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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротермические процессы в химической технологии

18.04.01 «Химическая технология»
(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических веществ»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 04-04-2025 18:40:18 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– общетеоретическая подготовка магистрантов, способствующая освоению ими теоретических основ и способов практического осуществления электротермических процессов производства неорганических материалов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– разработка технологических схем производства;
– проектирование технологических режимов и аппаратурного оформления электротермических процессов;
– расчеты материальных и тепловых балансов.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Воздействие химических производств на экологию и здоровье человека;
– Инновационное развитие технологии углеродных материалов;
– Технология наноматериалов;
– Прикладная термодинамика и кинетика;
– Научные и технические проблемы химической технологии;
– Научно-исследовательская работа.

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

– Оборудование химических производств (специальные главы);
– Электротермия неорганических материалов;
– Преддипломная практика.

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-1: Способен к организации	ПК-1.1 Выбирает оптимальные методы проведения	– знать: способы проведения химических, физико-

	входного контроля сырья	химических, физико-химических анализов, механических испытаний и других исследований на соответствие требуемого качества сырья	химических анализов, механических испытаний . – уметь: выбирать оптимальные методы проведения химических, физико-химических анализов, механических испытаний и других исследований на соответствие требуемого качества сырья.

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			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*216*
	зачетных единиц	***6***	*6*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
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.*		***130***	*130*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***54***	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные электротермические процессы (Содержание и задачи дисциплины. Основные электротермические процессы. Общая характеристика. Классификация. Необходимость и преимущества электронагрева. Использование высоких и низких давлений);

Раздел 2 Электротермические процессы производства абразивных материалов (Производство карбида кремния (Свойства карбида кремния. Основные методы его получения. Сырьё, физико-химические основы производства, технология, основное оборудование); Производство корундовых материалов (Физико-химические свойства корунда. Основные методы получения нормального, «белого», легированного электрокорундов и монокорунда. Сырьё, физико-химические основы производства, технология, основное оборудование));

Раздел 3 Химическая электротермия (Производство карбида кальция (Физико-химические свойства карбида кальция. Основные методы его получения. Сырьё, физико-химические основы производства, технология, основное оборудование); Производство фосфора (Физико-химические свойства фосфора. Основные методы его получения. Сырьё, физико-химические основы производства, технология, основное оборудование)).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные электротермические процессы	2	
Раздел 2.	Электротермические процессы производства абразивных материалов	6	
Раздел 3.	Химическая электротермия	8	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчет материального баланса плавки карбида кремния	4	
Раздел 2.	Расчет материального баланса плавки нормального электрокорунда	4	
Раздел 2.	Расчет теплового	4	

	баланса плавки нормального электрокорунда		
Раздел 3.	Расчет материального баланса плавки карбида кальция	4	
Итого:		**16**	**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; Раздел 2; Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала.	50	
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	1. Подготовка к практическому занятию.	50	
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	1. Подготовка реферата.	30	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	54	
Итого:		**184**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на

		практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	ПК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	ПК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Реферат
Экзамен.	ПК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

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 – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle» или на бумажном носителе.

Для проведения тестирования используются тестовые задания 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 «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; реферат; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию реферата

Написание реферата предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы.

Критерии оценки реферата

Наименование параметра оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, достигнуто пороговое значение оригинальности реферата.	отлично
Основные требования к реферату выполнены, в том числе достигнуто пороговое значение оригинальности реферата, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются недочеты в оформлении.	хорошо
При достигнутом пороговом значении оригинальности реферата имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема реферата освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание в содержании проводимого исследования, невыполнение порогового значения оригинальности реферата (превышение объема некорректных заимствований).	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений 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 проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно

9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 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.

