому газообразному топливу с теплотой сгорания 3,5-4,0 МДж/м ³ соответствует примерный состав: 9-14% CO ₂ ; 25-30% CO; 57-58% N ₂ ; остальное - CH ₄ и H ₂ .	доменный (колошниковый) газ	Эталон	2
		коксовый газ		
		коксодоменная смесь		
		природный газ		
		смесь доменного и природного газов		
		смесь коксового и природного газов		
10	Теплота сгорания условного топлива:	7000 кДж/кг		2
		29,3 МДж/кг	Эталон	
		29,3 ккал/кг		
		35,5 МДж/кг		
11	Интервал значений «пирометрического коэффициента» для ориентировочного определения действительной температуры в печах и топках:	0,55-0,65		3
		0,65-0,85	Эталон	
		0,85-0,95		
		0,95-1,05		
		0,35-0,45		
		0,45-0,55		
12	Наибольшее количество теплоты, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется:	тепловой нагрузкой печи		3
		тепловой мощностью печи	Эталон	
		тепловым режимом печи		
		коэффициентом использования тепла		
		коэффициентом полезного действия		
13	Удельная производительность (напряженность пода печи) характеризует:	интенсивность работы печи	Эталон	3
		интенсивность тепловыделения в печи		
		часовой объем производства		
		% выхода годного продукта		
		размеры рабочего пространства агрегата		
14	Что учитывается в статье «теплота экзотермических реакций» приходной	все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом		2

	части теплового баланса теплотехнических агрегатов?	все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом, кроме реакций горения топлива.	Эталон	
		теплота, выделяемая при горении топлива		
		теплота, вносимая исходными технологическими материалами		
		теплота, вносимая нагретыми воздухом и топливом		
15	К какому типу печей относятся методические печи?	печи постоянного действия, температура в которых не меняется со временем	Эталон	1
		печи периодического действия, с переменной во времени температурой		
		печи с одинаковой температурой по длине рабочего пространства		
		печи с максимальной температурой при входе заготовок в рабочее пространство		
16	Качество работы печи, ее совершенство как теплового агрегата характеризуется:	коэффициентом полезного теплоиспользования (к.п.т.)	Эталон	3
		коэффициентом полезного действия (к.п.д.)		
		количеством теплоты, которое подают в печь (МДж/ч)		
		удельным расходом топлива (т.у.т./т продукции)		
17	К огнеупорным относят материалы, огнеупорность которых не ниже (по стандартам и терминологии России):	1580 °С	Эталон	3
		1780 °С		
		1680 °С		
		1880 °С		
18	Изделия с огнеупорностью 1770-2000 °С относятся к виду:	огнеупорные	Эталон	3
		высокоогнеупорные		
		высшей огнеупорности		
		теплоизоляционные		
19	В каких огнеупорах в качестве основы преобладает SiO ₂ ?	шамотные	Эталон	3
		динасовые		
		высокоглиноземистые		
		циркониевые форстеритовые		
20	В каких огнеупорах основой является MgO?	кислые	Эталон	3
		основные		
		вспомогательные		
		нейтральные		
21	Какие из приведенных огнеупоров имеют меньший коэффициент теплопроводности?	магнезитовые	Эталон	2
		динасовые		
		пеношамотные		
		шамотные		

22	Какие огнеупоры выдерживают меньшее количество теплосмен (термоударов)?	шамотные		3
		динасовые	Эталон	
		магнезитовые		
		высокоглиноземистые		
23	Факторы, улучшающие качество теплоизоляции печей, топок, паропроводов	увеличение плотности набивки ваты, асбеста и др.		1
		увлажнение пористых теплоизоляторов		
		применение теплоизоляции большей пористости	Эталон	
		применение теплоизоляции большей плотности		
		применение вакуумно-многослойной теплоизоляции	Эталон	
24	К какой группе относятся нормализованные горелки типа «труба в трубе» конструкции Стальпроекта?	без предварительного смещения	Эталон	2
		плоскопламенные		
		короткопламенные		
		с предварительным смещением		
		инжекционные		
25	Укажите правильную последовательность убывания концентрации компонентов продуктов горения топлива в печах и топках при сжигании в атмосферном воздухе	CO ₂ , H ₂ O, N ₂		3
		N ₂ , H ₂ O, CO ₂		
		N ₂ , CO ₂ , H ₂ O	Эталон	
		H ₂ O, N ₂ , CO ₂		
		H ₂ O, CO ₂ , N ₂		
		CO ₂ , N ₂ , H ₂ O		
26	Какие стали обладают меньшим коэффициентом теплопроводности и требуют более медленного нагрева?	малоуглеродистые		1
		среднеуглеродистые		
		высокоуглеродистые		
		низколегированные		
		высоколегированные	Эталон	
37	Какие из перечисленных факторов приводят к потерям давления на местные сопротивления при движении газов по трубам и каналам?	изменения направления потока	Эталон	2
		изменения сечения канала	Эталон	
		вход потока в канал и выход из него	Эталон	
		трение о стенки канала		
		слияние и разделение потоков	Эталон	
		прохождение через плоскую решетку или дроссельную шайбу	Эталон	
		шероховатость стен труб, каналов		

