Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Огнеупоры для металлургического производства

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Цифровая металлургия»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 28-05-2026 09:41:10 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Освоение обучающимися знаний в области теоретических и технологических основ производства и применения огнеупорных материалов и изделий на их основе.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение физико-химических закономерностей образования фаз в зависимости от количества и состава, физико-механической и термо-механической обработки исходных материалов для производства огнеупоров;;

– приобретение навыков расчета и прогнозирования свойств огнеупоров в зависимости от химического и минерального состава.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Планирование и организация эксперимента;
– Материаловедение;
– Теплотехника;
– Методы контроля и анализа веществ.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Технология производства стали в конвертерах;
– Электрометаллургия стали;
– Внепечная обработка стали;
– Разливка стали;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения

	ПК-2: Способен определять организационно-управленческие мероприятия по работе производственных цехов в металлургической отрасли	ПК-2.1 Понимает основные принципы работы оборудования металлургического производства	– знать: основы работы и конструктивные особенности металлургического оборудования;. – уметь: оценивать влияние на технологический процесс производства металлопродукции различных огнеупорных материалов металлургических агрегатов. .
		ПК-2.3 Использует современные технико-экономические требования к технологическому оборудованию металлургических цехов	– знать: современные технико-экономические требования к огнеупорным материалам металлургических агрегатов;. – уметь: осуществлять выбор огнеупорных материалов для металлургических агрегатов на различных этапах производства металлопродукции..

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*72*

зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*	***32***	*32*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***8***	*8*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***23***	*23*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в огнеупорное производство (Огнеупорная промышленность России и ее размещение. Ассортимент огнеупорных материалов. Заводы огнеупорной промышленности, их размещение и характеристика. Перспективы развития огнеупорной промышленности России. Некоторые сведения об огнеупорной промышленности зарубежных стран.);

Раздел 2 Классификация огнеупорных материалов и изделий (Классификация огнеупорных материалов по ГОСТ, дополнительные сведения по классификации огнеупоров.);

Раздел 3 Теоретические основы технологии производства и применения огнеупорных материалов (Свойства огнеупорных материалов. Огнеупорность, макроструктура огнеупорных изделий. Пористость: общая, кажущаяся, капиллярная, проницаемая. Классификация пор. Газопроницаемость. Удельная поверхность. Анизотропия структуры. Термомеханические свойства. Механическая прочность огнеупоров при обычной температуре. Теоретическая прочность огнеупоров. Влияние пористости на прочность при нормальной температуре. Мера хрупкости. Механика разрушения. Деформация под нагрузкой при высоких температурах. Ползучесть. Диффузионный крип: дислокационная ползучесть, влияние размера пор, влияние пористости. Ползучесть промышленных огнеупоров. Релаксация. Усталость. Теплофизические свойства огнеупоров. Теплоёмкость. Термический коэффициент линейного расширения. Теплопроводность: теплопроводность пор, зависимость теплопроводности от пористости. Температуропроводность, аккумулирующая способность огнеупоров. Испарение огнеупоров. Термическая стойкость. Зависимость термостойкости от температуры. Термостойкость при напряжениях второго рода. Взаимодействие огнеупоров с корродиентами. Феноменологическое описание. Критерии

взаимодействия. Краткая характеристика металлургических шлаков. Смачивание и растекание. Пропитка огнеупоров шлаками. Роль структурного фактора в повышении коррозионной устойчивости огнеупоров. Растворение и химическое взаимодействие. Взаимодействие огнеупоров с металлами. Распределение кислорода между расплавом стали и оксидным огнеупором. Образование неметаллических включений в стали. Взаимодействие огнеупоров с углеродом.);

Раздел 4 Технологические процессы производства огнеупоров (Процессы измельчения. Общие сведения об измельчении. Теории дробления и измельчения. Механо-химические и физико-химические процессы при измельчении. Распределение дисперсных тел. Кинетика измельчения и размолоспособность. Влияние ПАВ на помол. Разделение по крупности. Классификация. Хранение порошков. Смешение порошков. Общие сведения о процессе смешения (модель идеального вытеснения, модель идеального смешения, диффузионная модель, ячеечная модель). Механизм процесса периодического смешения. Эффективность смешения. Процессы формирования огнеупорных материалов. Общие положения. Классификация пресспорошков. Соотношение между фазами и плотность системы. Зерновой состав. Процессы, протекающие при прессовании порошков. Пластическое формование. Изостатическое прессование. Прессования при высоких температурах. Формование методом центрифугирования. Шликерное литье. Термическая обработка огнеупорных материалов. Сушка. Высокотемпературные процессы обработки материалов. Спекание. Собирательная рекристаллизация, стадии усадки. Энергия активации процесса спекания. Кинетика спекания. Факторы, ускоряющие спекания (механические, теплотехнические, химические). Реакционное спекание. Общие положения. Процессы при обжиге кусковых материалов. Механизм и кинетика топохимических процессов. Классификация термических установок по обработке огнеупорных материалов. Режимы термообработок.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Введение в огнеупорное производство	4	
Раздел 2.	Классификация огнеупорных материалов и изделий	4	
Раздел 3.	Теоретические основы технологии производства	14	

