

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 23.12.2024 11:40:56

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Запорожский государственный университет им. Н. М. Федоровского»  
ЗГУ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

*«Металлургические печи»*

**Факультет:** Горно-технологический (ГТФ)

**Направление подготовки:** 22.04.02 «Металлургия»

**Направленность (профиль):** Металлургия цветных металлов

**Уровень образования:** магистратура

**Кафедра** «Металлургии цветных металлов»

наименование кафедры

**Разработчик ФОС:**

Доцент, к.с-х.н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

О.В. Носова

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 9 от «20» 05 2024 г.

Заведующий кафедрой

Н.Д. Ванюкова

<sup>1</sup> В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	ОПК-1.2 Демонстрирует умение выбора оптимальных технологий для конкретного производственного процесса

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Формируемая компетенция</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Показатели оценки</b>
Теплофизика, газодинамика, горение, подготовка металлургического сырья и его производство	ОПК-1	Конспект, тестовые задания	Есть/нет, решение теста
Расчетно-теоретические и промышленные исследования работ печей, расчет материальных и тепловых балансов печей: ПВП, ПВ, РТП, КС	ОПК-1	Конспект, тестовые задания	Есть/нет, решение теста
Огнеупорные материалы	ОПК-1	Конспект, тестовые задания	Есть/нет, решение теста
Теплообмен в рабочем пространстве металлургических печей, изучение оборудования для тепловой обработки металлов, движение газов в металлургических печах, основы теории подобия и моделирования, тепломассообмен, устройство и принцип	ОПК-1	Собеседование, тестовые задания	Полнота раскрытия материала, Решение теста

работы металлургических печей			
Первый и второй закон термодинамики, топливо и основы теории горения, тепловые двигатели	ОПК-1	Тестовые задания	Решение теста
Зачет (заочная форма обучения)	ОПК-1	Собеседование	Полнота раскрытия темы
Экзамен (очная, заочная форма обучения)	ОПК-1	Курсовой проект, итоговый тест	1. Выполнение курсового проекта 2. Решение теста

**1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>Промежуточная аттестация в форме «Зачета» (для заочной формы обучения)</b>				
	Собеседование	По окончании обучения по дисциплине	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет, полнота раскрытия материала
<b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен» (для очной и заочной формы обучения)</b>				
	Тестовые задания	По расписанию после выполнения курсового проекта		Зачет/Незачет
	ИТОГО:	-	___ баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен» (для заочной формы обучения)</b>				
	Кейсовое задание	Выполнение в течении	от 0 до 10 баллов по критериям	Оценка от 2 до 5

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
		обучения по дисциплине и защита		
	ИТОГО:	-	___ баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

**2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### **2.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

**1.Теплофизика, газодинамика, горение, подготовка металлургического сырья и его производство**

**Тестовое задание**

1.1.Способы задания состава газовой смеси

**А) массовыми, объемными, мольными долями**

Б) по химическому составу компонентов

В) по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов

Г) по химической активности компонентов

1.2. Какая масса топлива является наиболее стабильной по составу

А) рабочая

Б) горючая

**В) сухая**

Г) подготовленная

1.3.Как влияет выход летучих на процесс горения

А) не оказывает влияния

Б) увеличивает объем пламени

**В) снижает температуру горения топлива**

Г) уменьшает объем пламени

1.4. Количество тепла, выделенное 1 кг (1 м<sup>3</sup>) топлива при превращении водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, в жидкость, называется

А) низшей теплотой сгорания топлива

Б) высшей теплотой сгорания топлива

**В) удельной теплотой сгорания топлива**

Г) условной теплотой сгорания топлива

1.5. Каким видам подготовки может подвергаться природное топливо

А) вообще не подвергается подготовке

Б) термическому обжигу

**В) дроблению, сортировке, сушке**

Г) механической сортировке

**2. Расчетно-теоретические и промышленные исследования работ печей, расчет материальных и тепловых балансов печей: ПВП, ПВ, РТП, КС**

### Тестовое задание

2.1. К печам с полной или частичной теплогенерацией за счет химической энергии сырьевых материалов не относятся

- А) Печи кипящего слоя (КС)
- Б) Конвертеры
- В) **Анодные печи**
- Г) Печи взвешенной плавки (ПВП)

2.2. К плавки сырья в фильтрующем слое относится

- А) процесс Норанда
- Б) процесс Мицубиси
- В) шахтная плавка
- Г) финская плавка

2.3. Каков температурный диапазон электрических среднетемпературных термических печей, °С

- А) **1250-1500**
- Б) 600-900
- В) 650-900
- Г) в зависимости от вида термической обработки

2.4. Каким способом передается большая часть теплоты в высокотемпературных печах

- А) теплопроводностью
- Б) конвекцией
- В) **тепловым излучением**
- Г) теплопроводностью и конвекцией

