



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института энергетики и
автоматизированных систем

С.И. Лукьянов

30 сентября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль программы

Металлургия черных металлов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

заочная

Институт
Кафедра
Курс

Энергетики и автоматизированных систем
Теплотехнических и энергетических систем
4

Магнитогорск

2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 22.03.02
Металлургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015г. № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
теплотехнических и энергетических систем
27.09.2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой _____ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и
автоматизированных систем
28.09.2016 г., протокол № 1.

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Согласовано:
Зав. кафедрой

_____ М.В. Чукин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, к.т.н

_____ М.А. Лемешко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ОАО «ММК», к.т.н.

_____ В.Н. Михайловский

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 в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Б1.Б.18 «Металлургическая теплотехника» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки 22.03.02 – «Металлургия», для профиля подготовки «Металлургия черных металлов».

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

- Б1.Б.9 Математика
- Б1.Б.10 Физика
- Б1.Б.11 Химия
- Б1.Б.17 Теплофизика.

Знания, полученные студентами при изучении курса «Металлургическая теплотехника» необходимы для последующего освоения дисциплин: Б1.В.ДВ.09.02 Конструкции и проектирование сталеплавильных цехов, а также при выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
Знать	- основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; - фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам; - основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства обработки черных и цветных металлов.
Уметь	- объяснять типичные модели задач в области металлургической

	<p>теплотехники;</p> <ul style="list-style-type: none">- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;- 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.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц - 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 28,8 акад. часов:
 - аудиторная работа – 26 акад. часов;
 - внеаудиторная работа – 2,8 акад. часа;
- самостоятельная работа – 147,3 акад. часов;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1 Раздел. Metallургические печи, теплогенерация в печах, основы теории горения.	4							
1.1 Введение. Назначение тепловых процессов и агрегатов. Общая схема металлургической печи.	4	1			15	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 1.1)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зув
1.2. Теплогенерация в печах. Виды энергии, используемой в печах	4	1		1/ИИ	15	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 1.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зув
1.3. Основы теории горения, устройства для сжигания топлива, утилизация теплоты продуктов сгорания	4	1	2	2/ИИ	15	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 1.3)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зув
Итого по разделу 1	4	3	2	3/2И	45			
2 Раздел. Внешний и внутренний теплообмен	4							

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
2.1. Внешний и внутренний теплообмен в рабочем пространстве печей	4	0,5			15	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 2.1)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зув
2.2. Движение жидкости и газов в технологических агрегатах черной и цветной металлургии	4	0,5	2/ИИ	1	15	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 2.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зув
Итого по разделу 2	4	1	2/ИИ	1	30			
3 Раздел. Основные типы промышленных печей	4							
3.1. Материалы, используемые в конструкциях высокотемпературных агрегатов	4	1	2/ИИ	1	18	Проработка лекционного материала; решение задач (Пункт 6, тема 3.1)	Наличие конспектов лекций; сдача практических задач	ОПК-4-зув
3.2. Основы технологии нагрева металла, выбор рациональных температурных и тепловых режимов	4	1		1	18	Проработка лекционного материала; подготовка отчета к лабораторной работе; решение задач (Пункт 6, тема 3.2)	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; сдача практических задач	ОПК-4-зув
3.3. Теплообменные аппараты и их сравнительная оценка	4	1	2	1/ИИ	18	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 3.3)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зув
3.4. Основные типы промышленных печей и важнейшие характеристики их тепловой работы	4	1		1/ИИ	18,3	Проработка лекционного материала (Пункт 6, тема 3.4)	Наличие конспектов лекций	ОПК-4-зув
Итого по разделу 3	4	4	4/ИИ	4/2И	72,3			
Итого по дисциплине	4	8	8/2И	10/4И	147,3		Промежуточная аттестация (зачет, курсовой проект)	

5 Образовательные и информационные 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- и аудиоматериалов (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

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки конспектов, литературы и электронных образовательных ресурсов с необходимыми консультациями преподавателя.

Целью текущего контроля знаний обучающихся является проверка ритмичности работы студентов, оценка усвоения теоретического, практического материала и приобретенных знаний, умений и владений. Текущий контроль обеспечивается:

- опросом студентов на лекциях и практических занятиях;
- допуском к выполнению лабораторных заданий и защитой результатов их выполнения (минимальный уровень знаний оценивается по контрольным вопросам);
- выполнением контрольного тестирования по теоретическому материалу.

Итоговый контроль – зачет.

