

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
воспитательной работе
_____ М.В. Темлянцев
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов

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

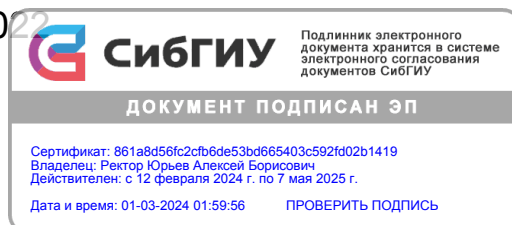
Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк



2022

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 сверхтвердого материала, исходя из условий его 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:

- Технология наноматериалов.

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

- Оборудование химических производств (специальные главы);
- Электротермия неорганических материалов.

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	ПК-1.1 Проводит	– знать: входной контроль сырья.

	контроля сырья	химические, физико-химические анализы, механические испытания и другие исследования на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности	<p>– уметь: проводить химические, физико-химические анализы, механические испытания и другие исследования на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности.</p> <p>– владеть: навыками проведения химических, физико-химических анализов, механических испытаний и других исследований на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности.</p>
	ПК-2: Способен к контролю технологических параметров производства при проведении испытаний новых наноструктурированных композиционных материалов	ПК-2.2 Устанавливает оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов	<p>– знать: параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов.</p> <p>– уметь: устанавливать оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов.</p> <p>– владеть: владеть способностью к контролю технологических параметров производства при проведении испытаний новых наноструктурированных композиционных материалов.</p>

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	180	180
	<i>зачетных единиц</i>	5	5
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		94	94
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные физические свойства веществ (Содержание и задачи дисциплины. Связь дисциплины с другими дисциплинами химико-технологического профиля. Рекомендуемая литература.

Кристаллическая структура и электронное строение веществ.

Общие сведения о структуре. Области гомогенности. Упорядочение.

Электронное строение.

Свойства веществ, определяемые силами сцепления. Диффузионная подвижность. Дислокационное строение веществ.

Температура плавления и испарения. Термические свойства. Упругие свойства. Диффузионная подвижность. Рекристаллизация.

Дислокационное строение веществ. Общая характеристика дислокаций в сверхтвёрдых соединениях. Движение дислокаций. Система

скольжения. Критические напряжения сдвига. Размножение и взаимодействие дислокаций.

Твердость и прочность веществ. Влияние различных факторов на прочность.

Определение и измерение твердости. Упругая, пластическая и поверхностная составляющая твердости. Связь твердости с другими свойствами веществ. Температурная зависимость твердости. Общие закономерности разрушения. Напряжение роста трещин. Эффективная поверхностная энергия. Зарождение и распространение трещин. Статистические критерии прочности. Влияние температуры, пористости, величины зерна, состава на прочность.

Ползучесть и термопрочность веществ.

Общая характеристика. Влияние различных факторов на ползучесть.

Другие неупругие явления. Методы испытаний. Критерии термопрочности. Влияние структурных и физико-механических параметров на термопрочность.);

Раздел 2 Классификация сверхтвердых материалов и анализ их свойств (Классификация сверхтвердых веществ академика И.Н. Францевича.

5 классов сверхтвердых материалов. Природные алмазы.

Синтетические алмазы. Кубический нитрид бора. Вюрцитоподобный нитрид бора.

Свойства металлоподобных и неметаллических боридов, карбидов, нитридов, силицидов.

Твердость, износостойкость, механическая прочность, теплопроводность, контактное химическое взаимодействие, температурный предел устойчивости.);

Раздел 3 Металлоподобные и неметаллические сверхтвердые соединения (Общая характеристика металлоподобных и неметаллических сверхтвердых соединений.

Структура и свойства. Методы получения.

Карбид и силициды бора и материалы на их основе

Кристаллическая структура карбида бора и химическая связь. Методы получения порошков карбида бора и поликристаллических материалов на его основе. Свойства и области применения карбида бора и материалов на его основе. Кристаллическая структура силицида бора и химическая связь. Методы получения порошков силицидов бора и поликристаллических материалов на их основе. Свойства и области применения силицидов бора и материалов на их основе.

Карбид и нитрид кремния и материалы на их основе. Особенности технологии карбидокремниевых материалов.

