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

Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов

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: 07-05-2025 09:36:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– общетеоретическая и практическая подготовка магистрантов, способствующая освоению ими принципов и методов создания сверхтвердых материалов с заданными свойствами применительно к требованиям их практического использования.

Задачами учебной дисциплины являются:

– проведение технико-экономического анализа и формулирование основных требований к технологическим процессам производства сверхтвердых материалов;

– выбор и расчет необходимого оборудования с учетом задач энерго- и ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды от техногенных воздействий производства;

– выбор сверхтвердых материалов, исходя из условий их эксплуатации и комплекса предъявляемых требований; составление аналитических обзоров научно-технической литературы в области производства и применения сверхтвердых материалов.

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:

– Разработка и реализация проектов 2;
– Электротермические процессы в химической технологии;
– Электротермия неорганических материалов;
– Разработка и реализация проектов 1;
– Воздействие химических производств на экологию и здоровье человека;
– Инновационное развитие технологии углеродных материалов;
– Технология наноматериалов.

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

– Оборудование химических производств (специальные главы);
– Электротермические процессы в химической технологии;
– Электротермия неорганических материалов;
– Научные и технические проблемы химической технологии;
– Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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 входного контроля сырья	ПК-1.1 Выбирает оптимальные методы проведения химических, физико-химических анализов, механических испытаний и других исследований на соответствие требуемого качества сырья	– знать: операции входного контроля сырья. – уметь: проводить химические, физико-химические анализы, механические испытания и другие исследования на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности.
		ПК-1.3 Руководствуется действующими стандартами, техническими условиями и требованиями экологической безопасности при проведении анализов, испытаний и исследований	– знать: основные требования действующими стандартов, технических условий и требований экологической безопасности при проведении анализов, испытаний и исследований. – уметь: проводить анализы, испытания и исследования в соответствии с требованиями действующих стандартов, технических условий и требований экологической безопасности .
	ПК-2: Способен к контролю технологических параметров	ПК-2.2 Выбирает оптимальные параметры работы оборудования при	– знать: параметры работы оборудования при проведении испытаний новых

	производства при проведении испытаний новых материалов	производстве новых материалов	материалов. – уметь: устанавливать оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых материалов.

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***	***4 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*72*
	зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*8*
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.*		***20***	*20*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Теоретические основы синтеза сверхтвердых материалов (Содержание и задачи дисциплины. Связь дисциплины с другими дисциплины химико-технологического профиля. Классификация и теоретические основы синтеза сверхтвердых материалов (СТМ). Химическая связь в полиморфных модификациях углерода и нитрида бора. Кристаллическая структура полиморфных модификаций углерода

и нитрида бора. Фазовые превращения в углероде и нитриде бора. Основные свойства и области применения СТМ);

Раздел 2 Технологические основы синтеза сверхтвердых материалов (Технологические основы синтеза сверхтвердых материалов. Процессы кристаллообразования при каталитическом синтезе алмаза и кубического нитрида бора (КНБ). Физико-химические закономерности каталитического синтеза алмаза. Приготовление шихты для прессования контейнеров. Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров. Прессспекание снаряженных контейнеров. Обогащение и химическая обработка продуктов синтеза алмазов. Классификация алмазных порошков по зернистости. Контроль качества алмазных порошков. Основные технико-экономические показатели процесса синтеза алмазов марки АС-4 на прессах усилием 500 и 600 тс. Охрана труда в производстве синтетических алмазов. Технология синтеза эльбора марки ЛКВ. Перспективы развития производства синтетических алмазов и алмазоподобных модификаций нитрида бора при высоких температурах. Применение сверхтвердых материалов);

Раздел 3 Аппаратурное оформление технологических процессов синтеза сверхтвердых материалов (Аппаратурное оформление технологических процессов синтеза сверхтвердых материалов. Аппараты высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов. Методы определения давления и температуры в аппаратах высокого давления).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Теоретические основы синтеза сверхтвердых материалов	2	
Раздел 2.	Технологические основы синтеза сверхтвердых материалов	4	
Раздел 3.	Аппаратурное оформление технологических процессов синтеза сверхтвердых материалов	2	
Итого:		**8**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
Раздел 2; Раздел 3.	Расчет материального и теплового балансов производства синтетических алмазов	4	
Раздел 2; Раздел 3.	Расчет материального и теплового балансов производства кубического нитрида бора	4	
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. Изучение теоретического материала.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка презентации.	8	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного	8	

	материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка презентации.		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**56**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Презентация
Раздел 3.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Презентация
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	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 – 30 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос выделяется 1,5 минуты).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

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

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

- 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
- менее 10 баллов – 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 собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; презентация.

