

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Устойчивое развитие в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Технология и оборудование энергоемких производств**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Попов С.К.
	Идентификатор	R7e4207b7-PopovSK-0280b823

С.К. Попов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Злывко О.В.
	Идентификатор	Ra785d4c7-ZlyvkoOV-49c1f249

О.В. Злывко

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития

ИД-1 Выполняет разработку конструкторских и технологических решений объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи» (Расчетное задание)

2. КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн» (Расчетное задание)

3. КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса» (Расчетное задание)

4. КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора» (Расчетное задание)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	15
Теплотехника и оборудование черной металлургии					
Технологическая схема подготовки исходных материалов для доменной плавки. Теплотехника и оборудование производства чугуна. Теплотехника и оборудование производства стали	+				
Нагревательные и термические печи черной металлургии	+				
Теплотехника и оборудование цветной металлургии					
Теплотехнология получения меди. Конструкция оборудования			+		
Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн			+		
Теплотехника и оборудование производства стекла.					
Технологические системы и процессы производства стекла. Конструкция стекловаренных печей				+	

Конструктивный расчет стекловаренной печи. Материальный баланс стекловаренного процесса. Энергосберегающие мероприятия в теплотехнологии стекловарения			+	
Теплотехнические расчеты оборудования энергоемких производств				
Регенеративные теплообменники в энергоемких производствах. Тепловой расчет регенератора. Повышение эффективности использования регенераторов				+
Испарительное охлаждение и гарнисажное ограждение в высокотемпературных установках. Расчет системы испарительного охлаждения. Расчет образования гарнисажа				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Выполняет разработку конструкторских и технологических решений объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения) Уметь: Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок Оценивать потенциал энерго- и	КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи» (Расчетное задание) КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн» (Расчетное задание) КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса» (Расчетное задание) КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора» (Расчетное задание)

		ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Расчетное задание №1 «Анализ тепловой схемы колпаковой печи»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетное задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в составе бригады получает задание и в течение трех недель его выполняет. Часть пунктов задания выполняется в ходе практических занятий, часть – в рамках самостоятельной работы. Расчетное задание оформляется в виде бригадного отчета и представляется преподавателю.

Краткое содержание задания:

Составить уравнение теплового баланса камерной колпаковой печи (печи периодического действия). Определить расход топлива по периодам технологического процесса. Сформулировать предложения по энергосбережению.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1. Законы переноса теплоты и массы в рабочем пространстве колпаковой печи 2. Колпаковая печь - это... 3. Принципиальные отличия колпаковых печей для отжига листов 4. Перечислите тепловые потоки в расходной части теплового баланса печи
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты выполнены корректно, без ошибок. Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат неточности. Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат ошибки. Студент затрудняется прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. В процессе собеседования студент проявляет понимание полученных результатов.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

КМ-2. КМ-2. Расчетное задание №2 «Материальный баланс процесса плавки концентрата на штейн»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетное задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает индивидуальное задание и в течение четырех недель его выполняет. Часть пунктов задания выполняется в ходе практических занятий, часть – в рамках самостоятельной работы. Расчетное задание оформляется в виде отчета и представляется преподавателю.

Краткое содержание задания:

1. Определение минералогического состава концентрата
2. Определение удельного выхода и состава штейна
3. Определение удельного расхода кислорода на процесс окисления
4. Определение удельного расхода кислорода
5. Определение удельного выхода диоксида серы
6. Материальный баланс процесса плавки концентрата

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения)	1. Какие топливно-энергетические ресурсы используются в теплотехнологии производства меди? 2. Структура теплотехнологического комплекса производства меди. 3. Сушиллки для медного концентрата. 4. Обогащение сульфидных медных руд. 5. Виды рудных плавок в цветной металлургии.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты выполнены корректно, без ошибок. Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат неточности. Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат ошибки. Студент затрудняется прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. В процессе собеседования студент проявляет понимание полученных результатов.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

КМ-3. КМ-3. Расчетное задание №3 «Материальный баланс стекловаренного процесса»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетное задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в составе бригады получает задание и в течение четырех недель его выполняет. Часть пунктов задания выполняется в ходе практических занятий, часть – в рамках самостоятельной работы. Расчетное задание оформляется в виде бригадного отчета и представляется преподавателю.

Краткое содержание задания:

Исходные данные: тип изделия из стекла (оконное стекло, тарное стекло, стекло Е, АR, S, D для производства стекловолокна).

1. Определение перечня и химического состава компонентов шихты.
2. Составление системы уравнений материального баланса оксидов.
3. Программная реализация решения системы уравнений. Определение удельного расхода компонентов шихты.
4. Анализ качества полученных результатов.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий	1. Какие тепломассообменные процессы происходят при варке стекла? 2. Составление системы уравнений материального баланса оксидов. 3. Сырьевые материалы и их подготовка для производства стекла. Основные стадии стекловаренного процесса 4. Топливные стекловаренные ванны печи непрерывного действия: конструктивные схемы.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты выполнены корректно, без ошибок.

Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат неточности.

Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат ошибки.