Кристаллическая структура карбида кремния и химическая связь.

Методы получения порошков карбида кремния и материалов на его основе. Формирование структуры карбидокремниевых материалов.

Технология карбидокремниевых материалов. Свойства и области

применения карбида кремния и материалов на его основе.
 Кристаллическая структура нитрида кремния и химическая связь.
 Методы получения порошков нитрида кремния и материалов на его основе. Свойства и области применения нитрида кремния и материалов на его основе.
 Нитрид и додекаборид алюминия и материалы на их основе.
 Кристаллическая структура нитрида алюминия и химическая связь.
 Методы получения порошков нитрида алюминия и материалов на его основе. Свойства и применение нитрида алюминия и материалов на его основе. Кристаллическая структура додекаборида алюминия и химическая связь. Методы получения порошков додекаборида алюминия и материалов на его основе. Свойства и области применения додекаборида алюминия и материалов на его основе.
 Карбиды и бориды вольфрама.
 Кристаллическая структура и химическая связь. Методы получения. Свойства и области применения карбидов и боридов вольфрама и материалов на их основе.
 Соединения титана с бором и углеродом.
 Кристаллическая структура и химическая связь. Методы получения. Свойства и области применения карбида и борида титана и материалов на их основе.
 Технология производства синтетических алмазов.
 Основные сырьевые материалы. Технологический процесс производства. Приготовление шихты для прессования контейнеров. Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров. Пресс-спекание 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 на прессах усилием 500 и 600 тс. Охрана труда в производстве синтетических алмазов. Перспективы развития производства синтетических алмазов.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Основные физические свойства веществ	4	
Раздел 2.	Классификация сверхтвердых материалов и анализ их свойств	6	
Раздел 3.	Металлоподобные и неметаллические	6	

	сверхтвердые соединения		
Итого:		16	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Анализ диаграмм состояния карбидо- и нитридообразующих систем	4	
Раздел 1.	Методы расчета и прогнозирования твердости	4	
Раздел 3.	Технологическое проектирование основных производств сверхтвердых веществ	8	
Итого:		16	0

7 Перечень тем лабораторных работ

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

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	48	
Раздел 1; Раздел 3.	1. Подготовка к практическому занятию.	46	

Контроль	Подготовка к экзамену	54	
Итого:		148	0

10 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. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2019. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?IngSection=32&IngEdition=5993&IngFile=5846&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 04.03.2022);

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 Лаптев, А. И. Сверхтвердые материалы. Особенности структуры углеграфитовых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз : учебное пособие для вузов / А. И. Лаптев, А. А. Ермолаев ; Московский государственный институт стали и сплавов. – Москва : Учеба, 2007. - 53 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство Лань». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL:

<http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 7-Zip;
- ABBYY FineReader 11;
- AutoCAD;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft Office 2003;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP;
- ProjectLibre;
- Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

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

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть 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.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 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);
- 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 цветных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов»

по направлению подготовки (специальности)
18.04.01 «Химическая технология»
(направленность (профиль): «Химическая технология
неорганических веществ»)
форма обучения – Очная форма

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 сверхтвердого материала, исходя из условий его 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:

- Технология наноматериалов.

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

- Оборудование химических производств (специальные главы);
- Электротермия неорганических материалов.

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 Проводит химические, физико-химические анализы, механические испытания и другие исследования на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности	– знать: входной контроль сырья. – уметь: проводить химические, физико-химические анализы, механические испытания и другие исследования на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности. – владеть: навыками проведения химических, физико-химических анализов, механических испытаний и других исследований на соответствие качества сырья действующим стандартам, техническим условиям и требованиям экологической безопасности.
	ПК-2: Способен к контролю технологических параметров производства при проведении испытаний новых наноструктурированных композиционных материалов	ПК-2.2 Устанавливает оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов	– знать: параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов. – уметь: устанавливать оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых наноматериалов.

			– владеть: владеть способностью к контролю технологических параметров производства при проведении испытаний новых наноструктурированных композиционных материалов.
--	--	--	--

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	180	180
	<i>зачетных единиц</i>	5	5
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		94	94
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Основные физические свойства веществ (Содержание и задачи дисциплины. Связь дисциплины с другими дисциплинами химико-технологического профиля. Рекомендуемая литература.