Перечень вопросов для самостоятельной работы

Тема 1.1

1. Назначение и классификация металлургических печей.
2. Назначение и общая схема промышленной печи.

Тема 1.2

1. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения.
2. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения

3. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения.

Тема 1.3

1. Виды топлива и их состав. Условное топливо.
2. Основные характеристики топлива.
3. Устройства для сжигания топлива.
4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива.

Тема 2.1

1. Материалы, применяемые в печах.
2. Основные элементы конструкций печей.
3. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей.
4. Огнеупорные материалы, их основные свойства.
5. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства.

Тема 2.2

1. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка.
2. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
3. Очистка дымовых газов.

Тема 2.3

1. Классификация промышленных печей.
2. Вспомогательное оборудование печей.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		
Знать	<p>- основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин;</p> <p>- фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам;</p> <p>- основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства обработки черных и цветных металлов.</p>	<p>Список контрольных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды топлива и их состав. Условное топливо. 2. Основные характеристики топлива. 3. Устройства для сжигания топлива. 4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива. 5. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения. 6. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения 7. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения 8. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка. 9. Материалы, применяемые в печах. 10. Основные элементы конструкций печей. 11. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей. 12. Огнеупорные материалы, их основные свойства. 13. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства. 14. Классификация промышленных печей. 15. Вспомогательное оборудование печей.
Уметь	<p>- объяснять типичные модели задач в области металлургической теплотехники;</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной</p>	<p>Примеры задач:</p> <p>Пример 1. Определить температуру в центре сляба из малоуглеродистой стали толщиной $b=0.3\text{ м}$, нагреваемого в методической зоне печи с шагающим подом с $t_{\text{пов}} = 0^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{пов}} = 600^{\circ}\text{C}$, если температура продуктов сгорания в зоне печи меняется от 800°C до 1300°C в конце зоны. Средний коэффициент теплоотдачи принять $100\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$</p> <p>Пример 2. Рассчитать рекуператор для подогрева воздуха для следующих условий: температура воздуха на входе – выходе рекуператора: $0\text{-}450^{\circ}\text{C}$, температура дыма на входе в рекуператор - 1050°C, расход газа на отопление печи $V=5.46\text{ м}^3/\text{с}$, количество дыма на входе в рекуператор $V=34.9\text{ м}^3/\text{с}$. Состав дымовых газов: $\text{N}_2=72\%$, $\text{CO}_2=11\%$, $\text{H}_2\text{O}=17\%$</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																										
	<p>деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи. 																																																																																											
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками использования элементов проектирования - навыками и методиками обобщения результатов проектирования - способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды. 	<p>Пример практического задания</p> <p style="text-align: center;">Тепловой расчет регенератора</p>																																																																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="629 592 734 842">Вариант</th> <th data-bbox="734 592 880 842">Температура воздуха на входе в регенератор, С</th> <th data-bbox="880 592 1025 842">Средняя температура подогрева воздуха, С</th> <th data-bbox="1025 592 1182 842">Вид топлива</th> <th data-bbox="1182 592 1350 842">Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт</th> <th data-bbox="1350 592 1496 842">Температура продукта в сгорания на входе в регенератор, С</th> <th data-bbox="1496 592 1641 842">Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе</th> <th data-bbox="1641 592 1765 842">Тип насадки</th> <th data-bbox="1765 592 1865 842">Размер ячейки, мм</th> <th data-bbox="1865 592 2089 842">Продолжительность периода, мин.