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	высшая теплота сгорания		2

	действительному количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках?	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	все химические реакции, идущие с положительным		2

	экзотермических реакций» приходной части теплового баланса теплотехнических агрегатов?	тепловым эффектом		Эталон
		все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом, кроме реакций горения топлива.		
		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		3
		высокоогнеупорные	Эталон	
		высшей огнеупорности		
		теплоизоляционные		
19	В каких огнеупорах в качестве основы преобладает SiO ₂ ?	шамотные		3
		динасовые	Эталон	
		высокоглиноземистые		
		циркониевые		
		форстеритовые		

20	В каких огнеупорах основной является MgO?	кислые		3
		основные	Эталон	
		вспомогательные		
		нейтральные		
21	Какие из приведенных огнеупоров имеют меньший коэффициент теплопроводности?	магнезитовые		2
		динасовые		
		пеношамотные	Эталон	
		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 смешения	Эталон	2
		плоскопламенные		
		короткопламенные		
		с предварительным смешением		
		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	Эталон	

		решетку или дроссельную шайбу		
		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. Основные закономерности механики печных газов.
2. Составление и анализ тепловых балансов печей, основные теплотехнические показатели работы печей и пути энергосбережения.

Тема 2.2

1. Свободные и частично ограниченные струйные течения.
2. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
3. Виды движения газов в печах.
4. Потери энергии при движении газов.

Тема 3.1

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 3.2

1. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
2. Особенности нагрева качественных сталей.
3. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.
4. Влияние условий охлаждения металла на его свойства.
5. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла.
6. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.

Тема 3.3

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 3.4

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

Курсовой проект

Цель выполнения проекта – приобретение студентами навыков выполнения теплотехнических расчетов процессов, совершаемых в промышленных печах, выбора конструктивных решений печей и их элементов, умений пользоваться справочной и нормативной литературой по теплотехнике, использовать различные диаграммы для расчета параметров и процессов.

Для студентов профиля «Металлургия черных металлов» предусмотрены следующие темы курсовых проектов: «Расчет воздухонагревателя доменной печи», «Тепловой расчет регенератора».

Курсовой проект включает полный тепловой и аэродинамический расчеты печи (регенеративного воздухонагревателя) и состоит из пояснительной записки и графической части. Графическая часть в виде 1-2 разрезов выполняется на одном листе формата А1.

Пояснительная записка должна быть изложена на 20-30 с. бумаги размера 210 x 297 на одной стороне листа, оформлена в обложке, снабжена оглавлением и списком использованной литературы. Пояснительная записка в целом или отдельные ее элементы могут быть представлены распечаткой программы и ее решения на компьютере.

Элементы печи (воздухонагревателя), дымового тракта, горелок и вентиляторов выполняются в пояснительной записке с соблюдением требований ЕСКД.

Курсовой проект выполняется в следующей последовательности (по этапам):

1. Характеристика регенератора.
2. Расчет горения топлива.
3. Определение калориметрической температуры горения топлива.
4. Расчет теплообмена в насадке.
5. Расчет поверхности нагрева насадки.
6. Определение размеров регенератора.
7. Аэродинамический расчет дымового тракта.
8. Расчет высоты дымовой трубы.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