Кристаллическая структура и электронное строение веществ.

Общие сведения о структуре. Области гомогенности. Упорядочение.

Электронное строение.

Свойства веществ, определяемые силами сцепления. Диффузионная подвижность. Дислокационное строение веществ.

Температура плавления и испарения. Термические свойства. Упругие свойства. Диффузионная подвижность. Рекристаллизация.

Дислокационное строение веществ. Общая характеристика дислокаций в сверхтвёрдых соединениях. Движение дислокаций. Система скольжения. Критические напряжения сдвига. Размножение и взаимодействие дислокаций.

Твердость и прочность веществ. Влияние различных факторов на прочность.

Определение и измерение твердости. Упругая, пластическая и поверхностная составляющая твердости. Связь твердости с другими свойствами веществ. Температурная зависимость твердости. Общие закономерности разрушения. Напряжение роста трещин. Эффективная поверхностная энергия. Зарождение и распространение трещин. Статистические критерии прочности. Влияние температуры, пористости, величины зерна, состава на прочность.

Ползучесть и термопрочность веществ.

Общая характеристика. Влияние различных факторов на ползучесть. Другие неупругие явления. Методы испытаний. Критерии термопрочности. Влияние структурных и физико-механических параметров на термопрочность.);

Раздел 2 Классификация сверхтвердых материалов и анализ их свойств (Классификация сверхтвердых веществ академика И.Н. Францевича.

5 классов сверхтвердых материалов. Природные алмазы.

Синтетические алмазы. Кубический нитрид бора. Вюрцитоподобный нитрид бора.

Свойства металлоподобных и неметаллических боридов, карбидов, нитридов, силицидов.

Твердость, износостойкость, механическая прочность, теплопроводность, контактное химическое взаимодействие, температурный предел устойчивости.);

Раздел 3 Металлоподобные и неметаллические сверхтвердые соединения (Общая характеристика металлоподобных и неметаллических сверхтвердых соединений.

Структура и свойства. Методы получения.

Карбид и силициды бора и материалы на их основе

Кристаллическая структура карбида бора и химическая связь. Методы получения порошков карбида бора и поликристаллических материалов на его основе. Свойства и области применения карбида бора и материалов на его основе. Кристаллическая структура силицида бора и химическая связь. Методы получения порошков силицидов бора и поликристаллических материалов на их основе. Свойства и области применения силицидов бора и материалов на их основе.

Карбид и нитрид кремния и материалы на их основе. Особенности технологии карбидокремниевых материалов.

Кристаллическая структура карбида кремния и химическая связь. Методы получения порошков карбида кремния и материалов на его основе. Формирование структуры карбидокремниевых материалов. Технология карбидокремниевых материалов. Свойства и области применения карбида кремния и материалов на его основе.

Кристаллическая структура нитрида кремния и химическая связь. Методы получения порошков нитрида кремния и материалов на его основе. Свойства и области применения нитрида кремния и материалов на его основе.

Нитрид и додекаборид алюминия и материалы на их основе.

Кристаллическая структура нитрида алюминия и химическая связь.

Методы получения порошков нитрида алюминия и материалов на его основе. Свойства и применение нитрида алюминия и материалов на его основе. Кристаллическая структура додекаборида алюминия и химическая связь. Методы получения порошков додекаборида алюминия и материалов на его основе. Свойства и области применения додекаборида алюминия и материалов на его основе.

Карбиды и бориды вольфрама.

Кристаллическая структура и химическая связь. Методы получения. Свойства и области применения карбидов и боридов вольфрама и материалов на их основе.

Соединения титана с бором и углеродом.

Кристаллическая структура и химическая связь. Методы получения.

Свойства и области применения карбида и борида титана и материалов на их основе.

Технология производства синтетических алмазов.

Основные сырьевые материалы. Технологический процесс производства. Приготовление шихты для прессования контейнеров.

Приготовление реакционной смеси для снаряжения контейнеров. Пресс-спекание 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 на прессах усилием 500 и 600 тс. Охрана труда в производстве синтетических алмазов. Перспективы развития производства синтетических алмазов.).

6 Составитель(и):

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