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).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

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: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» 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 Электротермические процессы и реакторы : учебное пособие / С. П. Богданов, К.Б. Козлов, Б.А. Лавров, Э.Я. Соловейчик. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2009. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/PN0094.html (дата обращения: 03.04.2025);

2 Галевский, Г. В. Основные химические производства : конспект лекций для студентов вузов / Г. В. Галевский, Л. С. Ширяева ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=2734&lngFile=2691&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 03.04.2025);

3 Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2007. – 168 с. : ил., табл., схем. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141314 (дата обращения: 03.04.2025);

4 Порада, А.Н. Электротермия неорганических материалов / А. Н. Порада, М. И. Гасик. - Москва : Металлургия, 1990. - 230 с.

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 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

9 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;
– ABBYY FineReader;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Zoom;
– 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);
- 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.

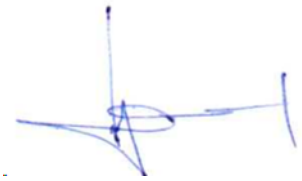
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник КХП АО ЕВРАЗ ЗСМК  Р.С. Ларин

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Какие реакторы, классифицирующиеся по типу конструкции, представляют собой полые аппараты, часто снабженные перемешивающим устройством?

а) емкостные;

б) колонные;

в) трубчатые.

2 Какие реакторы, классифицирующиеся по типу конструкции, могут быть пустотелыми либо заполненными катализатором или насадкой

а) емкостные;

б) колонные;

в) трубчатые.

3 Методы расчета и проектирования химических реакторов основаны на…:

а) на математическом моделировании;

б) на приближённых методах расчёта;

в) на законах термодинамики.

4 Выберите два типа химических реакторов, которые выделяют в теории химичесикх реакторов:

а) реактор смешения, реактор вытеснения;

б) реактор неполного вытеснения, реактор неполного смешения

в) реактор идеального (полного) смешения, реактор идеального (полного) вытеснения

5 Для реактора какого типа характерно абсолютно полное выравнивание всех параметров реакции по объеме реактора

а) реактора идеального смешения;

б) реактора вытеснения;

в) реактора смешения.

6 Какой процесс из перечисленных предполагает, что любое количество реагентов и продуктов через реактор перемещается как твердый поршень, и в соответствии с особенностями реакции устанавливается определенное распределение ее параметров по длине реактора (в пространстве).

а) смешение;

б) вытеснение;

г) насыщение.

7 Какое уравнение является исходным при расчете реактора любого типа?

а) уравнение состояния;

б) уравнение равновесия;

в) уравнение материального баланса.

8 При каком режиме в реакторе отсутствует теплообмен с окружающей средой и тепло химической реакции полностью расходуется на изменение температуры реакционной смеси?

а) адиабаическом;

б) изотермическом;

в) политропическом.

9 При каком режиме в реакторе поддерживают постоянную температуру в ходе всего процесса путем отвода или подвода тепла

а) адиабатическом;

б) изотермическом;

в) политропическом.

10 При каком режиме температура в реакторе непостоянна, при этом часть тепла может отводиться от реакционной смеси или подводиться к ней.

а) адиабатическом;

б) изотермическом;

в) политропическом.

11 Какой параметр расплава оказывает наибольшее влияние на текучесть:

а) химический состав;

б) температура;

в) вязкость;

12 Отклонение от стандартных значений этого показателя губительно сказывается на состоянии огнеупорной футеровки:

а) химический состав;

б) температура;

в) вязкость.

13 Отношение производительности к какой-либо величине, характеризующий аппарат (по поверхности или объёму) это:

а) мощность;

б) выход;

в) интенсивность

14 Количество твёрдых, жидких или газообразных веществ, поступающих (или выходящих) в данный аппарат в единицу времени это: а) материальный поток;

б) расходный коэффициент;

в) параметр

15 Описание или графическое изображение последовательности операций, необходимых для получения данного продукта из определённого вида сырья с их материальными потоками и энергетическими связями это:

а) технологический режим;

б) технологическая операция;

в) технологическая схема

16 Механическое воздействие на материал, не приводящее к изменению его состава, например, дробление, транспортировка и взвешивание это:

а) операция;

б) процесс;

в) режим

17 Последовательные и закономерные изменения в системе, приводящие к возникновению в ней новых свойств это:

а) процесс;