Студент затрудняется прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. В процессе собеседования студент проявляет понимание полученных результатов.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

КМ-4. КМ-4. Расчетное задание №4 «Тепловой расчет регенератора»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетное задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в составе бригады получает задание и в течение четырех недель его выполняет. Часть пунктов задания выполняется в ходе практических занятий, часть – в рамках самостоятельной работы. Расчетное задание оформляется в виде бригадного отчета и представляется преподавателю.

Краткое содержание задания:

Разработать программную реализацию инженерной методики расчета регенератора.

Провести расчетное исследование тепловой работы регенератора при заданных исходных данных. Оценить энергосберегающий эффект.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок	1. Как оценить энергосберегающий эффект от повышения температуры окислителя на 100 С? 2. Воздухонагреватели и нагрев дутья. 3. Тепловой работы регенератора
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Расчеты выполнены корректно, без ошибок.

Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат неточности.

Студент может прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. Иллюстративный материал оформлен качественно, без ошибок.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Результаты расчетов содержат ошибки.

Студент затрудняется прокомментировать каждую строку отчета и каждое число, приведенное в отчете. В процессе собеседования студент проявляет понимание полученных результатов.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____		Университет Зав. кафедрой
	Кафедра	ИТНО	
	Дисциплина	Теплотехника и оборудование энергетических производств	
	Институт	ИЭВТ	
1. Технологическая схема переработки железных руд. 2. Конструктивная схема ванной регенеративной стекловаренной печи. 3. <u>Практическое задание.</u> Определить часовой выход фаялита (FeO)₂SiO₂, перешедшего в шлак при полном окислении сульфида железа в окислительном реакторе, производительностью 8 т/ч. Шихта имеет в своем составе 40% CuFeS₂, 20% FeS₂.			

Процедура проведения

Студенту выдаётся билет. Выделяется время на подготовку, в ходе которой студент может письменно подготовить ответы на вопросы. По готовности билет и ответы, подготовленные в письменном виде, передаются преподавателю. Преподаватель задаёт уточняющие вопросы, проводится беседа по материалам курса, после которых ставится оценка.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Выполняет разработку конструкторских и технологических решений объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Технологическая схема переработки железных руд. Состав металлургического завода с полным производственным циклом
2. Технологическая схема подготовки железных руд к доменной плавке
3. Физико-химические основы процессов получения стали. Конвертерные процессы в теплотехнологии производства стали. Устройство кислородных конвертеров с верхней продувкой.
4. Стадии конвертерной плавки стали. Выплавка стали в мартеновских и электрических печах. Характеристики и особенности.
5. Разливка стали в изложницы. Непрерывная разливка стали: технология и оборудование. Нагревательные колодцы и методические печи.
6. Структура теплотехнологического комплекса производства меди. Обогащение сульфидных медных руд.
7. Сушилки для медного концентрата. Виды обжига в цветной металлургии.
8. Виды рудных плавок в цветной металлургии. Виды рафинировочных плавок в цветной металлургии.
9. Окислительный обжиг сульфидных концентратов в кипящем слое. Плавка на штейн в отражательной печи. Основные реакции.
10. Два периода конвертирования медных штейнов. Химизм. Оборудование для конвертирования медных штейнов.

11. Огневое рафинирование черновой меди. Цель и технология. Оборудование. Электролитическое рафинирование меди.
12. Агломерат, его свойства и состав. Производство агломерата.
13. Схема коксохимического производства. Продукты, состав и свойства. Схема доменного производства.
14. Восстановление железа (основные химические реакции). Термодинамика восстановления водородом, окисью углерода и углеродом.
15. Особенности прямого и косвенного восстановления. Расходы восстановителей.
16. Доменные физико-химические процессы. Образование чугуна и его состав.
17. Образование шлака и его свойства. Доменный (колошниковый) газ. Дутье для доменной печи. Воздухонагреватели и нагрев дутья. Припечная грануляция доменного шлака.
18. Сырьевые материалы и их подготовка для производства стекла. Основные стадии стекловаренного процесса

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое гидрофильные и гидрофобные минералы? Как эти свойства минералов используются для обогащения руд?

Ответы:

1. Гидрофобные минералы – не смачиваются водой, они прилипают к пузырькам воздуха и поднимаются или, как говорят, всплывают и флотируют на поверхности, образуя минерализованную пену. Гидрофильные минералы – смачиваются водой, не прилипают к воздушному пузырьку и остаются в пульпе. Эти свойства (различия поверхностных свойств) используются при флотации.
2. Гидрофобные минералы – смачиваются водой, они не прилипают к пузырькам воздуха и поднимаются или, как говорят, всплывают. Гидрофильные минералы – смачиваются водой, не прилипают к воздушному пузырьку и остаются в пульпе. Эти свойства (различия поверхностных свойств) используются при флотации.
3. Гидрофобные минералы – не смачиваются водой, они прилипают к пузырькам воздуха и опускаются или, как говорят, оседают на дне, образуя минерализованный осадок. Гидрофильные минералы – смачиваются водой, не прилипают к воздушному пузырьку и остаются в пульпе. Эти свойства (различия поверхностных свойств) используются при флотации.