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 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».

12.2.3 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

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
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».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию выполнения презентации

Презентация – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

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 ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

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

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки презентации

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; 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.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных	удовлетворительно

Наименование параметра оценки	Оценка
положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	неудовлетворительно

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– 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);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и	2,5

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
аргументировано отвечает по содержанию задания.	
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	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

Оценка	Требования к знаниям
	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 Ржевская С. В. Материаловедение : учебник для вузов / С. В. Ржевская. – Москва : МГГУ, 2005. – 454 с.;

2 Галевский, Г. В. Оборудование и технология производства сверхтвердых материалов : учебное пособие / Г. В. Галевский, В. В. Руднева. – Новокукзнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=5993&lngFile=5846&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 05.05.2025);

3 Поляков В. П. Алмазы и сверхтвердые материалы : учебное пособие / В. П. Поляков, А. В. Ножкина, Н. В. Чириков. – Москва : Металлургия, 1990.– 326 с.;

4 Ноздрин, Игорь Викторович. Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов : конспект лекций : для обучающихся по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология / И. В. Ноздрин, О. А. Полях ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 136 с. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFiles.asp?lngSection=66&lngEdition=10422 (дата обращения: 05.05.2025).

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;

– 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 учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- 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.

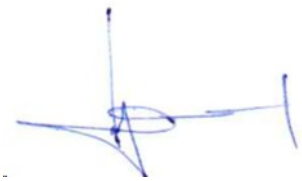
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

профессор Ноздрин Игорь Викторович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласован:

Начальник КХП АО ЕВРАЗ ЗСМК  Р.С. Ларин

Приложение

В целях эффективной оценки результатов обучения (компетенций и/или индикаторов достижения компетенций) приложение к ФОС включает:

– Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся;

– Вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины;

– Задания для оценки освоения практической и самостоятельной работ;

– Вопросы к экзамену;

- Задачи к экзамену.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите правильные ответы.

1.Веществами, между которыми возможно протекание химической реакции в водном растворе, являются

а) Na_2O и Al_2O_3;

б) K_2CO_3 и HCl ;

в) K_2O и MgO;

г) K_2SO_4 и HBr;

2.Выделение газообразного продукта наблюдается при взаимодействии…

а) $CaCO_3 + H_2SO_{4(р-р)}\rightarrow$

б) $FeS + HCl_{(р-р)}\rightarrow$

в) $NaNO_3 + H_2SO_{4(р-р)}\rightarrow$

г) $KBr + HCl_{(р-р)}\rightarrow$

3.Наименьшей растворимостью обладает гидроксид двухвалентного металла, значение произведения растворимости которого …

а) $2{,}2*10^{-20}$

б) $2{,}2*10^{-18}$

в) $2{,}2*10^{-16}$

г) $2{,}2*10^{-14}$

4.Число нейтронов совпадает с числом протонов в ядрах атомов изотопов…

а) $^{14}_{7}N$ и $^{40}_{20}Ca$

б) $^{31}_{15}P$ и $^{39}_{19}K$

в) $^{16}_{8}O$ и $^{23}_{11}Na$

г) $^{12}_{6}C$ и $^{19}_{9}F$

5. Для увеличения выхода продуктов реакции в равновесной системе $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}$; $\Delta_r H^0 < 0$ необходимо…

а) увеличить концентрацию оксида серы (IV);
б) увеличить концентрацию оксида серы (VI);
в) повысить температуру;
г) повысить давление.

6. Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется

а) принципом Ле Шателье;
б) принципом квазистационарности;
в) правилом Вант-Гоффа;
г) правилом фаз Гиббса

7.Как записывается закон действующих масс для гомогенной газовой реакции $CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$;

а) $K^0(T) = \frac{P_{CH4} \cdot P_{O_2}^2}{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}$

б) $K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$

в) $K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}}$

г) $K^0(T) = \frac{P_{CO_2}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$

8. Уравнения реакций, в которых при изменении давления не происходит смещения равновесия, имеют вид …

