



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

10.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕПЛООБМЕН И ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Направление подготовки (специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

заочная


Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

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

17.01.2023 г. протокол № 5


Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин


Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, канд. техн. наук  М.А. Лемешко

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 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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 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 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теплообмен и тепловые режимы промышленных печей» являются:

изучение характеристик высокотемпературных теплотехнологических процессов и установок, методов расчетного анализа их материальных и тепловых балансов, оценки потенциала энергосбережения, овладение подходами к выбору и разработке энергосберегающих мероприятий;

– конструкций и элементов высокотемпературных металлургических печей, а также технологии тепловой обработки металлов в них, устройств и материалов применяемых при сооружении печей;

– формирование умений выполнения теплотехнических расчетов и анализа процессов, совершаемых в промышленных печах и теплоэнергетических установках;

– формирование умений определять пути совершенствования технологических процессов и разработки экологически безвредных и малоотходных технологий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплообмен и тепловые режимы промышленных печей входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Гидрогазодинамика

Техническая термодинамика

Математика

Физика

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

Производственная-технологическая практика

Тепломассообменное оборудование предприятий

Энергетика теплотехнологий

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплообмен и тепловые режимы промышленных печей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 17,2 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 154,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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. Раздел 1. Конструкции и тепловая работа промышленных печей.								
1.1 Введение в высокотемпературную теплотехнологию. Вводные понятия и определения. Тепловые, теплотехнические и структурные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок.	5	1		1	20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	
1.2 Классификация высокотемпературных тепло-технологических процессов и установок. Энергетические и экологические проблемы высокотемпературной теплотехнологии. Предмет дисциплины. Материальные балансы теплотехнологических процессов		1		1	25	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	
1.3 Тепловые балансы теплотехнологического реактора, других элементов тепловой схемы и высокотемпературной теплотехнологической установки в целом. Видимый, суммарный и приведенный удельные расходы топлива; суммарные удельные энергозатраты, приведенные к первичному топливу.		1		1	25	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	

1.4 Внешний теплообмен в реакторе высокотемпературной теплотехнологической установки. Основные размеры рабочего пространства реактора, обеспечивающие заданную производительность высокотемпературной теплотехнологической установки.						Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1	Текущий контроль успеваемости	
Итого по разделу	4		4	90				
2. Раздел 2. Основы теплообмена в промышленных печах.								
2.1 Внешний теплообмен в реакторах с нефилтруемым слоем технологических материалов, с фильтруемым плотным слоем кусковых материалов и изделий, с кипящим слоем зернистых материалов, с псевдогазовым слоем пылевидных материалов, с барботируемой ванной расплава. Пути интенсификации внешнего теплообмена	0,5		1	17,2		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	
2.2 Нагрев и плавление термически тонких и термически массивных тел. Температурные режимы нагрева термически массивных тел	0,5		1	16		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1	Текущий контроль успеваемости	
2.3 Организации процесса генерации теплоты в теплотехнологических реакторах и способы их обеспечения в технологических реакторах различных типов.	0,5			15,5		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	
2.4 Снижение энергозатрат путем внешнего использования тепловых и горючих отходов. Основные направления технического прогресса энергетики высокотемпературной теплотехнологии	0,5		2	15,4		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	
Итого по разделу	2		4	64,1				
Итого за семестр	6		8	154,1			экзамен	
Итого по дисциплине	6		8	154,1			экзамен	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Конструкции и тепловая работа промышленных печей» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. 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. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовке к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. При организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций, практикума, расчетно-графической работы.

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. Дзюзер, В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для вузов / В. Я. Дзюзер. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-6789-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152446> (дата обращения: 12.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сенин, А. В. Термодинамическое моделирование высокотемпературных процессов: учебное пособие / А. В. Сенин. — Челябинск : ЮУрГУ, 2017. — 94 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/146042> (дата обращения: 18.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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. Осколков, С. В. Тепломассообменное оборудование предприятий : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления подготовки 140100 "Теплоэнергетика" / С. В. Осколков, Л. В. Николаев ; МГТУ, Каф. теплотехнических и энергетических систем. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1547.pdf&show=dcatalogues/1/1124725/1547.pdf&view=true>

3. 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>

4. Общая энергетика : учебное пособие / Е. Б. Агапитов, Ю. И. Тартаковский, Г. Н. Матвеева, Т. П. Семенова; Ин-т энергетике и автоматике МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 113 с. : ил., схемы, табл. - URL:
<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=629.pdf&show=dcatalogues/1/1109398/629.pdf&view=true>

в) Методические указания:

1. Пинтя, Т. Н. Термодинамика. Теплопередача : практикум / Т. Н. Пинтя, Ю. И. Тартаковский, Г. Н. Матвеева ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012 г.]. - Магнито-горск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=48.pdf&show=dcatalogues/1/1124311/48.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Матвеева, Г. Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена : учебное пособие / Г. Н. Матвеева, Ю. И. Тартаковский, Б. К. Сенечкин. - 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.