	и применения огнеупорных материалов		
Раздел 4.	Технологические процессы производства огнеупоров	10	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3.	Расчет количества жидкой фазы в огнеупорных материалах	2	
Раздел 3.	Расчет свободного кислорода в шлаках металлургических производств	2	
Раздел 4.	Расчет разрушающего градиента температур для различных огнеупоров	2	
Раздел 4.	Расчет пористости сформованной заготовки и объемного эффекта при реакционном спекании	2	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	4	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	7	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**32**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**
Раздел 1.	ПК-2	1. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-2	1. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-2	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Отчет о практической работе; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-2	1. Зачет на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную

траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При

выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.2.3 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют по итогам выполнения работы. Требования к содержанию отчета содержатся в методических указаниях.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он подготовил отчет о практической работе в котором: задание выполнено без серьезных ошибок и оформлено в соответствии с требованиями (без серьезных недочетов), содержание раскрывает тему задания.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который представил отчет о практической работе не соответствующий требованиям, содержащий ошибки в расчетах, выводах. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Зачет проводится по результатам текущего контроля.

Таблица – Шкала оценивания обучающегося по дисциплине «Огнеупоры для металлургического производства» по результатам текущего контроля

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку ниже трех баллов. Оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей : практикум / Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н.

– Москва : МИСиС, 2007. – 136 с. – ISBN MIS027. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/MIS027.html (дата обращения: 05.03.2026);

2 Стариков, В.С Огнеупоры и футеровки в ковшевой металлургии : учебное пособие / Стариков В.С, Темлянцев М.В., Стариков В.В. – Москва : МИСиС, 2003. – 328 с. – ISBN 2227-8397-2003-02. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/2227-8397-2003-02.html (дата обращения: 05.03.2026);

3 Кащеев, И.Д. Неформованные огнеупоры : справочное издание : в 2 т. Т.2 : Свойства и применение неформованных огнеупоров / под ред. И.Д. Кащеева. – Москва : Теплоэнергетик, 2003. – 400 с. : ил.;

4 Стариков, В. С. Огнеупоры и футеровки в ковшевой металлургии : учебное пособие для вузов / В. С. Стариков, М. В. Темлянцев, В. В. Стариков. – Москва : МИСИС, 2003. – 327 с. : ил.;

5 Павловец, В. М. Огнеупорные материалы : учебник для вузов / В.М. Павловец ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2010. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=18&lngEdition=1415&lngFile=1427&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 05.03.2026);

6 Павловец, В. М. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы в металлургии : учебное пособие / В. М. Павловец. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 268 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную персональными компьютерами;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Фейлер Сергей Владимирович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

старший преподаватель Дмитриенко Анастасия Александровна;

преподаватель спо Дмитриенко Анастасия Андреевна (кафедра менеджмента и территориального развития).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник сталеплавильного
отдела Управления по технологии
производства рельсового проката
Технической дирекции по производству
железнодорожного проката
филиала «ЗСМК» ПАО «ЕВРАЗ», к.т.н. _____ Д.В. Бойков

должность, степень, звание представителя работодателя | подпись | инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Сталь-это сплав железа с:

а) Медью

б) Алюминием

в) Углеродом

2. Какой элемент в маркировке стали обозначается буквой «Г»?

а) Углерод

б) Марганец

в) Кремний

3. Влияние водорода на качество стали:

а) снижение электрических и магнитных свойств, пластичности;

б) повышение вязкости;

в) повышение предела прочности.

4. Что является решающим при оценке влияния неметаллических включений на свойства стали?

а) содержание неметаллических включений (мас. %);

б) свойства включений (в том числе размер, форма, механические свойства);

в) расположение включений.

5. Основные мероприятия по снижению загрязненности металла неметаллическими включениями:

а) продувка металла нейтральным газом;

б) дополнительный нагрев металла;

в) ввод алюминиевой проволоки.

6. В чем заключается важная особенность реакции обезуглероживания по сравнению с другими окислительными процессами, протекающими в сталеплавильной ванне?