1. $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}$
2. $Fe_2O_{3(т)} + 3CO_{(г)} \leftrightarrow 2Fe_{(т)} + 3CO_{2(г)}$
3. $4S_{(т)} + CH_{4(г)} \leftrightarrow CS_{2(г)} + 2H_2S_{(г)}$
4. $C_{(графит)} + 2H_2O_{(г)} \leftrightarrow 2H_{2(г)} + CO_{2(г)}$

9. Если температурный коэффициент химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°С до 50°С скорость реакции

1. увеличивается в 6 раз;
б) уменьшается в 4 раза;
в) уменьшается в 2 раза;

г) увеличивается в 8 раз

10.Выражение кинетического закона действующих масс для скорости прямой гомогенной реакции $\nu_1 A + \nu_2 B = \nu_3 C$ имеет вид…

а) $\vartheta = \kappa \cdot C_A^{n_1} C_B^{n_2}$

б) $\vartheta = \kappa \cdot C_A C_B$

в) $\vartheta = \kappa \cdot C_C^{n_3}$

г) $\vartheta = \kappa \dfrac{C_A^{n_1} \cdot C_B^{n_2}}{C_C^{n_3}}$

11. Какие реакции называются гомогенными?

а) между веществами, находящимися в одной фазе;

б) реакции, протекающие на поверхности раздела фаз;

в) продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе;

г) продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

12. Для увеличения скорости прямой реакции $2SO_2(г)+O_2(г)\rightarrow 2SO_3(г)$ в 9 раз необходимо концентрацию SO_2 увеличить в _____раз(а)

а) 18

б) 4,5

в) 3

г) 9

13.Порядком химической реакции называется

а) последовательность элементарных стадий химической реакции;

б) последовательность заполнения химического реактора реагентами;

в) сумма показателей степеней при концентрациях реагентов в кинетическом уравнении реакции

14.Согласно второго закона термодинамики в изолированных системах самопроизвольно протекают процессы, для которых справедливо выражение

а) $\Delta S > 0$;

б) $\Delta S < 0$;

в) $\Delta G > 0$;

д) $\Delta H = 0$

15.Если энтальпия образования SO_2 равна (-297 кДж/моль), то количество теплоты, выделяемое при сгорании 16 г серы, равно ___кДж

а) 148,5 ;

б) 297,0 ;
в) 74.25;
г) 594

16.Согласно термохимическому уравнению
$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$; $\Delta_r H^0$ = *-802,3 кДж,* объем метана (н.у), который необходим для получения 4011,5 кДж теплоты, составляет ___л.
а) 112, 0
б) 56,0
в) 168,0
г) 224,0

17.Наибольшему значению энтропии соответствует состояние воды…
а) $H_2O_{(ж)}$ 273К
б) $H_2O_{(тв)}$ 273К
в) $H_2O_{(тв)}$ 200К
д) $H_2O_{(г)}$ 398К

18.Количественное соотношение между изменением внутренней энергии, теплотой и работой устанавливает _____ закон термодинамики
а) второй
б) нулевой
в) первый
г) третий

19.Уравнения реакций, протекание которых невозможно в стандартных условиях, имеют вид …
а) $2MgSO_{4(т)} = 2MgO_{(т)} + 2SO_{2(г)} + O_{2(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = 805кДж; \Delta S^\circ_{298} = 572Дж/К$
б) $4S_{(т)} + CH_{4(г)} = CS_{2(г)} + 2H_2S_{(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = 151{,}5кДж; \Delta S^\circ_{298} = 336Дж/К$
в) $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} = SO_{3(г)} + NO_{(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = -41{,}5кДж; \Delta S^\circ_{298} = -22Дж/К$
г) $Fe_2O_{3(т)} + 3CO_{(г)} = 2Fe_{(т)} + 3CO_{2(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = -27{,}7кДж; \Delta S^\circ_{298} = 13Дж/К$

20. Уравнения реакций, которые сопровождаются увеличением энтропии, имеют вид
а) $C_{(графит)} + 2H_2O_{(г)} = 2H_{2(г)} + CO_{2(г)}$
б) $(NH_4)_2CO_{3(т)} = 2NH_{3(г)} + CO_{2(г)} + H_2O_{(г)}$
в) $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} = SO_{3(г)} + NO_{(г)}$

г) $BaO_{(т)} + CO_{2(г)} = BaCO_{3(т)}$

21. Какие значения может принимать константа равновесия химической реакции?
    а) положительные
    б) любые
    в) отрицательные