2.5. Состояние системы, в которой распределение значений параметров не меняется во времени, называется

- А) **стационарным**
- Б) нестационарным
- В) самопроизвольным
- Г) несамопроизвольным

### 3. Огнеупорные материалы

#### Тестовое задание

3.1. Какой параметр является признаком классификации материалов по огнеупорности

- А) **минеральный состав**
- Б) плотность
- В) способ фомования
- Г) температура

3.2. Какой примерный состав шамотных материалов

- А)  $Al_2O_3$  72-90 %
- Б)  **$Al_2O_3$  28-45 %**
- В) MgO 35-40 %
- Г)  $ZrO_2$  25 %

3.3. Какие огнеупорные материалы в соответствии с технической классификацией относятся к группе основных огнеупоров

- А) **в составе преобладает  $SiO_2$**
- Б) в составе преобладает  $Al_2O_3$
- В) в составе преобладает CaO
- Г) в составе преобладает MgO

3.4. Какой из перечисленных материалов относится к кремнеземистым

- А) шамот
- Б) муллитокорунд
- В) магнезит
- Г) **динас**

3.5. Свойство материала противостоять длительное время воздействию высоких температур, не теряя формы и не переходя в тестообразное состояние, называется:

- А) огнестойкостью
- Б) огнеупорностью
- В) жаростойкостью**
- Г) жаропрочностью

#### **4. Теплообмен в рабочем пространстве металлургических печей, изучение оборудования для тепловой обработки металлов, движение газов в металлургических печах, основы теории подобия и моделирования, тепломассообмен, устройство и принцип работы металлургических печей**

##### **Тестовое задание**

4.1. Закон Планка устанавливает связь между

- А) излучательной и поглотительной способностями тела
- Б) плотностью потока интегрального излучения и температурой
- В) спектральной плотностью излучения, температурой и длиной волны**
- Г) плотностью потока излучения и длиной волны

4.2. Физическая величина, характеризующая интенсивность теплоотдачи при известном изменении температуры, называется

- А) термическим сопротивлением
- Б) коэффициентом термической проводимости
- В) коэффициентом температуропроводности
- Г) коэффициентом теплоотдачи**

4.3. Какова природа передачи теплоты теплопроводностью

- А) перемещение атомов и молекул вещества от нагретой части тела к холодной**
- Б) перемещение ионов вещества от нагретой части тела к холодной
- В) распространение в теле электромагнитных волн**
- Г) увеличение интенсивности колебательного и поступательного движения электронов, атомов, ионов за счет их соударения

4.4. Распределение спектральной плотности потока излучения по длинам волн в зависимости от температуры устанавливает закон

- А) Планка**
- Б) Стефана-Больцмана
- В) Ламберта
- Г) Киргофа

4.5. Укажите необходимое условие теплопередачи

- А) наличие температурного поля
- Б) постоянство температуры во всех точках пространства
- В) разность в плотности
- Г) наличие разности температур передающих тел**

#### **5 Первый и второй закон термодинамики, топливо и основы теории горения, тепловые двигатели**

##### **Тестовое задание**

5.1. В изотермическом процессе теплоемкость газа равна

- А) нулю
- Б) единице
- В) бесконечности**
- Г) может принимать разные значения в зависимости от конкретных условий протекания процесса

5.2. Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе

- А) давление
- Б) температура

В) теплоемкость

Г) объем

5.3. Площадь под кривой процесса в PV- координатах численно равна

А) теплоте

Б) энтальпии

В) работе

Г) объему

5.4. Чему равен показатель политропы в изобарном процессе

А)  $n = \pm\infty$

Б)  $n = 0$

В)  $n = 1$

Г)  $n = K$

5.5. Если тепло к газу подводится, то энтропия

А) уменьшается

Б) увеличивается

В) остается постоянной

Г) зависит от изменения температуры

### Задание на курсовой проект

Рассчитать материальный баланс плавки на штейн медно-никелевого сырья в печи взвешенной плавки.

На плавку направляется шихта, содержащая 70% концентрата Талнахской обогатительной фабрики (ТОФ), 20% концентрата Норильской обогатительной фабрики (НОФ) и 10% сульфидного концентрата.

Химический состав концентрата ТОФ, %: Ni – 8,0; Cu – 4,0; Co – 0,3; Fe – 45,0; S – 31,0; SiO<sub>2</sub> – 1,9; CaO – 1,91; MgO – 0,71; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,80; прочие – остальное.

Химический состав концентрата НОФ, %: Ni – 5,7; Cu – 2,5; Co – 0,31; Fe – 46,57; S – 34,01; SiO<sub>2</sub> – 2,5; CaO – 0,3; MgO – 0,44; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,1; прочие – остальное.

