Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Огнеупоры для металлургического производства

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:11:49 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

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

Задачами учебной дисциплины являются:

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

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

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

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

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

– Теория и технология производства чугуна;
– Эксплуатация доменных печей;
– Оборудование фабрик по производству окатышей;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Принятие решений	ОПК-6: Способен принимать обоснованные	ОПК-6.1 Принимает обоснованные технические решения	– знать: современные технические решения в области

	технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	в профессиональной деятельности	производства и применения огнеупорных материалов в черной металлургии;. – уметь: принимать обоснованные технические решения в выборе огнеупорных материалов для различных металлургических агрегатов;. – владеть: навыками анализа свойств и характеристик огнеупорных материалов, применяемых в агрегатах черной металлургии..
		ОПК-6.2 Выбирает эффективные технологии и технические средства в профессиональной деятельности	– знать: современные эффективные технологии и технические средства в производстве и применении огнеупорных материалов; . – уметь: анализировать и выбирать эффективные технологии и технические средства в производстве и применении огнеупорных материалов;. – владеть: навыками оценки эффективности технологий и технических средств в профессиональной деятельности..
		ОПК-6.3 Выбирает безопасные технологии в профессиональной деятельности	– знать: современные безопасные технологии черной металлургии;. – уметь: выбирать

			безопасные технологии в профессиональной деятельности;. – владеть: навыками оценки эффективности технологий в профессиональной деятельности с учетом их безопасности..

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.*	***72***	*72*
	зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***14***	*14*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

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

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

Раздел 3 Теоретические основы технологии производства и применения огнеупорных материалов (Свойства огнеупорных материалов. Огнеупорность, макроструктура огнеупорных изделий. Пористость: общая, кажущаяся, капиллярная, проницаемая. Классификация пор. Газопроницаемость. Удельная поверхность. Анизотропия структуры. Термомеханические свойства. Механическая прочность огнеупоров при обычной температуре. Теоретическая прочность огнеупоров. Влияние пористости на прочность при нормальной температуре. Мера хрупкости. Механика разрушения. Деформация под нагрузкой при высоких температурах. Ползучесть. Диффузионный крип: дислокационная ползучесть, влияние размера пор, влияние пористости. Ползучесть промышленных огнеупоров. Релаксация. Усталость. Теплофизические свойства огнеупоров. Теплоёмкость. Термический коэффициент линейного расширения. Теплопроводность: теплопроводность пор, зависимость теплопроводности от пористости. Температуропроводность, аккумулирующая способность огнеупоров. Испарение огнеупоров. Термическая стойкость. Зависимость термостойкости от температуры. Термостойкость при напряжениях второго рода. Взаимодействие огнеупоров с корродиентами. Феноменологическое описание. Критерии взаимодействия. Краткая характеристика металлургических шлаков. Смачивание и растекание. Пропитка огнеупоров шлаками. Роль структурного фактора в повышении коррозионной устойчивости огнеупоров. Растворение и химическое взаимодействие. Взаимодействие огнеупоров с металлами. Распределение кислорода между расплавом стали и оксидным огнеупором. Образование неметаллических включений в стали. Взаимодействие огнеупоров с углеродом.);

Раздел 4 Технологические процессы производства огнеупоров (Процессы измельчения. Общие сведения об измельчении. Теории дробления и измельчения. Механо-химические и физико-химические процессы при измельчении. Распределение дисперсных тел. Кинетика измельчения и размолоспособность. Влияние ПАВ на помол. Разделение по крупности. Классификация. Хранение порошков. Смешение порошков. Общие сведения о процессе смешения (модель

идеального вытеснения, модель идеального смешения, диффузионная модель, ячеечная модель). Механизм процесса периодического смешения. Эффективность смешения. Процессы формирования огнеупорных материалов. Общие положения. Классификация пресспорошков. Соотношение между фазами и плотность системы. Зерновой состав. Процессы, протекающие при прессовании порошков. Пластическое формование. Изостатическое прессование. Прессования при высоких температурах. Формование методом центрифугирования. Шликерное литье. Термическая обработка огнеупорных материалов. Сушка. Высокотемпературные процессы обработки материалов. Спекание. Собирательная рекристаллизация, стадии усадки. Энергия активации процесса спекания. Кинетика спекания. Факторы, ускоряющие спекания (механические, теплотехнические, химические). Реакционное спекание. Общие положения. Процессы при обжиге кусковых материалов. Механизм и кинетика топохимических процессов. Классификация термических установок по обработке огнеупорных материалов. Режимы термообработок.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение в огнеупорное производство	4	
Раздел 2.	Классификация огнеупорных материалов и изделий	4	
Раздел 3.	Теоретические основы технологии производства и применения огнеупорных материалов	14	
Раздел 4.	Технологические процессы производства огнеупоров	10	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3.	Расчет количества жидкой фазы в огнеупорных материалах	2	
Раздел 3.	Расчет свободного	2	