а) Тепловой эффект реакции окисления углерода наибольший

б) Требует обязательного использования охладителей

в) Невозможно восстановление углерода

г) Результатом реакции является газообразный продукт

7. Основное количество углерода окисляется в процессе плавки:

а) До двуокиси углерода (CO_2)

б) Доля углерода, окисляющегося до CO и CO_2 примерно одинаково

в) До монооксиси углерода (CO)

8. Обязательным условием непрерывности процесса обезуглероживания является:

а) Высокая температура

б) Высокая окисленность шлака

в) Превышение фактического содержания кислорода в металле над равновесием

9. С уменьшением содержания углерода в металле по ходу процесса разница между фактическим содержанием кислорода и равновесием по реакции с углеродом ($[O]_ф$ - $[O]_р$):

а) Уменьшается

б) Не изменяется

в) Увеличивается

10. Для ускорения диффузии кислорода из газовой фазы наиболее значимо:

а) Увеличение основности шлака

б) Перегрев металла над температурой плавления

в) Энергичное кипение ванны

11. Какая стадия определяет скорость окисления углерода:

а) Процесс химического взаимодействия

б) Образование, рост и всплывание пузырей окиси углерода

в) Процесс диффузии кислорода к месту реакции

12. Что произойдет с окисленностью шлака в конвертере при продувке ванны через днище нейтральными газами?

а) Увеличится

б) Не изменится

в) Уменьшится

13. Как изменится выход жидкого металла при донной продувке ванны аргоном?

а) Уменьшится

б) Не изменится

в) Увеличится

14. Окисление углерода по ходу плавки стали должно сопровождаться:

а) Увеличением степени перегрева металла над температурой плавления

б) Уменьшением количества подаваемых твердых окислителей и кислорода

в) Соответствующим синхронным повышением температуры металла

15. Какая главная задача любого сталеплавильного процесса?

а) Согласование скоростей удаления примесей металла и его нагрева

б) Достижение высоких технико-экономических показателей

в) Получение необходимой температуры металла

г) Получение металла необходимого состава

16. В каких марках стали содержится марганец?

а) Только в спокойной стали

б) В спокойной и полуспокойной стали

в) Практически во всех сталях

17. Где преимущественно идет процесс окисления - восстановления марганца в сталеплавильном агрегате?

а) Непосредственно в металле

б) На границе с газовой фазой

в) На границе раздела металл-шлак

18. Почему при сталеплавильных процессах перешли на переработку чугунов с пониженным содержанием марганца?

а) Улучшается шлаковый режим

б) Сокращается расход кислорода и уменьшается себестоимость металла

в) Чем ниже содержание марганца в металлошихте (чугуне и скрапе), тем меньше абсолютные потери дорогостоящего элемента

19. Как влияет увеличение температуры на константу равновесия реакции окисления - восстановления марганца?

а) Не значительно

б) Не влияет

в) Значительно

20. Какие условия способствуют восстановлению марганца?

а) низкая окисленность шлака, низкая температура, высокая основность шлака

б) высокая окисленность шлака, высокая температура, высокая основность шлака

в) низкая окисленность шлака, высокая температура, высокая основность шлака.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Установите правильную последовательность технологических стадий при изготовлении безобжиговых огнеупорных изделий:

а) формование;

б) приготовление шихты;

в) упаковка и хранение;

г) отверждение.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

2. Установите последовательность снижения огнеупорности различных типов огнеупоров:

а) динасовые;

б) шамотные;

в) графитированные;

г) корундовые.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

3. Установите порядок возрастания содержания Al_2O_3 в огнеупорах:

а) шамотные;

б) корундовые;

в) высокоглиноземистые;

г) муллитовые.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

4. Расположите стадии определения истинной плотности в правильной последовательности:

а) определение массы сухого образца;

б) измерение объема твёрдой части;

в) расчет плотности;

г) удаление влаги из пор.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

5. Установите правильную последовательность влияния факторов на ползучесть огнеупора:

а) температура;

б) состав;

в) структура;

г) продолжительность нагрузки.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

6. Установите порядок применения компонентов при производстве огнеупорных бетонов:

а) ввод заполнителя;

б) затворение жидкостью;

в) добавление связки;

г) перемешивание.

7. Установите последовательность действий при испытании огнеупора на огнеупорность:

а) формование конических образцов;

б) высушивание образцов;

в) установка в печь;

г) наблюдение за деформацией.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

8. Упорядочите по мере увеличения температуры начала деформации под нагрузкой огнеупоров:

а) шамотные;

б) высокоглиноземистые;

в) корундовые;

г) периклазовые.

