

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Конструирование и расчет нагревательных печей

Код модуля
1158993

Модуль
Теплофизика и теплотехника металлургических
процессов и агрегатов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Казяев Михаил Дмитриевич	кандидат технических наук, профессор	Профессор	теплофизики и информатики в металлургии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- **Казяев Михаил Дмитриевич, Профессор, теплофизики и информатики в металлургии**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Конструирование и расчет нагревательных печей**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Конструирование и расчет нагревательных печей**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-13 -Способен проводить теплотехнический анализ эксплуатируемых и вновь создаваемых технологических аппаратов при производстве черных и цветных металлов (Металлургия черных, цветных и редких металлов)	Д-1 - Демонстрировать интерес к профессиональной деятельности и стремление к расширению профессиональных знаний З-2 - Сделать обзор методик теплотехнического расчета печных агрегатов черной и цветной металлургии З-3 - Описывать методики теплотехнических обследований при наладке и эксплуатации металлургических печей П-1 - Производить расчет материального и теплового балансов металлургических агрегатов различных типов с	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>использованием методик расчета, учитывающих особенности тепловых режимов</p> <p>П-2 - Осуществлять подбор оборудования и комплектующих для наладки тепловых режимов металлургических агрегатов, используя методики теплотехнических обследований</p> <p>У-2 - Выбирать методики расчёта материальных и тепловых балансов основных и вспомогательных агрегатов черной и цветной металлургии с учетом тепловых режимов</p>	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	1,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Промышленное назначение нагревательных печей. Подразделение печей на собственно нагревательные и термические (технологическое разделение). Особенности режимов работы и их влияние на конструкции нагревательных печей.
2. Конструирование и расчёт камерных печей с изменяющейся рабочей температурой.
3. Конструирование и расчёт камерных печей с постоянной рабочей температурой.
4. Конструирование и расчёт тепловой работы методических печей.
5. Конструирование и расчёт тепловой работы проходных печей.

Примерные задания

Рассмотреть основные вопросы, связанные с конструированием и расчетом тепловой работы нагревательных печей. Выделить классы печей, отметить особенности работы нагревательных устройств периодического и непрерывного действия. Связать выбор типа технологического устройства с особенностями нагрева конкретных заготовок.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Конструирование и расчет ограждений методических печей.
2. Конструирование и расчет ограждений камерных печей с постоянной рабочей температурой.
3. Конструирование и расчет ограждений камерных печей с переменной рабочей температурой.
4. Конструирование и расчет ограждений печей с шагающим подом.
5. Конструирование и расчет ограждений печей с шагающими балками.

Примерные задания

Двухслойная стенка камерной печи выполнена из шамотного кирпича (толщина 300 мм, плотность 2000 кг/м³, удельная теплоемкость 1000 Дж/кгК, коэффициент теплопроводности 1 Вт/(мК)) и шамотного легковесного кирпича (толщина 65 мм, плотность 500 кг/м³, удельная теплоемкость 1000 Дж/(кгК), коэффициент теплопроводности 0,2 Вт/(мК)). Начальная температура стенки постоянна по всей ее толщине и равна температуре окружающего воздуха (20°C). После включения печи стенка разогревается до достижения в ней стационарного температурного поля и на ее рабочей поверхности устанавливается температура 1270°C, а коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности к окружающей печь среде достигает 10 Вт/(м²К).

При реконструкции печи вместо двух слоев кирпича установлен один слой волокнистого алюмосиликатного огнеупора (толщина 130 мм, плотность 150 кг/м³, удельная теплоемкость 1000 Дж/кгК, коэффициент теплопроводности 0,13 Вт/мК).

1. Как изменятся потери тепла через стенку в окружающую среду (плотность теплового потока) при том же значении коэффициента теплоотдачи?

2. Как изменится количество теплоты, аккумулируемое футеровкой (в расчете на один м² ее поверхности) за время достижения установившегося температурного поля в стенке?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Расчет тепловой работы методических печей.
2. Расчет тепловой работы камерных печей с постоянной рабочей температурой.
3. Расчет тепловой работы камерных печей с переменной рабочей температурой.
4. Расчет тепловой работы печей с шагающим подом.
5. Расчет тепловой работы печей с шагающими балками.
6. Расчет тепловой работы кольцевых печей.

Примерные задания

В печи периодического действия нагревают металлические изделия с общей массой 5 т и удельной теплоемкостью 0,5 кДж/(кгК) от начальной температуры 0°С до конечной среднемассовой температуры 1000°С. Печь отапливают природным газом с низшей теплотой сгорания 30 МДж/м³ при подаче холодного воздуха. (0 С) в количестве 10,5 м³ на 1 м³ газа. При сжигании газа образуются продукты сгорания с удельной теплоемкостью 1,5 кДж/(м³К) в количестве 11 м³ на 1 м³ газа. Количество газа, сжигаемого в печи за все время нагрева, составляет 500 м³. Потери тепла в рабочей камере печи (через футеровку, открываемые окна и пр.) составляют 10% от поступления теплоты в печь за счет сжигания топлива.

1. Определить величину коэффициента полезного теплоиспользования при этих условиях.

2. На сколько следует увеличить количество сжигаемого в печи топлива (при условии поддержания неизменной температуры уходящих из рабочей камеры газов), если загружать в печь 7 т металла?

3. Как при этом изменится величина коэффициента полезного теплоиспользования?

4. До какой температуры следует подогревать воздух, чтобы при заданном увеличении загрузки печи сохранить неизменность температуры уходящих из рабочей камеры продуктов сгорания и обеспечить экономию топлива на 2,0%, т.е. снизить количество природного газа, сжигаемого в печи за все время нагрева до 400 м³?

5. Какова будет при этом величина коэффициента полезного теплоиспользования, рассчитанного для рабочей камеры?

6. Чему будет равен коэффициент полезного теплоиспользования для системы "печь + внешний теплообменник"? (Удельную теплоемкость воздуха принять равной 1,3 кДж/(м³К), а потерями тепла в теплообменнике пренебречь).

Результаты расчетов обсудить и сделать выводы.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Характеристики нагрева металла. Явления, возникающие при нагреве металла (термические напряжения, обезуглероживание, окисление).
2. Рациональные режимы нагрева металла при различных значениях числа Bi
3. Радиационный режим тепловой работы печей.
4. Конвективный режим тепловой работы печей. Рециркуляция атмосферы печей. Роль кладки.
5. Основные схемы электронагрева в нагревательных и термических печах. Особенности нагрева и конструкции.
6. Типы конструкций печей непрерывного действия. Выбор рациональной конструкции.
7. Типы конструкций печей периодического действия. Выбор рациональной конструкции.
8. Конструкции печей для нагрева и термической обработки полосы, ленты.
9. Конструкции печей для нагрева и термической обработки листов.
10. Конструкция печей для нагрева слябов.
11. Конструкция печей для нагрева трубных заготовок.
12. Конструкция печей для нагрева колесных заготовок.
13. Типы конструкции методических печей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.