Верный ответ: 1

2. Перечислите способы обогащения железных руд

Ответы:

1. -размол, - гравитационное обогащение, - магнитное обогащение, - флокуляция
2. -промывка, - гравитационное обогащение, - магнитное обогащение, - флотация
3. -промывка, - магнитное обогащение

Верный ответ: 2

3. Какие технологическое оборудование применяется для выплавки стали?

Ответы:

1. Кислородный конвертер – 80% Мартеновская печь – 10% Электropечь – 10%
2. Кислородный конвертер – 30% Мартеновская печь – 60% Электropечь – 10%
3. Мартеновская печь – 90% Электropечь – 10%

Верный ответ: 1

4. В какой зоне установки непрерывной разливки стали вода непосредственно контактирует со сталью?

Ответы:

1. в зоне первичного охлаждения
2. в зоне вторичного охлаждения

Верный ответ: 2

5. Перечислите тепловые потоки в расходной части теплового баланса доменной печи.

Ответы:

1. $Q_{допс}$ – теплота на диссоциацию оксидов и перевод серы в шлак; $Q_{рвпд}$ – теплота на разложение водяных паров дутья; $Q_{ивш}$ – теплота на испарение влаги шихты; $Q_{уч}$ – теплота, уносимая чугуном; $Q_{ушл}$ – теплота, уносимая шлаком; $Q_{уткгвпп}$ – теплота, уносимая колошниковым газом, водяным паром и пылью; $Q_{пот}$ – потери теплоты, определяемые как разность между приходом и расходом теплоты.

2. $Q_{допс}$ – теплота на диссоциацию оксидов и перевод серы в шлак; $Q_{ивш}$ – теплота на испарение влаги шихты; $Q_{уч}$ – теплота, уносимая чугуном; $Q_{ушл}$ – теплота, уносимая шлаком; $Q_{уткгвпп}$ – теплота, уносимая колошниковым газом, водяным паром и пылью.

3. $Q_{допс}$ – теплота на диссоциацию оксидов и перевод серы в шлак; $Q_{рвпд}$ – теплота на разложение водяных паров дутья; $Q_{уч}$ – теплота, уносимая чугуном; $Q_{ушл}$ – теплота, уносимая шлаком; $Q_{пот}$ – потери теплоты, определяемые как разность между приходом и расходом теплоты.

Верный ответ: 1

6. Что такое холодная прочность агломерата, горячая прочность агломерата?

Ответы:

1. Под холодной прочностью подразумевают рыхлость, препятствующую разрушению агломерата при его транспортировке и загрузке в печь, под горячей – прочность, препятствующую разрушению под воздействием давления столба шихты в печи при высоких температурах.

2. Под холодной прочностью подразумевают прочность, препятствующую разрушению агломерата при его транспортировке и загрузке в печь, под горячей – прочность, препятствующую разрушению под воздействием давления столба шихты в печи при высоких температурах.

Верный ответ: 2

7. Перечислите термомеханические свойства кокса, важные для доменного процесса.

Ответы:

1.1) термостойкость (способность не растрескиваться), 2) способность не спекаться.

Основные свойства, которыми должен обладать кокс: - высокая прочность - малое содержание золы - неспекаемость - определенный размер кусков - малое содержание вредных примесей - серы и фосфора - малое и постоянное содержание влаги - высокая пористость

2. 1) прочность, 2) термостойкость (способность не растрескиваться), 3) способность не спекаться. Основные свойства, которыми должен обладать кокс: - высокая прочность - малое содержание золы - неспекаемость - определенный размер кусков - малое содержание вредных примесей - серы и фосфора - малое и постоянное содержание влаги - высокая пористость

Верный ответ: 2

8. Перечислите функции кокса в доменном процессе.

Ответы:

1.- Выделение теплоты - Образование газа-восстановителя CO (для косвенного восстановления) - Участие C в прямом восстановлении - Обеспечение газопроницаемости слоя в домне

2. - Поглощение теплоты - Поглощение газа-восстановителя CO (для косвенного восстановления) - Участие C в прямом восстановлении - Обеспечение газопроницаемости слоя в домне

Верный ответ: 1

9. Перечислите компоненты агломерационной шихты (в производстве чугуна)

Ответы:

1.- шлак металлургический; - топливо (коксовая мелочь); - влага, вводимая для окомкования шихты; - известняк, вводимый для получения офлюсованного агломерата.

2. - железосодержащие материалы (рудный концентрат, руда, колошниковая пыль); - возврат (отсеянная мелочь ранее произведенного агломерата); - топливо (коксовая мелочь); - влага, вводимая для окомкования шихты; - известняк, вводимый для получения офлюсованного агломерата.

Верный ответ: 2

10. Что такое агломерация?

Ответы:

1. Это процесс окускования мелких руд, концентратов и колошниковой пыли спеканием в результате сжигания топлива в слое спекаемого материала

2. Это процесс измельчение мелких руд, концентратов и колошниковой пыли дроблением в результате сжигания топлива в слое спекаемого материала

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 1 семестр.