б) операция;

в) управление

18 Совокупность параметров, определяющих условия работы данного аппарата или системы аппаратов это:

а) параметр;

б) технологический режим;

в) свойство

19 Отношение количества фактически полученного продукта к тому количеству, которое может образоваться в предположении, что реакция необратима это:

а) производительность;

б) выход;

в) мощность

20 Количество продукции, получаемое в единицу времени это:

а) выход продукта;

б) производительность;

в) интенсивность

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса

Раздел 1 Содержание и задачи дисциплины

1. Основные электротермические процессы.
2. Общая характеристика электротермических процессов.
3. Классификация электротермических процессов.
4. Необходимость и преимущества электронагрева.
5. Использование высоких и низких давлений.

Раздел 2 Электротермические процессы производства абразивных материалов

1. Виды абразивных материалов.
2. Классификация шероховатости поверхности.

3. Классификация твердости абразивного инструмента.
4. Методы измерения твердости материалов.
5. Уравнение твердости. Анализ уравнения.
6. Свойства карбида кремния. Области применения.
7. Прямой синтез карбида кремния.
8. Диаграмма состояния системы Si – C.
9. Плазмохимический синтез карбида кремния.
10. Газообразный синтез карбида кремния.
11. Метод Ачесона. Сущность метода.
12. Материалы, используемые в производстве карбида кремния. Подготовка материалов.
13. Электрический режим процесса синтеза SiC в печи Ачесона.
14. Производство карбида кремния в мощных «холмиковых» печах.
15. Карбид бора. Свойства, назначение.
16. Способы получения карбида бора.
17. Диаграмма состояния системы бор – углерод.
18. Термодинамический анализ системы B – O – C.
19. Сырье для получения карбида бора. Подготовка сырья к плавке.
20. Печи для плавки карбида бора.
21. Разборка, сортировка карбида бора, переработка продуктов на шлифзерно, шлиф- и микропорошки.
22. Физико-химические свойства корунда. Назначение корундовых материалов.
23. Сырье для получения корундовых материалов.
24. Характеристика бокситового сырья, используемого для получения корунда.
25. Обжиг бокситов. Брикетирование и агломерация.
26. Физико-химические процессы при агломерации бокситов.
27. Схема получения глинозема из бокситов по методу Байера.
28. Требования к углеродистым восстановителям, используемым в электротермических производствах.
29. Выбор восстановителей для плавки нормального электрокорунда.
30. Плавка нормального электрокорунда «на блок». Преимущества и недостатки технологии.
31. Печи для плавки нормального электрокорунда «на блок».
32. Монокорунд. Свойства. Назначение.
33. Технологическая схема производства монокорунда.
34. Производство «белого» электрокорунда способами «на блок» и «на слив». Сущность технологических вариантов. Преимущества и недостатки.
35. Печи для плавки «белого» электрокорунда «на блок».
36. Печи для плавки «белого» электрокорунда «на слив».
37. Теоретические основы кристаллизации «белого» электрокорунда.
38. Свойства циркониевого электрокорунда. Его назначение.

39. Теоретические основы кристаллизации циркониевого электрокорунда.
40. Технологические варианты плавки и разливки циркониевого электрокорунда.

Раздел 3 Химическая электротермия

1. Свойства карбида кальция. Сфера применения.
2. Диаграмма состояния $CaO – CaC_2$.
3. Механизм образования карбида кальция в твердой и жидкой фазах в ванне руднотермической печи.
4. Особенности конструкций мощных печей для выплавки карбида кальция.
5. Состав цианамида кальция. Назначение.
6. Основные реакции синтеза цианамида кальция.
7. Технология синтеза цианамида кальция.
8. Цианплав. Состав. Назначение.
9. Технология производства цианплава.
10. Требования к сырью и продукту при производстве цианплава.
11. Технология производства ацетилена из карбида кальция.
12. Свойства фосфора.
13. Производные фосфора.
14. Сырье для производства фосфора. Требования к рудам, используемым для электровозгонки фосфора.
15. Подготовка рудного сырья к электровозгонке фосфора в электропечах.
16. Требования к углеродистым восстановителям, применяемым для электровозгонки фосфора.
17. Физико-химические процессы, протекающие в ванне печи для электровозгонки фосфора.
18. Технология производства фосфора в электропечах. Электрический, температурный, шлаковый режимы.
19. Особенности конструкций фосфорной печи.
20. Техника безопасности в производстве фосфора.
21. Производство фосфорной кислоты.