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="629 842 734 906">1</td> <td data-bbox="734 842 880 906">20</td> <td data-bbox="880 842 1025 906">970</td> <td data-bbox="1025 842 1182 906">Прир.газ+15% мазута</td> <td data-bbox="1182 842 1350 906">46.9</td> <td data-bbox="1350 842 1496 906">1570</td> <td data-bbox="1496 842 1641 906">1.44</td> <td data-bbox="1641 842 1765 906">Каупера</td> <td data-bbox="1765 842 1865 906">160x160</td> <td data-bbox="1865 842 2089 906">9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 906 734 970">2</td> <td data-bbox="734 906 880 970">25</td> <td data-bbox="880 906 1025 970">1000</td> <td data-bbox="1025 906 1182 970">Прир.газ+20% мазута</td> <td data-bbox="1182 906 1350 970">44.4</td> <td data-bbox="1350 906 1496 970">1520</td> <td data-bbox="1496 906 1641 970">1.46</td> <td data-bbox="1641 906 1765 970">Петерсена</td> <td data-bbox="1765 906 1865 970">120x120</td> <td data-bbox="1865 906 2089 970">10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 970 734 1034">3</td> <td data-bbox="734 970 880 1034">30</td> <td data-bbox="880 970 1025 1034">1050</td> <td data-bbox="1025 970 1182 1034">Прир.газ+25% мазута</td> <td data-bbox="1182 970 1350 1034">46.0</td> <td data-bbox="1350 970 1496 1034">1560</td> <td data-bbox="1496 970 1641 1034">1.48</td> <td data-bbox="1641 970 1765 1034">Сименса</td> <td data-bbox="1765 970 1865 1034">165x165</td> <td data-bbox="1865 970 2089 1034">11</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 1034 734 1098">4</td> <td data-bbox="734 1034 880 1098">35</td> <td data-bbox="880 1034 1025 1098">1110</td> <td data-bbox="1025 1034 1182 1098">Прир.газ+30% мазута</td> <td data-bbox="1182 1034 1350 1098">48</td> <td data-bbox="1350 1034 1496 1098">1500</td> <td data-bbox="1496 1034 1641 1098">1.50</td> <td data-bbox="1641 1034 1765 1098">Брусковая</td> <td data-bbox="1765 1034 1865 1098">140x140</td> <td data-bbox="1865 1034 2089 1098">12</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 1098 734 1161">5</td> <td data-bbox="734 1098 880 1161">40</td> <td data-bbox="880 1098 1025 1161">950</td> <td data-bbox="1025 1098 1182 1161">Прир.газ+15% мазута</td> <td data-bbox="1182 1098 1350 1161">50</td> <td data-bbox="1350 1098 1496 1161">1560</td> <td data-bbox="1496 1098 1641 1161">1.3</td> <td data-bbox="1641 1098 1765 1161">Каупера</td> <td data-bbox="1765 1098 1865 1161">100x100</td> <td data-bbox="1865 1098 2089 1161">9</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 1161 734 1225">6</td> <td data-bbox="734 1161 880 1225">45</td> <td data-bbox="880 1161 1025 1225">1050</td> <td data-bbox="1025 1161 1182 1225">Прир.газ+20% мазута</td> <td data-bbox="1182 1161 1350 1225">48.1</td> <td data-bbox="1350 1161 1496 1225">1490</td> <td data-bbox="1496 1161 1641 1225">1.34</td> <td data-bbox="1641 1161 1765 1225">Петерсена</td> <td data-bbox="1765 1161 1865 1225">120x120</td> <td data-bbox="1865 1161 2089 1225">10</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 1225 734 1289">7</td> <td data-bbox="734 1225 880 1289">50</td> <td data-bbox="880 1225 1025 1289">1100</td> <td data-bbox="1025 1225 1182 1289">Прир.газ+25% мазута</td> <td data-bbox="1182 1225 1350 1289">53.1</td> <td data-bbox="1350 1225 1496 1289">1480</td> <td data-bbox="1496 1225 1641 1289">1.36</td> <td data-bbox="1641 1225 1765 1289">Сименса</td> <td data-bbox="1765 1225 1865 1289">140x140</td> <td data-bbox="1865 1225 2089 1289">11</td> </tr> <tr> <td data-bbox="629 1289 734 1343">8</td> <td data-bbox="734 1289 880 1343">55</td> <td data-bbox="880 1289 1025 1343">1000</td> <td data-bbox="1025 1289 1182 1343">Прир.