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

9. Установите соответствие между типом огнеупора и его основным компонентом:

Тип огнеупора	Основной компонент
1. Динасовые	а) ZrO_2
2. Периклазовые	б) MgO
3. Корундовые	в) SiO_2
4. Бадделитовые	г) Al_2O_3

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

10. Установите соответствие между типом пор и их характеристикой

Тип пор	Характеристика
1. Канальные	а) Непроницаемые
2. Тупиковые	б) Соединяют зерна
3. Структурные	в) Поглощают расплав
4. Капиллярные	г) d > 5 мкм

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

11. Установите соответствие между связующим и его природой:

Тип связующего	Материал

Тип связующего	Материал
1. Коагуляционное	а) Цементы
2. Органическое	б) Фосфаты, сульфаты
3. Гидратационное	в) Смолы, битумы
4. Химическое	г) Глиноземистые составы

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между структурой и её описанием:

Структура	Описание
1. Каркасная	а) Много стекловидной связки
2. Островная	б) Зерна в плотном контакте
3. Кристаллическая	в) Сращённые кристаллы
4. Единичные сростки	г) Главные кристаллы в стекле

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

13. Установите соответствие между параметром и формулой:

Параметр	Формула
1. Истинная плотность	а) $m_{тв}/V_{тв.ч}$
2. Кажущаяся плотность	б) $m_{тв}/V_{пор}$
3. Масса огнеупора	в) $V_{огн} – V_{тв.ч}$
4. Объём пор	г) измеряется на весах

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

14. Установите соответствие между видом материала и его назначением:

Материал	Назначение

Материал	Назначение
1. Мертели	а) швы и кладка
2. Бетоны	б) набивка
3. Заправочные порошки	в) формованные массы
4. Цементы	г) связующие

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

15. Установите соответствие между типом огнеупоров и содержанием Al_2O_3:

Тип огнеупора	Содержание Al_2O_3
1. Шамотные	а) 28-45%
2. Высокоглиноземистые	б) > 90%
3. Корундовые	в) 72-90%
4. Муллитовые	г) 45-72%

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

16. Установите соответствие между типом огнеупоров и типом связки:

Тип огнеупора	Тип связки
1. Торкрет-массы	а) Коагуляционная
2. Набивные массы	б) Химическая
3. Бетоны	в) Гидратационная
4. Безобжиговые изделия	г) Органическая

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

17. Установите соответствие между характеристикой и влияющим фактором:

Характеристика огнеупора	Влияющий фактор
1. Плотность	а) Пористость
2. Прочность	б) Температурный градиент
3. Газопроницаемость	в) Состав
4. Термостойкость	г) Размер пор

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

18. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется характеристика, определяющая максимальную температуру эксплуатации огнеупора?

Ответ: _____

19. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется характеристика, определяемая как отношение массы твёрдой части материала к её объему без учёта пор?

Ответ: _____

20. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется тип структуры, при котором зерна главного соединения соединены между собой в сплошной каркас?

Ответ: _____

21. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Какая характеристика материала зависит от объёма и характера распределения пор?

Ответ: _____

22. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется вид напряжений, возникающих в огнеупоре при неравномерном нагреве?

Ответ: _____

23. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется признак, по которому огнеупоры делят на кислые, основные и нейтральные?

Ответ: _____

24. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется главный компонент, определяющий свойства динасового огнеупора?

Ответ: _____

25. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется вещество, обеспечивающее сцепление между частицами в огнеупорной массе?

Ответ: _____

26. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Какой компонент обеспечивает термостойкость и электропроводность графитированных огнеупоров?

Ответ: _____

27. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется процесс медленного изменения размеров огнеупора под действием температуры и нагрузки?

Ответ: _____

28. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Какой компонент обеспечивает химическую стойкость хромомагнезитовых огнеупоров?

Ответ: _____

29. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется группа материалов, не имеющих фиксированной формы до нанесения на футеровку?

Ответ: _____

30. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется прибор, с помощью которого определяют огнеупорность материала по температуре деформации?

Ответ: _____

31. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется глина, содержащая монтмориллонит как основной минерал?

Ответ: _____

32. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется характеристика пор, определяющая способность огнеупора пропускать газы?

Ответ: _____

33. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется процесс разрушения материала при резких температурных перепадах?

Ответ: _____

34. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется конструкционный элемент агрегата, для которого подбирается тип огнеупорного бетона?

Ответ: _____

35. Какая структура обеспечивает наибольшую стойкость к ползучести при высоких температурах? Ответ обоснуйте.