3 Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Примерные темы рефератов:

1 Плазмохимический синтез карбида кремния.

2 Диаграмма состояния системы Si – C.

3 Производство «металлургического» электрокорунда.

4 Сульфидирование высокоглиноземистого расплава. Диаграмма состояния Al_2O_3 – Al_2S_3

5 Теоретические основы кристаллизации «белого» электрокорунда.

6 Производство легированных электрокорундов.

7 Технологические варианты плавки и разливки циркониевого электрокорунда.

8 Диаграмма состояния CaO – CaC_2.

9 Особенности конструкций фосфорной печи.

10 Производные фосфора.

Объем реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО «Moodle».

4 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 «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Тест Электротермические процессы

1 Какова температура плавления карбида кальция?

– 2160°С,

– 2260°С,

– 2060°С.

2 Какова температура кипения карбида кальция?

– 2300°С,

– 2260°С,

– 2130°С.

3 С какими соединениями реагирует карбид кальция?

– с водой,

– с разбавленными минеральными кислотами,

– водными растворами щелочей,

– с концентрированными кислотами.

4 Карбид кальция окисляется на воздухе при температуре

– выше 700°С,

– ниже 700°С,

– выше 1000°С.

5 Карбид кальция взаимодействует с хлором и хлористым водородом при температуре

– выше 250°С,

– ниже 250°С,

– выше 450°С.

6 При какой температуре карбид кремния взаимодействует с фосфорной кислотой?

– при 200-250 ^{0}C,

– при 100-150 ^{0}C,

– при 250-300 ^{0}C.

7 При какой температуре карбид кремния взаимодействует с азотом?

– при 1400 ^{0}C,

– при 1150 ^{0}C,

– при 2300 ^{0}C.

8 При какой температуре карбид кремния взаимодействует с кислородом и кислородсодержащими газами?

– около 800 ^{0}C,

– около 1150 ^{0}C,

– около 300 ^{0}C.

8 Назовите основные области применения карбида кремния?

(укажите свой вариант ответа)

9 Для чего применяют абразивный инструмент из карбида кремния зеленого?

(укажите свой вариант ответа)

10 Для чего применяют абразивный инструмент из карбида кремния черного?

(укажите свой вариант ответа)

11 Какие материалы используют в качестве сырьевых материалов для синтеза карбида кремния?

(укажите свой вариант ответа)

12 При синтезе какого карбида кремния добавляется поваренная соль (NaCl)?

– зеленого,

– черного.

13 При какой температуре протекает реакция

$\mathrm{SiO_2 + 3C = SiC + 2CO}$, ?

– 1900 – 2000 К,

– 1800 – 1900 К,

– 2000 – 2150 К.

14 При какой температуре осуществляется синтез крупнокристаллического карбида кремния?

– 2600 – 2800 К,

– 2300 – 2600 К,

– 2000 – 2150 К.

15 Технологический процесс производства карбида кремния по методу Ачесона состоит из нескольких этапов…

(укажите свой вариант ответа)

16 Какова температура плавления фосфора?