22. Для реакций FeO + C= Fe + CO и CaO + C= Ca + CO
закон действующих масс записывается одинаково: $K(T)=P_{CO}$. Равны ли константы равновесия этих реакций? Почему?
    а) равны
    б) неравны

23. Как изменяется константа равновесия с увеличением температуры, если $\Delta_r H^0 > 0$
    а) уменьшается
    б) увеличивается
    в) остается неизменной

24. Для некоторой реакции при температуре Т $\Delta_r G^0(T) = 0$, что можно сказать о состоянии реагентов в системе
    а) находятся в равновесии при стандартных условиях
    б) компоненты А и В обладают химическим сродством друг к другу
    в) компоненты С и D обладают химическим сродством друг к другу
    д) находятся в равновесии при произвольных условиях

25. Как и при каких условиях по изменению энергии Гиббса можно судить о направлении самопроизвольного протекания реакции
    а) $\Delta_r G(T)<0$ при T=const, V=const
    б) $\Delta_r G(T)>0$ при T=const, P=const
    в) $\Delta_r G(T)<0$ при T=const, P=const
    г) $\Delta_r G(T)>0$ при T=const, V=const

26.После растворения вещества в растворителе при температуре 20°С давление насыщенного пара растворителя над раствором…
    а) повышается
    б) повышается до критического значения, затем понижается
    в) не изменяется
    г) понижается

27.К 250 г раствора, содержащего 25 г сульфата калия, добавили 250 $см^3$ дистиллированной воды. Массовая доля растворенного вещества в растворе…

а) осталась неизменной
б) увеличилась в 2 раза
в) уменьшилась в 2 раза
г) уменьшилась в 2,1 раза

28.Давление насыщенного пара железа над раствором Fe-Si меньше, чем над раствором Fe-Cu. В каком из растворов активность железа больше?
а) Fe-Si
б) Fe-Cu
в) активность железа в обоих растворах одинакова

29.Как изменяется температура кипения растворителя при добавлении к нему нелетучего вещества?
а) увеличивается
б) уменьшается
в) остается неизменной

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

Перечень вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Теоретические основы синтеза сверхтвердых материалов

2. Понятие о ковалентной и ионной связи.
3. Свойства веществ, определяемые силами сцепления.
4. Связь твердости с другими свойствами веществ.
5. Температурная зависимость твердости. Общие закономерности разрушения.
6. Статические критерии прочности.
7. Влияние температуры, пористости, величины зерна, состава на прочность.
8. Классификация сверхтвердых веществ академика И.Н. Францевича.
9. Химическая связь в графитоподобных соединениях.
10. Химическая связь в алмазоподобных соединениях.
11. Общая характеристика кристаллической структуры модификаций углерода.
12. Слоистые структуры графита.
13. Тетраэдрические структуры углерода.
14. Несовершенство кристаллического строения графита.
15. Графитация углеродных материалов.

16. Термодинамика фазовых превращений при высоких температурах и давлениях.

17. Диаграмма состояния углерода.

18. Классификация фазовых превращений по механизму роста новой фазы.

19. Классификация фазовых превращений по условиям приложения высоких давлений.

20. Классификация фазовых превращений, осуществляемых с применением катализаторов – растворителей.

21. Прямые фазовые превращения в углероде.

22. Фазовые превращения с применением катализаторов – растворителей.

23. Механизм каталитического синтеза алмаза.

24. Зарождение и рост кристаллов алмаза.

25. Каталитическая активность металлов при синтезе алмазов и факторы, её определяющие.

26. Взаимосвязь исходной структуры углерода и скорости образования кристаллов алмаза.

Раздел 2. Технологические основы синтеза сверхтвердых материалов

1 Основные сырьевые материалы для производства синтетических алмазов.

2 Влияние параметров синтеза на размер (крупность) кристаллов алмаза.

3 Превращение алмаза в графит.

4 Технология каталитического синтеза алмазов.

5 Приготовление шихты для прессования контейнеров.

6 Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров.

7 Пресс-спекание снаряженных контейнеров.

8 Обогащение и химическая обработка продуктов синтеза алмазов.

9 Классификация алмазных порошков по зернистости.

10 Контроль качества алмазных порошков.

11 Общая характеристика кристаллической структуры модификаций нитрида бора.

12 Слоистые структуры нитрида бора.

13 Тетраэдрические структуры нитрида бора.

14 Механизм каталитического синтеза кубического нитрида бора.

15 Требования отраслевых стандартов для синтетических алмазов.

