



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

13.02.2024 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
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 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)

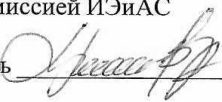
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

06.02.2024, протокол № 4

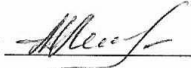
Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

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 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 – 103,1 акад. часов;
- аудиторная – 98 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 41,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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.	7	8		8	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Классификация высокотемпературных тепло-технологических процессов и установок. Энергетические и экологические проблемы высокотемпературной теплотехнологии. Предмет дисциплины. Материальные балансы теплотехнологических процессов		8		6	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
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.		6		6	6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2

1.4 Внешний теплообмен в реакторе высокотемпературной теплотехнологической установки. Основные размеры рабочего пространства реактора, обеспечивающие заданную производительность высокотемпературной теплотехнологической установки.		10		8	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		32		28	17			
2. Раздел 2. Основы теплообмена в промышленных печах.								
2.1 Внешний теплообмен в реакторах с нефилтруемым слоем технологических материалов, с филтруемым плотным слоем кусковых материалов и изделий, с кипящим слоем зернистых материалов, с псевдогазовым слоем пылевидных материалов, с барботируемой ванной расплава. Пути интенсификации внешнего теплообмена	7	6		6	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
2.2 Нагрев и плавление термически тонких и термически массивных тел. Температурные режимы нагрева термически массивных тел		6		4	10,7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3 Организации процесса генерации теплоты в теплотехнологических реакторах и способы их обеспечения в технологических реакторах различных типов.		6				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
2.4 Снижение энергозатрат путем внешнего использования тепловых и горючих отходов. Основные направления технического прогресса энергетики высокотемпературной теплотехнологии		6		4	5,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Приложение 1.	Текущий контроль успеваемости	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		24		14	24,2			
Итого за семестр		56		42	41,2		экзамен	
Итого по дисциплине		56		42	41,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплообмен и тепловые режимы 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>

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>

3. 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>

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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/583>. - Текст : электронный.

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: [URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3909](https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3909). - Текст : электронный.

4. Общая энергетика : учебное пособие / Е. Б. Агапитов, Ю. И. Тартаковский, Г. Н. Матвеева, Т. П. Семенова; Ин-т энергетики и автоматики МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 113 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3520>. - ISBN 978-5-9967-0392-0. - Текст : непосредственный

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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3367>. - 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. 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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3909>. - 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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2098>. - Текст : электронный. - Сведения доступны так-же на CD-ROM..

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 ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	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 концорциум» (НП НЭИКОН)	https://arch.neicon.ru/xmlui/
Российская Государственная библиотека. КATALOGI	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	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, MathCAD, 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. $q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}$
2. $q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$

$$q = \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

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. $Re = \frac{Wd}{\mu}$ 2. $Re = \frac{Wd}{\nu}$ 3. $Re = \frac{\nu d}{W}$ 4. $Re = \frac{\nu l}{W}$

2. Какое значение поглотительной способности имеет абсолютно черное тело:

1. $A < 1$;
2. $\dot{A} = 0$;
3. $\dot{A} = 1$;
4. $\dot{A} > 1$

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 поглотительной 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 МДж/м³ соответствует примерный состав: 9-14% CO₂ ; 25-30% CO; 57-58% N₂ ; 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°C ;
2. 1680°C ;
3. 1780°C ;

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:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
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	По отраслевым данным выполнить проектирование нагревательной печи. Работа выполняется в следующей последовательности (по этапам): 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. <i>Примерные варианты заданий</i>								
		№ вариан та	Марка стали	Размер заготовки, δx b x l, мм	$t_{\text{пов}}^{\text{кон}}, ^\circ\text{C}$	P, т/ч	d _в , г/м ³	d _г , г/м ³	t _{ме} , °C	Тип печи
		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								

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		подом, со сводовым отоплением; ШТ - печь с шагающим подом, с торцевым отоплением; ОК – колпаковая одностопная; ТК – трехстопная колпаковая. МТ - толкательная методическая печь; МВР- печь с вращающимся подом К - одностопная колпаковая печь; КК - трехстопная колпаковая печь.												
		№ вариант а	СОСТАВ СУХОГО ГАЗА, объемные %									Кэф-т расхода воздуха, п	Температура подогрева воздуха, °С	
			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	<i>Примерное практическое задание</i> Определить величину неисклученной систематической погрешности измерения массового расхода воздуха при использовании в экспериментальной установке следующих приборов. 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.												

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
	результатов	

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.