а) островная

б) каркасная

в) стекловидная

г) зернистая

Ответ: _____

Обоснование: _____

36. Какой компонент придаёт огнеупору максимальную термостойкость? Ответ обоснуйте.

а) MgO

б) Al_2O_3

в) ZrO_2

г) Cr_2O_3

Ответ: _____

Обоснование: _____

37. Какой вид пор наиболее влияет на газопроницаемость огнеупоров? Ответ обоснуйте.

а) закрытые

б) капиллярные

в) технологические

г) макропоры

Ответ: _____

Обоснование: _____

38. Какая связка используется при производстве огнеупорных бетонов? Ответ обоснуйте.

а) органическая

б) гидратационная

в) коагуляционная

г) стекольная

Ответ: _____

Обоснование: _____

39. Какой показатель наиболее полно отражает степень спекания огнеупора? Ответ обоснуйте.

а) водопоглощение

б) термостойкость

в) кажущаяся плотность

г) пористость

Ответ: _____

Обоснование: _____

40. Какой параметр оказывает решающее влияние на прочность огнеупоров? Ответ обоснуйте.

а) химический состав

б) структура

в) пористость

г) способ формовки

Ответ: _____

Обоснование: _____

41. Какой материал используют для швов при укладке формованных огнеупоров? Ответ обоснуйте.

а) бетон

б) мертель

в) набивка

г) торкрет-масса

Ответ: _____

Обоснование: _____

42. Какой оксид определяет основность доломитовых огнеупоров? Ответ обоснуйте.

а) MgO

б) Al_2O_3

в) Cr_2O_3

г) ZrO_2

Ответ: _____

Обоснование: _____

43. Какие огнеупоры можно отнести к основным? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) шамотные

б) магнезитовые

в) доломитовые

г) кварцитовые

Ответы: _____

Обоснование: _____

44. Какие характеристики увеличиваются при снижении пористости огнеупора? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) теплопроводность

б) плотность

в) огнеупорность

г) газопроницаемость

Ответы: _____

Обоснование: _____

45. Какие свойства определяют пригодность огнеупора к футеровке конвертера? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) высокая химическая стойкость
б) способность к теплопоглощению
в) прочность при высоких температурах
г) блеск поверхности
Ответы: _____
Обоснование: _____

46. Какие типы огнеупоров содержат оксид алюминия как основной компонент? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) шамотные
б) динасовые
в) корундовые
г) муллитовые
Ответы: _____
Обоснование: _____

47. Какие причины способствуют разрушению огнеупоров в условиях циклического нагрева и охлаждения? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) высокая пористость
б) тепловое расширение
в) высокая плотность
г) плохая теплопроводность
Ответы: _____
Обоснование: _____

48. Какие свойства важны при выборе огнеупора для доменной печи? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) высокая газопроницаемость
б) стойкость к термическому удару
в) стойкость к шлаку
г) повышенная пористость
Ответы: _____
Обоснование: _____

49. Какие материалы применяют при изготовлении неформованных огнеупоров? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) бентонит
б) мертель
в) фосфатные связки
г) органические растворители
Ответы: _____
Обоснование: _____

50. Какие параметры влияют на термостойкость огнеупора? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) структура
б) наличие примесей
в) плотность
г) размер зерен

Ответы: _____

Обоснование: _____

51 Огнеупорные материалы:

а) материалы, в течение длительного времени при t выше 1580°С сохраняющие механическую прочность и форму;

б) материалы, выдерживающие высокие температуры, имеющие постоянную форму и объем;

в) материалы, химически стойкие к компонентам металлургических процессов;

г) материалы, имеющие определенный химико-минералогический состав.

52 Динасовые огнеупоры:

а) $SiO_2 \geq 97\%$;

б) $SiO_2 \geq 93\%$;

в) $SiO_2 \leq 85\%$;

г) SiO_2 65%.

53 Шамотные огнеупоры:

а) $72 \leq Al_2O_3 < 90$;

б) $Al_2O_3 > 90$;

в) $28 \leq Al_2O_3 \leq 45$;

г) $45 \leq Al_2O_3 \leq 62$.

54 Доломитовые огнеупоры в своем составе содержат:

а) $MgO + Al_2O_3$;

б) $MgO + SiO_2$;

в) $MgO + CaO$;

г) MgO.

55 Периклазовые огнеупоры:

а) $MgO + Cr_2O_3$;

б) $MgO + SiO_2 + Cr_2O_3$;

в) $MgO + CaO$;

г) $MgO > 85\%$.