– 317К,
– 417К,
– 217К.
17 Какова температура кипения фосфора?
– 553К,
– 453К,
– 653К.
18 Назовите основные методы получения фосфора.
– редукция,
– электролиз,
– химическая реакция,
– термическая обработка.
19 Назовите сырьевые материалы для производства фосфора. (укажите свой вариант ответа)
20 Какова температура плавления корунда?
– 2050К,
– 2150К,
– 1950К.
21 Тригональная форма корунда – это..
– α-Al_2O_3,
– β- Al_2O_3,
– γ Al_2O_3.
22 Кубическая форма корунда – это..
– α-Al_2O_3,
– β- Al_2O_3,
– γ Al_2O_3.
23 Гексагональная форма корунда – это..
– α-Al_2O_3,
– β- Al_2O_3,
– γ Al_2O_3.
24 Сколько Al_2O_3 содержит нормальный электрокорунд?
– 93-96%,
– 90-93%,
– 87-90%.
25 Сколько Al_2O_3 содержит белый электрокорунд?
– 97-99%,
– 90-93%,
– 87-90%.

5 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.

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Свойства карбида кремния. Области применения.
2 Прямой синтез карбида кремния.
3 Диаграмма состояния системы Si – C.
4 Плазмохимический синтез карбида кремния.
5 Газообразный синтез карбида кремния.
6 Метод Ачесона. Сущность метода.
7 Устройство стационарных печей Ачесона.
8 Технология производства карбида кремния в малых стационарных печах Ачесона.
9 Устройство передвижной печи Ачесона.
10 Материалы, используемые в производстве карбида кремния. Подготовка материалов.
11 Физико-химические свойства корунда. Назначение корундовых материалов.
12 Сырье для получения корундовых материалов.
13 Характеристика бокситового сырья, используемого для получения корунда.
14 Обжиг бокситов. Брикетирование и агломерация.
15 Требования к углеродистым восстановителям, используемым в электротермических производствах.
16 Выбор восстановителей для плавки нормального электрокорунда.
17 Технология (схема) производства нормального электрокорунда с выпуском расплава из руднотермической печи.
18 Особенности конструкций электропечей для плавки нормального электрокорунда.
19 Плавка нормального электрокорунда «на блок». Преимущества и недостатки технологии.
20 Печи для плавки нормального электрокорунда «на блок».
21 Особенности производства «металлургического» электрокорунда.
22 Монокорунд. Свойства. Назначение.
23 Технологическая схема производства монокорунда.
24 Производство «белого» электрокорунда способами «на блок» и «на слив». Сущность технологических вариантов. Преимущества и недостатки.
25 Печи для плавки «белого» электрокорунда «на блок».
26 Печи для плавки «белого» электрокорунда «на слив».
27 Свойства карбида кальция. Сфера применения.
28 Условия работы футеровки ванн карбидных печей.
29 Варианты слива карбида из печи.
30 Технология производства ацетилена из карбида кальция.
31 Свойства фосфора.
32 Производные фосфора.
33 Сырье для производства фосфора. Требования к рудам, используемым для электровозгонки фосфора.

34 Подготовка рудного сырья к электровозгонке фосфора в электропечах.

35 Технология производства фосфора в электропечах. Электрический, температурный, шлаковый режимы.

7 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задание 1. В результате графитации на печи Ачесона полученные электроды имели низкое качество (увеличенное до 11 мкОм ·м УЭС и дефекты по трещинам). Проведите анализ сложившейся ситуации и примите меры, направленные на улучшение качества электродов.

Необходимо установить:

- Возможные причины, приведшие к сложившейся ситуации.
- Наиболее вероятные из возможных причин.
- Возможные пути преодоления ситуации.
- Обосновать выбранный путь.

Задание 2. Рассчитать необходимую температуру подогрева оксисульфидной лигатуры, содержащей 85 % Al_2S_3 (60, 70), при легировании расплава нормального электрокорунда на выпуске в изложницу с получением оксисульфидного шлака, содержащего 7 % Al_2S_3 (6, 5).

Температура расплава на выпуске – 2300 К (2400, 2500). Извлечение серы в расплав 96-98 %. Потерями тепла корундом в окружающую среду за время легирования пренебречь.

Задание 3. Выбрать схему газоочистных сооружений при плавке карбида кремния в керновых печах сопротивления мощностью 3,5 (4,5; 5,5; 2,5; 4; 7,5; 10,5; 13,5; 16,5; 21) МВА. Показать обеспечение установленных норм ПДК при выбранной схеме газоочистки.