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. Основные закономерности механики печных газов. 9. Свободные и частично ограниченные струйные течения. 10. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор. 11. Виды движения газов в печах. 12. Потери энергии при движении газов. 13. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него. 14. Влияние условий охлаждения металла на его свойства. 15. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
Уметь	<p>- объяснять типичные модели задач в области</p>	<p>Примеры задач:</p> <p>Пример 1. Определить температуру в центре сляба из малоуглеродистой стали толщиной $b=0.3$м, нагреваемого в методической зоне печи с шага $t_{\text{плов}} = 600^{\circ}\text{C}$, если температура продуктов сгорания в зоне печи меняется от 800°C до 1300°C в конце зоны. Средний коэффициент теплоотдачи п</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>металлургической теплотехники;</p> <p>- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</p> <p>- распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи.</p>	<p>Пример 2. Рассчитать рекуператор для подогрева воздуха для следующих условий: температура воздуха на входе – выходе рекуператора: 0-1050⁰С, расход газа на отопление печи В=5.46 м³/с, количество дыма на входе в рекуператор V= 34.9 м³/с. Состав дымовых газов: Н₂ О =17%</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства											
Владеть	- практическими навыками использования элементов проектирования - навыками и методиками обобщения результатов проектирования - способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды.	Варианты заданий для выполнения курсового проекта:											
		Расчет воздухонагревателя доменной печи											
		Номер вар-га	Расход дутья, м ³ /мин	Температура подогрева воздуха	Тип насадки	Топливо	Температура воздуха на входе в насадку	Давление Дутья, Мн/м ²	Влагосодержание, г/м ³			Коэффициент расхода воздуха	Теплота сгорания топлива, МДж
		1	3500	1200	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	115	0.32	32	19	15	1.23	5.2
		2	2600	1230	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	140	0.34	25	40	25	1.2	8.0
		3	3100	1170	Прямоугольн.	Дом.газ+прир.газ	130	0.35	35	25	18	1.25	5.1
		4	3300	1150	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	100	0.37	30	35	23	1.22	5.2
		5	3500	1220	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	110	0.39	35	35	19	1.2	5.0
		6	3600	1150	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	125	0.36	28	32	25	1.24	5.1
		7	2900	1190	Рибристая-К-2Н	Дом.газ+прир.газ	120	0.32	25	30	20	1.24	5.2
		8	3000	1220	Прямоугольн.	Дом.газ+прир.газ	180	0.33	23	28	20	1.21	5.2
		9	5000	1200	Блочная БНИ-12-2	Дом.газ+прир.газ	100	0.43	33.7	13.5	25	1.25	5.1
		10	3600	1150	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	125	0.32	25.2	9.73	25	1.2	5.1
		11	2900	1180	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	150	0.29	30	25	20	1.25	5.0
		12	2700	1250	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	150	0.35	30	25	18	1.22	5.2
13	2700	1000	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	110	0.31	33.7	18.5	14	1.2	4.8		
14	3800	1230	Фасонная-НК-2	Дом.газ+прир.газ	120	0.39	33.7	18.5	18	1.23	4.9		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
		15	2300	1170	Ребристая-К-2Н	Дом.газ+прир.газ	130	0.27	40	30	18	1.22
		Тепловой расчет регенератора										
		Вариант	Температура воздуха на входе в регенератор, С	Средняя температура подогрева воздуха, С	Вид топлива	Максимальная тепловая нагрузка печи, МВт	Температура продуктов сгорания на входе в регенератор, С	Средний коэффициент расхода воздуха в регенераторе	Тип насадки	Размер ячейки мм		
		1	20	970	Прир.газ+15% мазута	46.9	1570	1.44	Каупера	160x160		
		2	25	1000	Прир.газ+20% мазута	44.4	1520	1.46	Петерсена	120x120		
		3	30	1050	Прир.газ+25% мазута	46.0	1560	1.48	Сименса	165x165		
		4	35	1110	Прир.газ+30% мазута	48	1500	1.50	Брусковая	140x140		
		5	40	950	Прир.газ+15% мазута	50	1560	1.3	Каупера	100x100		
		6	45	1050	Прир.газ+20% мазута	48.1	1490	1.34	Петерсена	120x120		
		7	50	1100	Прир.газ+25% мазута	53.1	1480	1.36	Сименса	140x140		
		8	55	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1530	1.38	Брусковая	100x100		
		9	20	1150	Прир.газ+15% мазута	58.2	1570	1.4	Каупера	120x120		
		10	25	950	Прир.газ+20% мазута	54.3	1520	1.44	Петерсена	140x140		
		11	30	1000	Прир.газ+25% мазута	56.5	1560	1.46	Сименса	100x100		
		12	35	1050	Прир.газ+30% мазута	48.1	1500	1.48	Брусковая	120x120		
		13	40	1100	Прир.газ+15% мазута	53.1	1560	1.50	Каупера	140x140		
		14	45	980	Прир.газ+20%	55.5	1490	1.3	Петерсена	100x100		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
				мазута						
		15	50	950	Прир.газ+25% мазута	58.2	1480	1.34	Сименса	120x12
		16	20	1000	Прир.газ+30% мазута	54.3	1530	1.36	Брусковая	140x14
		17	25	1050	Прир.газ+15% мазута	56.5	1570	1.38	Каупера	100x10
		18	30	1100	Прир.газ+20% мазута	48.1	1520	1.4	Петерсена	120x12
		19	35	980	Прир.газ+25% мазута	53.1	1560	1.44	Сименса	140x14
		20	40	1000	Прир.газ+30% мазута	55.5	1500	1.46	Брусковая	100x10
		21	45	1050	Прир.газ+15% мазута	58.2	1560	1.48	Каупера	120x12
		22	50	1100	Прир.газ+20% мазута	54.3	1490	1.50	Петерсена	140x14
		23	20	950	Прир.газ+25% мазута	56.5	1480	1.3	Сименса	100x10
		24	25	1000	Прир.газ+30% мазута	44.4	1530	1.34	Брусковая	120x12
		25	30	1050	Прир.газ+15% мазута	46.0	1480	1.36	Каупера	140x14

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

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

на оценку «зачтено» – студент 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; должна быть выполнена контрольная работа, в которой были решены задачи по расчету состава различных анализируемых масс органического топлива, определения его теплотворной способности и определения состава и объема продуктов сгорания.

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

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий 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;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

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. Теплообмен: 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 коксогазовой 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:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	Свободно	бессрочно

	распространяемое	
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL:

3. https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

5. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

6. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

7. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . – URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

8. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

9. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

10. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

13. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14. Архив научных журналов: сайт / Национальный электронно-информационный конкорциум. – Москва: НЭИКОН, 2013 – . – URL:

<https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

15. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

16. РУКОНТ: национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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 для выполнения курсового проектирования, 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.