56 Корундовые огнеупоры:

а) $62 < Al_2O_3 \leq 72$;

б) $Al_2O_3 > 90$;

в) $72 < Al_2O_3 \leq 90$;

г) $Al_2O_3 \geq 28$.

57 Периклазошпинелидные огнеупоры в своем составе содержат:

а) $MgO + CaO$;

б) $Al_2O_3 + SiO_2$;

в) $MgO + Al_2O_3$;

г) $MgO + Cr_2O_3 + Al_2O_3$.

58 Основной оксид бадделитовых огнеупоров:

а) Cr_2O_3;

б) CaO;

в) ZrO_2;

г) SiC.

59 Периклазошпинельные огнеупоры состоят из:

а) MgO; SiO_2; CaO;

б) MgO; Al_2O_3;

в) MgO; CaO; Al_2O_3;

г) MgO; Cr_2O_3; Al_2O_3.

60 Периклазофостеритовые огнеупоры содержат в составе:

а) Al_2O_3 и SiO_2;

б) ZrO_2 и SiO_2;

в) MgO и SiO_2;

г) MgO и CaO.

61 Графитированные огнеупоры содержат улерод в количестве (%):

а) C > 98;

б) C < 85;

в) 8 ≤ C ≤ 82;

г) C ≤ 8.

62 Для заполнения швов и связывания огнеупорных изделий в кладке используются:

а) огнеупорные бетоны;

б) огнеупорные цементы;

в) огнеупорные заправочные порошки;

г) огнеупорные мертели.

63 Огнеупорный заполнитель используется для изготовления:

а) огнеупорных бетонов, масс и смесей;

б) теплоизоляции;

в) заполнения компенсационных швов огнеупорной кладки;

г) износостойкого слоя огнеупорной поверхности.

64 Для изготовления огнеупорных бетонов используется:

а) гидратационная связка;

б) химическая;

в) коагуляционная;

г) органическая.

65 Для изготовления безобжиговых огнеупорных изделий используют:

а) нагрев при t не выше 600 °C;

б) сушку или коксование при t не выше 600 °C;

в) твердение в условиях нормальной температуры;

г) спекание в процессе прессования.

66 Для изготовления монолитных огнеупорных футеровок используют:

а) огнеупорные заправочные порошки;

б) огнеупорные цементы;
в) огнеупорные бетонные массы и смеси;
г) огнеупорные мертели.
67 Кажущаяся плотность огнеупора определяется как:
а) $p_{каж} = m_{тв}/V_{тв.ч}$;
б) $p_{каж} = m_{тв}/V_{пор}$;
в) $p_{каж} = m_{огн}/V_{огн}$;
г) нет правильного ответа.
68 Истинная плотность огнеупора:
а) $p_{ист} = m_{тв.ч}/V_{тв.ч}$;
б) $p_{ист} = m_{тв.ч}/V_{пор}$;
в) $p_{ист} = m_{тв.ч}/V_{огн}$;
г) $p_{каж} = m_{огн}/V_{огн}$.
69.Коагуляционная связка – это связка на основе:
а) смолы, битума;
б) глины;
в) фосфатных, сульфатных соединений;
г) цементов.
70 Истинная плотность огнеупора определяется его:
а) химико-минералогическим составом;
б) способом и технологией изготовления;
в) теплофизическими свойствами.
г) пористостью.
71 Макроструктура огнеупора состоит из:
а) заполнителя, связки, пор;
б) твердой части огнеупора;
в) зерен главного соединения;
г) связки, добавок и пор.
72 Жароупорные огнеупорные бетоны имеют температуру огнеупорности:
а) выше 1770 °С;
б) выше 1580 °С;
в) ниже 1580 °С;
г) выше 2000 °С.
73 Органическая связка – это связка на основе:
а) водных растворов солей и кислот;
б) глиноземистых или высокоглиноземистых цементов;
в) бентонитовых глин;
г) смол.
74 Крупные зерна главного соединения огнеупора называются:
а) связкой;
б) добавкой;
в) заполнителем;
г) затворителем.

75 Структурная пористость – это:

а) пористость зерен заполнителя;

б) пористость зерен связки;

в) пористость между заполнителями и связкой;

г) закрытая пористость.

76 Канальные поры:

а) капиллярные поры d > 5мкм;

б) капиллярные поры d < 5мкм;

в) поры, поглощающие расплав;

г) тупиковые, непроницаемые поры.

77 Поры, образующиеся при производстве огнеупорных изделий называются:

а) открытыми;

б) технологическими;

в) вторичными;

г) закрытыми.