Задание 4. При плавке карбида бора снизилось качество продукта (повышенное содержание в куске $C_{своб}$ – больше максимально допустимого значения 6 %). Проведите анализ сложившейся ситуации и примите меры, направленные на улучшение до обычного качества карбида бора. Последовательность действий изложите в виде распоряжения. Дополнительная информация: из журнала плавки следует, что расход электроэнергии за плавку был больше обычного.

Задание 5. Обосновать параметры технологического режима плавки фосфора в электропечи (температура, состав шлака, футеровка печи, температура и состав газовой фазы, электрический режим). Ориентируясь на оптимальные показатели плавки (состав и количество металла и шлака), рассчитать извлечение фосфора в газовую фазу при переработке фосфоритов Каратау.

Задание 6. При проведении плавки карбида кремния КЧ в печи мощностью 5,5 МВА получен выход SiC 7 тонн, что на 30 % ниже среднего (10 т).

Провести анализ ситуации и принять решение, обеспечивающее увеличение выхода карбида кремния.

Дополнительная информация по условиям проведения плавки: Плавка проводилась с наполнительной шихтой с использованием в качестве рыхлителя древесных опилок в количестве 7 % от массы шихты. Применялся песок крупностью менее 2 мм. Модуль реакционной шихты, по результатам контрольной проверки дозаторов и расчетов М = C/SiO_2 = 0,64. Плавка прошла спокойно. Разрыва керна не было. В конце плавки произошло резкое возрастание тока, плавку пришлось прекратить на 22 часу. Расход электроэнергии за плавку составил 70000 кВт/час. Выход аморфа за плавку составил 650 кг на 1000 кг SiC. Толщина слоя графита 1 см, сростков – 2 см, силоксикона – 2 см. После разборки ванны обнаружено повреждение футеровки подины (выпадение кирпичей и 3-х электроизоляционных швов).

Задание 7. Обосновать основные технологические требования к углеродистым восстановителям, применяемым в электротермических, рудовосстановительных производствах. Подобрать восстановитель для плавки карбида кальция (карбида кремния, нормального электрокорунда) и разработать технологическую схему подготовки его к плавке. Рассчитать активный углерод принятого восстановителя.

Задание 8. При проведении плавки карбида кремния КЧ в печи мощностью 5,5 МВА получен выход SiC – 8 т, что на 20 % ниже среднего (~10 т).Провести анализ ситуации и принять меры по увеличению выхода карбида кремния. Сформулировать принятые решения в виде распоряжения.

Дополнительная информация по условиям проведения плавки: Плавка проводилась на свежей шихте, без рыхлителя, кремниевый модуль реакционной шихты (по результатам контрольной проверки дозаторов и расчетов) $M_к$ = 0,46 для плавки кремниевого песка крупностью до 3 мм; в начале плавки произошел разрыв керна, простой печи без нагрузки составил 20 мин, увеличение нагрузки сопровождалось возникновением электрических дуг, свищей, длительное время наблюдалось повышенное факеление, возникали свищи; максимальная мощность 4,5 МВт достигнута за 2 часа, общее время плавки составило 27 часов, расход электроэнергии за плавку – 80000 кВт/час. Выход аморфа составил 600 кг на 1000 кг SiC; толщина слоя сростков – 2 см, силоксикона – 8 см, графита – 4 см.

Задание 9. Обосновать технологический режим выплавки карбида кальция с содержанием CaC_2 – 70 % (требования к сырью, температурный и газовый режим, коэффициенты извлечения компонентов и избыток восстановителя) на основе термодинамического анализа и схемы механизма химических взаимодействий. Выполнить термодинамическую оценку возможных потерь кальция испарением при повышении температуры в рабочей зоне печи до 2500 °С = 2800 К.

Задание 10. Рассчитать количество углерода, необходимое для выплавки электрокорунда нормального из 1000 кг бокситового

агломерата и сопоставить полученные результаты с литературными и практическими данными. Объяснить, в случае значительных расхождений, возможные причины.