16 Основные сырьевые материалы для производства КНБ.

17 Влияние параметров синтеза на размер (крупность) кристаллов КНБ.

18 Технология каталитического синтеза КНБ.

19 Приготовление шихты для прессования контейнеров и нагревателей при производстве КНБ.

20 Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров при производстве КНБ.

21 Пресс-спекание снаряженных контейнеров при производстве КНБ.

22 Обогащение и химическая обработка продуктов синтеза КНБ.

23 Контроль качества порошков КНБ.

Раздел 3. Аппаратурное оформление технологических процессов синтеза сверхтвердых материалов

5. Виды оборудования для производства синтетических алмазов статическим нагружением.

6. Виды оборудования для производства кубического нитрида бора статическим нагружением.

7. Виды оборудования для производства синтетических алмазов газофазным методом.

8. Виды оборудования для производства синтетических алмазов динамическим методом.

9. Основные технико-экономические показатели процесса синтеза алмазов на прессах усилием 500 и 600 тс.

10. Виды реакционных контейнеров для производства синтетических алмазов и кубического нитрида бора

11. Приготовление шихты для прессования контейнеров и нагревателей при производстве КНБ.

12. Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров при производстве синтетических алмазов и кубического нитрида бора.

13. Пресс-спекание снаряженных контейнеров при производстве синтетических алмазов и кубического нитрида бора.

4 Выполнение практических работ

Задания для оценки освоения практических и самостоятельной работ

Задание 1.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза алмазов с объемом реакционной

зоны $V_{р.з.}$ = 0,88 см^3 рабочее давление Р составляет 6,0–ГПа, подводимая электрическая мощность W = 3,3 кВт.

Определить удельное давление $P_{уд.}$, ГПа/см^3 и удельную электрическую мощность $W_{уд.}$ кВт/см^3.

.

Задание 2.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза алмазов с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ = 0,88 см^3 рабочее давление Р составляет 6,0–ГПа, подводимая электрическая мощность W = 3,3 кВт.

Определить скорость электрического нагрева шихты Z ºС/с. Принять, что шихта состоит в основном из графита, имеющего плотность γ = 1.65 г/см^3 и теплоемкость С = 2,09 Дж/ (г·град.) при температуре ≥ 1200 ºС, а процесс нагрева шихты является адиабатическим.

Задание 3.

Для камеры высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза алмазов с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ = 1,6 см^3 определить величину подводимой электрической мощности, обеспечивающей скорость электрического нагрева шихты Z = 1200 ºС/с.

Задание 4.

Синтез алмазов марки АС-4 производится на прессовой установке ДО 138 А с усилием прессования 630 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ 2,4 см^3 для загрузки контейнера. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 16-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 3 минуты. Выход алмаза с одного пресспекания составляет 18,5 %, что соответствует 1 карату (1 карат = 0,2 г).

Определить годовую производительность пресса П, карат для условий 2-сменной (по 12 часов) работы с коэффициентом использования прессовой установки 0,85.

Задание 5.

Синтез алмазов марки АС-4 производится на прессовой установке ДО 138 А с усилием прессования 630 т. В качестве инструментальной

оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ 2,4 $см^3$ для загрузки контейнера. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 16-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 3 минуты. Выход алмаза с одного пресспекания составляет 18,5 %, что соответствует 1 карату (1 карат = 0,2 г).

Определить количество прессовых установок ДО 138А, которое необходимо установить в отделении синтеза алмазов для обеспечения годового выпуска алмазов 2 млн карат.

Задание 6.

Синтез алмазов марки АС-4 производится на прессовой установке ДО 138 А с усилием прессования 630 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ 2,4 $см^3$ для загрузки контейнера. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 16-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 3 минуты. Выход алмаза с одного пресспекания составляет 18,5 %, что соответствует 1 карату (1 карат = 0,2 г).

Определить расход графита (мг) на 1000 карат синтетического алмаза.

Задание 7.

Синтез алмазов марки АС-4 производится на прессовой установке ДО 138 А с усилием прессования 630 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ 2,4 $см^3$ для загрузки контейнера. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 16-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 3 минуты. Выход алмаза с одного пресспекания составляет 18,5 %, что соответствует 1 карату (1 карат = 0,2 г).

Определить удельный расход электроэнергии $N_{уд.}$, кВт·ч/1000 карат. Учесть, что величина мощности, подводимой для электронагрева к камере высокого давления, составляет 10 кВт.