Химический состав сульфидного концентрата, %: Ni – 11,0; Cu – 3,66; Co – 0,39; Fe – 33,2; S – 27,5; SiO<sub>2</sub> – 2,7; CaO – 4,2; MgO – 0,45; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,0; прочие – остальное.

Минералогический состав концентратов ТОФ и НОФ идентичен: медь содержится в виде халькопирита CuFeS<sub>2</sub>, никель – в виде пентландита NiFeS<sub>2</sub>, кобальт – в виде сульфида CoS, железо – в виде пирротина Fe<sub>7</sub>S<sub>8</sub> и магнетита Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; кроме того, содержатся оксиды пустой породы: SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и пр.

Минералогический состав сульфидного концентрата: ковеллин CuS, миллерит NiS, сульфид CoS, троилит FeS, гетит FeOOH, сера элементарная S<sub>эл</sub>; кроме того, содержатся оксиды пустой породы: SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и прочие. Содержание S<sub>эл</sub> в концентрате 5%.

Влажность всех компонентов шихты – 0,2%.

Десульфуризация – 70%.

Безвозвратные потери – 1%.

Коэффициент извлечения цветных металлов в штейн: медь – 97%, никель – 95%, кобальт – 70%.

Содержание в штейне:  $\Sigma(\text{Ni}+\text{Cu})$  – 40%, сера – 25%.

Считаем, что вся сера содержится в газовой фазе в виде диоксида серы SO<sub>2</sub>, небольшим содержанием триоксида серы SO<sub>3</sub> в технологических газах пренебрегаем.

Плавка ведется на шлак с содержанием 34% кремнезема SiO<sub>2</sub>. Содержание в шлаке в сульфидной форме: Cu – 70%; Ni – 40%, кобальт весь содержится в виде оксида CoO.

Для корректировки состава шлака используется речной песок, содержащий 78% SiO<sub>2</sub> и пр.

Влажность речного песка – 0,2%.

Из-за недостаточного смешивания компонентов шихты и воздуха в процессе плавки требуется избыточное содержание кислорода в дутье. Избыток кислорода принимаем равным 5%.

Обогащение кислородом КВС – 40%. Содержание кислорода в технологическом кислороде, используемом для получения КВС заданного состава, 95%.

Привести чертеж печи.

### Итоговый тест

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО	Компетенция
<p><b>1. Как зависит коэффициент теплопроводности <math>\lambda</math> для разных материалов от температуры?</b></p> <p>1. не зависит; 2. по дифференциальному закону; 3. по логарифмическому закону; 4. по линейному закону</p>	ОПК-1
<p><b>2. Укажите число подобия, учитывающее нестационарный тепловой режим:</b></p> <p>1. Nu 2. Bi 3. Re 4. Gr</p>	ОПК-1
<p><b>3. Плотность теплового потока через плоскую стенку равна 1000 Вт/м<sup>2</sup>. Чему равен тепловой поток через эту стенку, если ее площадь 3 м<sup>2</sup>?</b></p> <p>1. надо знать время; 2. 3000 Вт; 3. 330 Вт; 4. надо знать коэффициент теплопроводности</p>	ОПК-1
<p><b>4. Количество тепла, проходящее через единицу площади изотермической поверхности в единицу времени, называется:</b></p> <p>1. тепловым потоком 2. плотностью теплового потока 3. коэффициентом теплопроводности 4. коэффициентом теплоотдачи</p>	ОПК-1
<p><b>5. Основным законом теплопроводности является:</b></p> <p>1. <math>q = -\lambda \text{ grad}t</math> 2. <math>Q = \alpha F (t_1 - t_2)</math> 3. <math>E_0 = \sigma_0 * T^4</math> 4. <math>E_1/A_1 = E_2/A_2 = E_0</math></p>	ОПК-1
<p><b>6. Отношение плотности потока излучения тела к плотности потока излучения абсолютно чёрного тела называется:</b></p> <p>1. спектральной плотностью потока излучения; 2. коэффициентом теплового излучения; 3. степенью черноты; 4. плотностью потока излучения</p>	ОПК-1