78 Огнеупоры, общая пористость которых свыше 75% называются:

а) особоплотными;

б) уплотненными;

в) высокопористыми;

г) ультрапористые.

79 Структура, при которой кристаллы образуют единый сросток с промежутками, заполненными малым количеством стекловидной фазы называется:

а) кристаллической;

б) островной;

в) каркасной;

г) единой.

80 Структура, при которой кристаллы главного соединения окружены большим количеством стекловидной связки, называются:

а) кристаллической;

б) островной;

в) каркасной;

г) единой.

81 Газопроницаемость огнеупоров при повышении t:

а) уменьшается;

б) увеличивается;

в) не изменяется;

г) изменяется по сложному закону.

82 Материалы и смеси, содержащие в себе коагуляционную или органическую связки, являются:

а) огнеупорными бетонами;

б) огнеупорными набивными массами;

в) торкрет-массами;

г) огнеупорными цементами.

83 Применение неформованных огнеупоров позволяет (несколько вариантов ответов):

а) изготовлять бесшовные футеровки;

б) увеличить температурные швы в кладке;

в) увеличить толщину кладки;

г) изготавливать сложные виды кладки.

84 К основным относятся огнеупоры на основе:

а) SiO_2;

б) Al_2O_3;

в) Cr_2O_3;

г) MgO.

85 К глинам относятся материалы с содержанием глинистой составляющей:

а) более 50%;

б) не менее 50%;

в) не более 30%;

г) не более 20%.

86 Глинистой составляющей песка являются частицы размером:

а) больше 0,02 мм;

б) не более 0,02 мм;

в) не более 0,2 мм;

г) не менее 0,5мм.

87 Основным минералом бентонитовых глин является:

а) каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$;

б) монтмориллонит $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$;

в) муллит $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$;

г) корунд Al_2O_3.

88 Наибольшая газопроницаемость соответствует размеру пор:

а) более 100 мкм;

б) менее 20 мкм;

в) от 20 до 100 мкм;

г) нет правильного ответа.

89 Огнеупорной основой высокоглиноземистых материалов является муллит:

а) $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$;

б) Al_2O_3;

в) $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$;

г) SiO_2.

90 Огнеупорной основой динасовых огнеупоров является:

а) Al_2O_3;

б) SiO_2;

в) MgO;

г) CaO.

91 Огнеупорность – это:

а) предельная температура службы огнеупора в рабочих условиях;

б) предельная температура службы огнеупора в идеальных условиях;

в) интервал температур плавления огнеупора;

г) температура нагрева, при которой в огнеупоре появляется жидкая фаза.

92 Для определения огнеупорности из испытуемого материала выпиливаются:

а) цилиндрические образцы;

б) пироскопы;

в) конические образцы;

г) кубические образцы.

93 Прочность огнеупора зависит от:

а) пористости;

б) химического состава;

в) условий эксплуатации;

г) ***а+б+в.***

94 Температурой начала деформации огнеупора под нагрузкой является:

а) температура 4% – го сжатия;

б) температура, появления в огнеупоре жидкой фазы;

в) температура 40% – го сжатия;

г) температура плавления огнеупора.

95 Температура начала деформации огнеупора под нагрузкой обозначается:

а) $t_{40\%}$;

б) $t_{4\%}$;

в) $t_{0,2}$;

г) $t_{огн}$.

96 Наиболее широкий температурный интервал деформации имеют огнеупоры имеющие:

а) каркасную структуру кристаллического сростка;

б) островную структуру кристаллического сростка, кристаллы главного соединения малорастворимы в расплаве связки;

в) островную структуру кристаллического сростка с большим количеством стекловидной связки;

г) каркасную структуру кристаллического сростка, с плохой растворимостью кристаллов главного вещества в небольшом кол-ве связующего.

97 Ползучесть – это:

а) изменение размеров огнеупора вследствие термического расширения (сжатия);

б) изменение размеров огнеупора вследствие полиморфных превращений;

в) изменение размеров огнеупора под влиянием постоянного напряжения при постоянной температуре;

г) изменение размеров огнеупора вследствие изменения напряженного состояния (сжатие, изгиб и др.).

98 Наименьшей ползучестью обладают огнеупоры:

а) чистые по химическому составу, имеющие высокую пористость;

б) имеющие в своем составе примеси и невысокую пористость;

в) имеющие в своем составе примеси и высокую пористость;

г) чистые по химическому составу, низкопористые.

99 Термостойкость – это:

а) способность выдерживать высокую температуру;

б) способность противостоять перепадам температуры;

в) способность удерживать тепло;

г) способность хорошо передавать тепло.