3. 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

4. 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/1/1515>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НИЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Мультимедийное оборудование, система автоматического зашторивания с экраном, доска.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- доска, мультимедийный проектор, экран.

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.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Примерные вопросы аудиторных контрольных работ (АКР)

АКР№1

1. В каких единицах измеряется количество теплоты?

1. °С;
2. кг/м;
3. Дж;
4. Н/м

2. Теплопроводность каких материалов наибольшая?

1. Металлов;
2. Газов;
3. Твердых тел - диэлектриков;
4. Жидкостей.

3. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности?

1. От вида движения жидкости;
2. От температуры и физических свойств веществ;
3. От массы и площади поверхности тела;
4. От количества подведенной теплоты.

4. Какое из уравнение плотности теплового потока соответствует переносу теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку:

1. $q = \frac{\delta}{\lambda} (t_2 - t_1)$;
2. $q = -\lambda \text{grad} t$;
3. $q = \alpha (t_2 - t_1)$;
4. $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_2 - t_1)$.

5. По какому из уравнений рассчитывается теплопередача через стенку?

$$1. \quad q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}$$

$$2. \quad q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

$$q = \frac{t_{жс1} - t_{жс2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

АКР№2

1. Указать, какому интервалу значений коэффициента λ соответствует теплопроводность сталей.

1. 20 – 50 Вт/(м гр)
2. 0,07 – 4 Вт/(м гр)
3. 0,007 – 0,07 Вт/(м гр)

2. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?

1. $\frac{Вт}{м^2}$;
2. $\frac{Вт}{м^2 \cdot град}$;
3. $\frac{Вт}{м \cdot град}$;
4. $Вт$.

3. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты:

1. От одной среды к другой;
 2. Внутри твердых стенок;
 3. От одной среды к другой через разделительную стенку;
 4. От жидкостей к твердым стенкам.
4. Число Фурье определяет:
1. Режим движения жидкости;
 2. Термическую массивность тел;
 3. Безразмерное время нагрева;
 4. Физические параметры вещества.

АКР№3

1. При каких значениях числа Био тело является термически тонким:

1. $Bi \rightarrow 0$;
2. $Bi \rightarrow \infty$;
3. $Bi < 0$;
4. $Bi = 25$.

2. Какое число подобия является определяемым при расчетах конвективного теплообмена?

1. Pr ;
2. Nu ;
3. Re ;
4. Gr .

3. Каким уравнением подобия характеризуется вынужденная конвекция?

1. $Nu = f(Gr, Pr)$;
2. $Nu = f(Re, Pr)$;
3. $Nu = f(Fo, Pr)$;
4. $Nu = f(Bi, Pr)$.

4. Какие значения Re соответствуют турбулентному режиму движения жидкости в трубах (каналах)

1. $Re > 1300$;
2. $Re < 9300$;
3. $Re > 10300$;
4. $Re > 2300$.

АКР№4

1. Число Рейнольдса определяется по формуле

$$1. Re = \frac{Wd}{\mu} \quad 2. Re = \frac{Wd}{\nu} \quad 3. Re = \frac{vd}{W} \quad 4. Re = \frac{v'l}{W}$$

2. Какое значение поглощательной способности имеет абсолютно черное тело:

1. $A < 1$;
2. $A = 0$;
3. $A = 1$;
4. $A > 1$

3. Какой из приведенных законов применяется для расчетов теплообмена излучением?

1. $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$
2. $q = \alpha(t_c - t_{жс})$
3. $q = \varepsilon * c_o \left(\frac{T}{100}\right)^4$

АКР№5

1. Какие газы обладают излучательной и поглощательной способностью?

1. He, Ar, Ne
2. N₂, O₂, H₂
3. H₂O, CO₂, SO₂

2. Важнейшие химические элементы топлива органического происхождения:

1. кислород и углерод

2. кислород и водород

3. углерод и водород

3. Какая теплота сгорания топлива соответствует действительному количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках ?

1. высшая теплота сгорания

2. низшая теплота сгорания

АКР№6

1. Какому газообразному топливу с теплотой сгорания $3,5-4,0 \text{ МДж/м}^3$ соответствует примерный состав: 9-14% CO_2 ; 25-30% CO ; 57-58% N_2 ; остальное- метан и водород .