Задание 8.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза кубического нитрида бора с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ = 5,2 см^3 рабочее давление Р составляет 4,5 ГПа, подводимая электрическая мощность W составляет 25,5 кВт. Определить удельное давление $P_{уд.}$, ГПа/см^3 и удельную электрическую мощность $W_{уд.}$ кВт/см^3.

Задание 9.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза кубического нитрида бора с объемом реакционной зоны $V_{р.з.}$ = 5,2 см^3 рабочее давление Р составляет 4,5 ГПа, подводимая электрическая мощность W составляет 25,5 кВт.

Определить скорость электрического нагрева шихты Z ºС/с. Принять, что шихта состоит в основном из гексагонального нитрида бора, имеющих плотность γ = 2,30 г/см^3 и теплоемкость С = 1,94 Дж/(г·град.), а процесс нагрева шихты является адиабатическим.

Задание 10.

Рассчитать материальный баланс синтеза кубического нитрида бора марки ЛКВ для магнезитового контейнера объемом V = 9 см3 и плотности шихты gш=1,13 г/см3.

Состав шихты: ГНБ – 77,5%; MgCl2 – 10%; Mg – 12%; B – 0,5%.

Степень перехода ГНБ→КНБ составляет 15%, выделение летучих в количестве 10% от веса шихты.

Вес магнезитового контейнера 58 г., графитовых нагревате-лей 1,7 г, уплотняющего кольца из ПВХ 2,4 г.

Время синтеза – 5 минут.

Задание 11.

Рассчитать материальный баланс синтеза алмаза для магнезитового контейнера объемом V = 5,2 см3 и объемом рабочей зоны Vр.з = 2,4 см3. Масса контейнера составляет Мконт = 16,3 г. Навеска шихты для такого контейнера составляет Мш = 6 г. В качестве катализатора используем марганце-никелевый сплав с содержанием: Mn-60%, Ni-40%. Со-держание катализатора в навеске шихты составляет Мкат = 2,4 г.

Соотношение графит: сплав = 60% : 40% = 3,6: 2,4 г.

Легирующая добавка В = 0,03 г.

Степень превращения графит – алмаз = 17 %.

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

5 Презентация

Примерные темы презентаций:

27. Получение синтетических алмазов ювелирного качества.
28. Области применения синтетических алмазов в современной технике и их перспективы развития.
29. История развития технологии получения СТМ
30. Получение синтетических алмазов газофазным способом.
31. Получение синтетических алмазов динамическим способом.
32. Получение синтетических алмазов статическим способом.
33. Механизм каталитического синтеза алмазов.
34. Области применения КНБ в современной технике и их перспективы..
35. Характеристика сырьевых материалов для производства КНБ.

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

36. Химическая связь в графитоподобных соединениях.
37. Химическая связь в алмазоподобных соединениях.
38. Общая характеристика кристаллической структуры модификаций углерода.
39. Диаграмма состояния углерода.
40. Классификация фазовых превращений по механизму роста новой фазы.
41. Классификация фазовых превращений по условиям приложения высоких давлений.
42. Классификация фазовых превращений, осуществляемых с применением катализаторов - растворителей.
43. Механизм каталитического синтеза алмаза.
44. Зарождение и рост кристаллов алмаза.
45. Основные сырьевые материалы для производства синтетических алмазов.
46. Влияние параметров синтеза на размер (крупность) кристаллов алмаза.
47. Технология каталитического синтеза алмазов.
48. Приготовление шихты для прессования контейнеров.

49. Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров.

50. Пресс-спекание снаряженных контейнеров.

51. Обогащение и химическая обработка продуктов синтеза алмазов.

52. Контроль качества алмазных порошков.

53. Основные области применения синтетических алмазов в современной технике

54. Общая характеристика кристаллической структуры модификаций нитрида бора.

55. Слоистые структуры нитрида бора.

56. Тетраэдрические структуры нитрида бора.

57. Механизм каталитического синтеза кубического нитрида бора.

58. Основные сырьевые материалы для производства КНБ.

59. Влияние параметров синтеза на размер (крупность) кристаллов КНБ.

60. Технология каталитического синтеза КНБ.

61. Приготовление шихты для прессования контейнеров и нагревателей при производстве КНБ.

62. Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров при производстве КНБ.

63. Пресс-спекание снаряженных контейнеров при производстве КНБ.

64. Обогащение и химическая обработка продуктов синтеза КНБ.

65. Контроль качества порошков КНБ.