<p><b>7. Укажите уравнение подобия, описывающее теплообмен при вынужденной конвекции:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Nu = f(Re; Pr; Gr)</math></li> <li>2. <math>Nu = f(Gr; St; Fo)</math></li> <li>3. <math>Nu = f(Gr; Pr)</math></li> <li>4. <math>Nu = f(Re; Pr)</math></li> </ol>	ОПК-1
<p><b>8. Величина <math>\alpha</math> называется коэффициентом теплоотдачи и численно равна:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. количеству теплоты, проходящей через единицу площади при градиенте температур 1К</li> <li>2. скорости изменения температуры в теле</li> <li>3. количеству теплоты, отдаваемой единицей поверхности в единицу времени при разнице температур 1 К</li> <li>4. градиенту температур</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>9. Физическая величина, которая характеризует интенсивность теплоотдачи при известном изменении температуры, называется:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. термическим сопротивлением</li> <li>2. коэффициентом термической проводимости</li> <li>3. коэффициентом температуропроводности</li> <li>4. коэффициентом теплоотдачи</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>10. Какой параметр является признаком классификации материалов по огнеупорности?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. минеральный состав</li> <li>2. плотность</li> <li>3. способ формования</li> <li>4. температура</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>11. Какое из перечисленных веществ является сырьем для производства динаса?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. глина</li> <li>2. магнезит</li> <li>3. кварцит</li> <li>4. алюмосиликат</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>12. Каков примерный состав шамотных материалов?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Al_2O_3</math> 72 — 90%</li> <li>2. <math>Al_2O_3</math> 28 — 45%</li> <li>3. <math>MgO</math> 35 – 40%</li> <li>4. <math>ZrO_2</math> 25%</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>13. Из перечисленных материалов назовите естественный теплоизоляционный материал:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. шамот</li> <li>2. магнезит</li> <li>3. динас</li> <li>4. диатомит</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>14. Рассчитайте значение <math>Nu</math>, если скорость потока <math>\omega = 20</math> м/сек, толщина пластины <math>\delta = 20</math> мм, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha = 110</math> Вт/м<sup>2</sup> · С<sup>0</sup>, коэффициент теплопроводности <math>\lambda = 20</math> Вт/м · С<sup>0</sup>.</b></p>	ОПК-1

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Nu = 32</math></li> <li>2. <math>Nu = 0,11</math></li> <li>3. <math>Nu = 22</math></li> <li>4. правильного ответа нет</li> </ol>	
<p><b>15. Распределение спектральной плотности потока излучения по длинам волн в зависимости от температуры устанавливает:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. закон Планка</li> <li>2. закон Стефана-Больцмана</li> <li>3. закон Ламберта</li> <li>4. закон Кирхгофа</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>16. Рассчитайте значение Фурье, если известны следующие параметры: <math>a=1,18 \times 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}</math>, <math>t=2,5</math> часа, <math>d=400</math> мм</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. рассчитать нельзя, не хватает исходных данных</li> <li>2. <math>Fo=0,66</math></li> <li>3. <math>Fo=2,66</math></li> <li>4. <math>Fo=26</math></li> </ol>	ОПК-1
<p><b>17. Каков температурный диапазон электрических среднетемпературных термических печей:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1250-1500</li> <li>2. 600-900</li> <li>3. 650-1250</li> <li>4. в зависимости от вида термической обработки.</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>18. Количество тепла, выделенное 1 кг (<math>1\text{м}^3</math>) топлива при превращении водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания, в жидкость, называется:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. низшей теплотой сгорания топлива</li> <li>2. высшей теплотой сгорания топлива</li> <li>3. удельной теплотой сгорания топлива</li> <li>4. условной теплотой сгорания топлива</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>19. Каким видам подготовки может подвергаться природное топливо?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. вообще не подвергается подготовке</li> <li>2. термическому обжигу</li> <li>3. дроблению, сортировке и сушке</li> <li>4. механической сортировке</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>20. Для какого процесса справедливо соотношение:</b></p> $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. изобарный</li> <li>2. изохорный</li> <li>3. изотермический</li> <li>4. адиабатный</li> </ol>	ОПК-1
<p><b>21. Назовите калорические параметры состояния:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплота, работа, теплоёмкость</li> </ol>	ОПК-1

<p>2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия</p> <p>3. молекулярная масса, парциальное давление, температура</p> <p>4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная</p>	
<p><b>22. При увеличении объёма газа работа ...</b></p> <p>1. совершается</p> <p>2. затрачивается</p> <p>3. остается постоянной</p> <p>4. зависит от давления</p>	ОПК-1
<p><b>23. Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?</b></p> <p>1. <math>q = c_v \cdot (T_2 - T_1)</math></p> <p>2. <math>q = 0</math></p> <p>3. <math>q = c_p \cdot (T_2 - T_1)</math></p> <p>4. <math>q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}</math></p>	ОПК-1
<p><b>24. Если система не обменивается с другими системами или с окружающей средой ни энергией, ни веществом, то она называется:</b></p> <p>1. Закрытой</p> <p>2. Изолированной</p> <p>3. Открытой</p> <p>4. Адиабатной</p>	ОПК-1
<p><b>25. Процесс, в котором происходит превращение теплоты в работу или передача энергии от тел с меньшим потенциалом к телам с большим потенциалом, называется:</b></p> <p>1. Стационарным</p> <p>2. Несамостоятельным</p> <p>3. Нестационарным</p> <p>4. Самостоятельным</p>	ОПК-1