газ+30% мазута</td> <td data-bbox="1182 1289 1350 1343">55.5</td> <td data-bbox="1350 1289 1496 1343">1530</td> <td data-bbox="1496 1289 1641 1343">1.38</td> <td data-bbox="1641 1289 1765 1343">Брусковая</td> <td data-bbox="1765 1289 1865 1343">100x100</td> <td data-bbox="1865 1289 2089 1343">12</td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	Температура воздуха на входе в регенератор, С	Средняя температура подогрева воздуха, С	Вид топлива	Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт	Температура продукта в сгорания на входе в регенератор, С	Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе	Тип насадки	Размер ячейки, мм	Продолжительность периода, мин.	1	20	970	Прир.газ+15% мазута	46.9	1570	1.44	Каупера	160x160	9	2	25	1000	Прир.газ+20% мазута	44.4	1520	1.46	Петерсена	120x120	10	3	30	1050	Прир.газ+25% мазута	46.0	1560	1.48	Сименса	165x165	11	4	35	1110	Прир.газ+30% мазута	48	1500	1.50	Брусковая	140x140	12	5	40	950	Прир.газ+15% мазута	50	1560	1.3	Каупера	100x100	9	6	45	1050	Прир.газ+20% мазута	48.1	1490	1.34	Петерсена	120x120	10	7	50	1100	Прир.газ+25% мазута	53.1	1480	1.36	Сименса	140x140	11	8	55	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1530	1.38	Брусковая	100x100	12
		Вариант	Температура воздуха на входе в регенератор, С	Средняя температура подогрева воздуха, С	Вид топлива	Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт	Температура продукта в сгорания на входе в регенератор, С	Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе	Тип насадки	Размер ячейки, мм	Продолжительность периода, мин.																																																																																	
		1	20	970	Прир.газ+15% мазута	46.9	1570	1.44	Каупера	160x160	9																																																																																	
		2	25	1000	Прир.газ+20% мазута	44.4	1520	1.46	Петерсена	120x120	10																																																																																	
		3	30	1050	Прир.газ+25% мазута	46.0	1560	1.48	Сименса	165x165	11																																																																																	
		4	35	1110	Прир.газ+30% мазута	48	1500	1.50	Брусковая	140x140	12																																																																																	
		5	40	950	Прир.газ+15% мазута	50	1560	1.3	Каупера	100x100	9																																																																																	
		6	45	1050	Прир.газ+20% мазута	48.1	1490	1.34	Петерсена	120x120	10																																																																																	
		7	50	1100	Прир.газ+25% мазута	53.1	1480	1.36	Сименса	140x140	11																																																																																	
8	55	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1530	1.38	Брусковая	100x100	12																																																																																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
		9	20	1150	Прир.газ+1 5% мазута	58.2	1570	1.4	Каупера	120x1 20	9
		10	25	950	Прир.газ+2 0% мазута	54.3	1520	1.44	Петерсена	140x1 40	10
		11	30	1000	Прир.газ+2 5% мазута	56.5	1560	1.46	Сименса	100x1 00	11
		12	35	1050	Прир.газ+3 0% мазута	48.1	1500	1.48	Брусков ая	120x1 20	12
		13	40	1100	Прир.газ+1 5% мазута	53.1	1560	1.50	Каупера	140x1 40	9
		14	45	980	Прир.газ+2 0% мазута	55.5	1490	1.3	Петерсена	100x1 00	10
		15	50	950	Прир.газ+2 5% мазута	58.2	1480	1.34	Сименса	120x1 20	11
		16	20	1000	Прир.газ+3 0% мазута	54.3	1530	1.36	Брусков ая	140x1 40	12
		17	25	1050	Прир.газ+1 5% мазута	56.5	1570	1.38	Каупера	100x1 00	9
		18	30	1100	Прир.газ+2 0% мазута	48.1	1520	1.4	Петерсена	120x1 20	10
		19	35	980	Прир.газ+2 5% мазута	53.1	1560	1.44	Сименса	140x1 40	11
		20	40	1000	Прир.газ+3 0% мазута	55.5	1500	1.46	Брусков ая	100x1 00	12
		21	45	1050	Прир.газ+1 5% мазута	58.2	1560	1.48	Каупера	120x1 20	9
		22	50	1100	Прир.газ+2 0% мазута	54.3	1490	1.50	Петерсена	140x1 40	10
		23	20	950	Прир.газ+2 5% мазута	56.5	1480	1.3	Сименса	100x1 00	11
		24	25	1000	Прир.газ+3 0% мазута	44.4	1530	1.34	Брусков ая	120x1 20	12
		25	30	1050	Прир.газ+1	46.0	1480	1.36	Каупера	140x1	9

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
					5% мазута				а	40	

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Металлургическая теплотехника» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку «зачтено» – обучающийся должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений. Так же должно быть представлено творческое задание, в котором отражены проблемы, касающиеся всех аспектов защиты окружающей среды от выбросов/сбросов объектов энергетики.

- на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.