66. Основные области применения КНБ в современной технике.

7 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза алмазов с объемом реакционной зоны Vр.з.= 2,4 см3 рабочее давление Р составляет 5,0 ГПа, производимая электрическая мощность W8,4 кВт.

Определить удельное давление Руд., ГПа/см3 и удельную электрическую мощность Wуд., кВт/см3.

Задача 2.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза алмазов с объемом реакционной зоны Vр.з.= 2,4 см3 рабочее давление Р составляет 5,0 ГПа, производимая электрическая мощность W8,4 кВт.

Определить скорость электрического нагрева шихты Z, ºС/с. Принять, что шихта состоит в основном из графита, имеющего плотность γ = 1,65 г/см3 и теплоемкость С = 2,09 Дж/(г•град.) при температуре ≥ 1200 ºС, а процесс нагрева является адиабатическим.

Задача 3.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза кубического нитрида бора с объемом реакционной зоны Vр.з. = 9,0 см3 рабочее давление составляет Р 4,5 ГПа, подводимая электрическая мощность W равна 45,0 кВт.

Определить удельное давление Руд.,ГПа/см3 и удельную электрическую мощность Wуд., кВт/см3.

Задача 4.

В камере высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза кубического нитрида бора с объемом реакционной зоны Vр.з. = 9,0 см3 рабочее давление составляет Р 4,5 ГПа, подводимая электрическая мощность W равна 45,0 кВт.

Определить скорость электрического нагрева шихты Z ºС/с. Принять, что шихта состоит в основном из гексагонального нитрида бора, имеющего плотность γ = 2,30 г/см3 и теплоемкость С =1,94 Дж/(г•град), а процесс нагрева шихты является адиабатическим.

Задача 5.

Для камеры высокого давления типа «наковальни с углублением на торцах («чечевица»)» для синтеза кубического нитрида бора с объемом реакционной зоны Vр.з. = 10,5 см3 определить величину подводимой электрической мощности, обеспечивающей скорость электрического нагрева шихты Z = 13000С/с.

Задача 6.

Синтез кубического нитрида бора марки ЛКВ производится на прессовой установке ДАОО 40 с усилением прессования 1000 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны Vр.з. = 5,2 см3. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 12-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 6 мин. Выход кубического нитрида бора с одного пресс-спекания составляет 14,2 %, что соответствует 5,6 карата (1 карат = 0,2 г).

Определить годовую производительность пресса П карат для условий 2-сменной (по 12 часов) работы с коэффициентом использования прессовой установки 0,85.

Задача 7.

Синтез кубического нитрида бора марки ЛКВ производится на прессовой установке ДАОО 40 с усилением прессования 1000 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны Vр.з. = 5,2 см3. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 12-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 6 мин. Выход кубического нитрида бора с одного пресс-спекания составляет 14,2 %, что соответствует 5,6 карата (1 карат = 0,2 г).

Определить количество прессовых установок ДАОО 40, которое необходимо установить в отделении синтеза кубического нитрида бора для обеспечения годового выпуска кубического нитрида бора 4 млн карат.

Задача 8.

Синтез кубического нитрида бора марки ЛКВ производится на прессовой установке ДАОО 40 с усилением прессования 1000 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны Vр.з. = 5,2 см3. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 12-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 6 мин. Выход кубического нитрида бора с одного пресс-спекания составляет 14,2 %, что соответствует 5,6 карата (1 карат = 0,2 г).

Определить расход гексагонального нитрида бора (ГНБ) на 1000 карат кубического нитрида бора.

Задачае 9.

Синтез кубического нитрида бора марки ЛКВ производится на прессовой установке ДАОО 40 с усилением прессования 1000 т. В качестве инструментальной оснастки используются блоки из двух матриц с углублениями на торцах, образующие камеру высокого давления с объемом реакционной зоны Vр.з. = 5,2 см3. Для непрерывности технологических циклов и обеспечения необходимой производительности прессовая установка снабжена круглым поворотным 12-позиционным столом с гнездами для вставки блок-матриц. Длительность одного пресс-спекания составляет 6 мин. Выход кубического нитрида бора с одного пресс-спекания составляет 14,2 %, что соответствует 5,6 карата (1 карат = 0,2 г).

Определить удельный расход электро-энергии Nуд., кВт.ч. 1100 карат. Учесть, что величина мощности, подводимой для электронагрева в камере высокого давления, составляет 30 кВт.