100 Термическое напряжение первого рода связано:

а) с градиентом температур в огнеупоре;

б) с механической деформацией огнеупора;

в) со структурной неоднородностью огнеупора;

г) с пористостью огнеупора.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Перечень примерных заданий по теме «Расчет количества жидкой фазы в огнеупорных материалах»:

1. Исходя из основности и состава расплава и литературных данных выбрать тип и группу огнеупорного материала для рабочего слоя футеровки, стойкого к заданному шлаку/расплаву при температурах процесса (согласно ГОСТ 28874–2004 «Огнеупоры. Классификация»).
2. Учитывая требования соответствия основности огнеупора и шлака/расплава с учетом критериев взаимодействия (термодинамического – ΔG_T^0, энергетического – $\Delta U_{ат}$, электрохимического – $\varphi_{Мк}^0$ и критерия поверхностной энергии – cos Θ) и структуры (открытой пористости, размеров пор).
3. Для выбранных типов огнеупоров определить основной оксид (соединение) и выбрать тройные (четверные) диаграммы, описывающие взаимодействие заданного шлака/расплава с выбранными огнеупорами.

4. Привести состав шлака/расплава к двухкомпонентной системе ($CaO–SiO_2$, $CaO–FeO$, $CaO–Al_2O_3$ и т.п.), исходя из содержания оксидов в шлаке/расплаве и их химической активности.
5. Используя переходные коэффициенты, выведенные на основании правила Рихтерса, выполнить пересчет: влияния оксидов плавня на температуру соответственно их эквивалентным массам.
6. Проанализировать фазовые диаграммы состояния (основные оксиды шлака – основные оксиды огнеупора), определить количество и вязкость расплава в анализируемых диаграммах.
7. Оценить механизм и скорость износа огнеупора на контакте с заданным расплавом (шлаком, стекломассой).

Перечень примерных заданий по теме «Расчет свободного кислорода в шлаках металлургических производств»:

1) Определить число свободных ионов кислорода через равенство разности числа ионов кислорода, внесенных двухвалентными металлами, и числа ионов кислорода, связанных в сложные анионы.
2) Определить число молей оксида в шлаке n_{RA} равно отношению количества оксида (индивидуального вещества) в шлаке (C_{RA}) к его молярной массе (M_{RA}).
3) Определить газопроницаемость и удельную поверхность и оценить их влияние на служебные свойства огнеупорных материалов.
4) Выполнить расчет доли свободного кислорода в шлаке и заполнить таблицу:

Состав шлака		Число молей	Ионы кислорода		Число молей		Ионная доля	
оксид	количество		внесено	связано	катионы	анионы	катионы	анионы
CaO	42,0							
FeO	17,0							
MnO	10,0							
MgO	5,0							
SiO_2	11,0							
Al_2O_3	3,0							
P_2O_5	9,0							
F	1,0							
S	2,0							

5) Определить долю свободного кислорода на контакте «шлак-огнеупор».

Перечень примерных заданий по теме «Расчет разрушающего градиента температур для различных огнеупоров»:

6) Определить химический состав расплава (шлака), привести его к системе SiO_2-Al_2O_3-FeO-CaO-MgO-TiO_2-K_2O-Na_2O-MnO-CaF_2 и привести состав к 100 %.
7) Определить температуры процесса (температурный интервал).
8) Рассчитать вязкость каждого гипотетически чистого оксида в расплаве η_{0i}.
9) Рассчитать вязкость несетевого (неструктурированного расплава) η_0.
10) Рассчитать коэффициент основности расплава B.
11) Рассчитать коэффициенты A и E для заданной температуры (интервала температур).
12) Рассчитать вязкость расплава для заданной температуры (температурного интервала).

Перечень примерных заданий по теме «Расчет пористости сформованной заготовки и объемного эффекта при реакционном спекании»:

1) Выполнить анализ термомеханических свойств выбранного огнеупора для рабочего слоя футеровки:
   - по огнеупорности и температуре начала деформации;
   - механическим свойствам (предел прочности изделий при сжатии, изгибе, растяжении);
   - термостойкости (оценить разрушающий градиент температур $\Delta T_{доп}$ для выбранного огнеупора).
2) Обосновать выбор огнеупорных и теплоизоляционных материалов для арматурного и теплоизоляционных слоев огнеупорной футеровки.
3) Выполнить оценку эффективной теплопроводности многослойной футеровки.
4) Выполнить расчет стационарной теплопередачи огнеупорной кладки.
5) Выполнить расчет теплопередачи через непроницаемые стенки.

4 Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.