1. коксовый газ

2. доменный газ

3. природный газ

4. коксодоменная смесь

2. Теплота сгорания условного топлива:

1. 7000 кДж/кг

2. 29,3 МДж/кг

3. Интервал значений «пирометрического коэффициента» для ориентировочного определения действительной температуры в печах и топках ?

1. 0,5 – 0,6

2. 0,7 - 0,8

3. 0,9 – 1,0

4. Наибольшее количество теплоты, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется:

1. тепловой нагрузкой

2. тепловой мощностью
3. коэффициентом полезного действия
4. тепловым режимом печи

5. К огнеупорным относят материалы, огнеупорность которых не ниже (по стандартам и терминологии России):

1. 1580 °С;
2. 1680 °С;
3. 1780 °С;

6. Укажите правильную последовательность убывания концентрации компонентов продуктов горения топлива в печах и топках при сжигании в воздухе

1. CO_2 , H_2O , N_2
2. N_2 , H_2O , CO_2
3. N_2 , CO_2 , H_2O

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

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

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ПК-3 - Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<p>По отраслевым данным выполнить проектирование нагревательной печи. Работа выполняется в следующей последовательности (по этапам):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика нагревательной печи. 2. Расчет горения топлива и определение действительной температуры горения. 3. Расчет времени нагрева металла. 4. Определение основных размеров и предварительное конструирование печи. 5. Тепловой баланс и определение теплотехнических характеристик работы печи. 6. Тепловой расчёт теплообменного аппарата. 7. Расчет и выбор топливосжигающих устройств. 8. Аэродинамический расчёт дымового тракта и выбор тягодутьевых устройств. <p><i>Примерные варианты заданий</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		№ варианта	Марка стали	Размер заготовки, $\delta \times b \times l$, мм	$t_{пов}^{кон}, ^\circ C$	P, т/ч	d_b , г/м ³	d_l , г/м ³	$t_{ме}$, $^\circ C$	Тип печи
		№ вариант	СОСТАВ СУХОГО ГАЗА, объемные %				Коэф-т расхода	Температура		
		1	30X	120x1000x6000	1180	40	35	15	0	МТ
		2	Ст.40	100x150x4000	1190	40	25	30	10	ШТ
		3	Хромоникелевая	D300x900	1180	50	24	20	10	ШС
		4	Ст.40	D300x800	1200	30	32	15	20	МВР
		5	Хромоникелевая	140x1000x6000	1180	0	20	9	20	ШС
ПРИМЕЧАНИЕ: δ - толщина заготовки; b - ширина заготовки; l - длина заготовки. ШС - печь с шагающим подом, со сводовым отоплением; ШТ - печь с шагающим подом, с торцевым отоплением; ОК – колпаковая одноstopная; ТК – трехstopная колпаковая. МТ - толкательная методическая печь; МВР- печь с вращающимся подом К - одноstopная колпаковая печь; КК - трехstopная колпаковая печь.										

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
			CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	H ₂ S	O ₂	N ₂		
		1	14	26	1	29	0	0	0	0	0	30	1,02	450
		2	2,4	7	60	25	2	0	0	0,2	0,6	2,8	1,1	400
		3	10	21	19	37	0,6	0	0	0,1	0,2	2,1	1,12	350
		4	5,5	28	30	20,2	0	0		0,2	0,2	15,9	1,1	400
		5	0,1			96		2,7	0,8			0,4	1,1	400
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	<p style="text-align: center;"><i>Примерное практическое задание</i></p> <p>Определить величину неисключенной систематической погрешности измерения массового расхода воздуха при использовании в экспериментальной установке следующих приборов.</p> <p>По каналу круглого сечения, длина окружности которого по внешнему обмеру составляет 1633±10мм, а толщина стенки 10±1.0мм, к установке должен подводиться нагретый воздух, температура которого в процессе эксперимента должна изменяться от 200 до 300⁰С. Для измерения этой температуры планируется использовать прибор с классом точности 2.5/1.5 и диапазоном от 0 до 400⁰С. Расход воздуха в эксперименте должен варьироваться от 8000 до 12000м³/ч., что соответствует диапазону изменения средних скоростей потока от 11.3 до 17м/с и динамических давлений от 40 до 108Па. Измерение средних скоростей планируется осуществить косвенным путем по методу равновеликих колец, используя пневмометрическую трубку и встроенный дифференциальный манометр ЛТА – 4, заданы его метрологические характеристики.</p>												

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

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

Показатели и критерии оценивания экзамена:

При оценивании сформированности компетенций выполняемой курсовой работы по дисциплине «Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки» используется 5-балльная шкала.

- на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. не менее 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 75% до 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 60% до 75% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.