	кислорода в шлаках металлургических производств		
Раздел 4.	Расчет разрушающего градиента температур для различных огнеупоров	2	
Раздел 4.	Расчет пористости сформованной заготовки и объемного эффекта при реакционном спекании	2	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

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

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	2	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение	6	

	тестирования.		
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	4	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**32**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей : практикум / Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. – Москва : МИСиС, 2007. – 136 с. – ISBN MIS027. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/MIS027.html (дата обращения: 20.02.2023);

2 Стариков, В.С Огнеупоры и футеровки в ковшевой металлургии : учебное пособие / Стариков В.С, Темлянцев М.В., Стариков В.В. – Москва : МИСиС, 2003. – 328 с. – ISBN 2227-8397-2003-02. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/2227-8397-2003-02.html (дата обращения: 20.02.2023);

3 Кащеев, И.Д. Оксидно-углеродистые огнеупоры / И.Д. Кащеев. – Москва : Интермет Инжиниринг, 2000. – 265 с. : ил.;

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

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

6 Павловец, В. М. Огнеупорные материалы : учебник для вузов / В.М. Павловец ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2010. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=18&lngEdition=1415&lngFile=1427&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 20.02.2023);

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

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – 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 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

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 // 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;

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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), оснащенную персональными компьютерами;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

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

Составитель(и):

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Огнеупоры для металлургического производства»

по направлению подготовки (специальности)
22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Цифровая металлургия»)
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

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

Задачами учебной дисциплины являются:

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

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

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

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

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

– Теория и технология производства чугуна;
– Эксплуатация доменных печей;
– Оборудование фабрик по производству окатышей;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Принятие решений	ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1 Принимает обоснованные технические решения в профессиональной деятельности	– знать: современные технические решения в области производства и применения огнеупорных материалов в черной металлургии;. – уметь: принимать обоснованные технические решения в выборе огнеупорных материалов для различных металлургических агрегатов;. – владеть: навыками анализа свойств и характеристик огнеупорных материалов, применяемых в агрегатах черной металлургии..
		ОПК-6.2 Выбирает эффективные технологии и технические средства в профессиональной деятельности	– знать: современные эффективные технологии и технические средства в производстве и применении огнеупорных материалов; . – уметь: анализировать и выбирать эффективные технологии и технические средства в производстве и применении огнеупорных материалов;. – владеть: навыками

			оценки эффективности технологий и технических средств в профессиональной деятельности..
		ОПК-6.3 Выбирает безопасные технологии в профессиональной деятельности	– знать: современные безопасные технологии черной металлургии;. – уметь: выбирать безопасные технологии в профессиональной деятельности;. – владеть: навыками оценки эффективности технологий в профессиональной деятельности с учетом их безопасности..

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*72*
	зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***14***	*14*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

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

Раздел 1 Введение в огнеупорное производство (Огнеупорная промышленность России и ее размещение. Ассортимент огнеупорных материалов. Заводы огнеупорной промышленности, их размещение и

характеристика. Перспективы развития огнеупорной промышленности России. Некоторые сведения об огнеупорной промышленности зарубежных стран.);

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

Раздел 3 Теоретические основы технологии производства и применения огнеупорных материалов (Свойства огнеупорных материалов. Огнеупорность, макроструктура огнеупорных изделий. Пористость: общая, кажущаяся, капиллярная, проницаемая. Классификация пор. Газопроницаемость. Удельная поверхность. Анизотропия структуры. Термомеханические свойства. Механическая прочность огнеупоров при обычной температуре. Теоретическая прочность огнеупоров. Влияние пористости на прочность при нормальной температуре. Мера хрупкости. Механика разрушения. Деформация под нагрузкой при высоких температурах. Ползучесть. Диффузионный крип: дислокационная ползучесть, влияние размера пор, влияние пористости. Ползучесть промышленных огнеупоров. Релаксация. Усталость. Теплофизические свойства огнеупоров. Теплоёмкость. Термический коэффициент линейного расширения. Теплопроводность: теплопроводность пор, зависимость теплопроводности от пористости. Температуропроводность, аккумулирующая способность огнеупоров. Испарение огнеупоров. Термическая стойкость. Зависимость термостойкости от температуры. Термостойкость при напряжениях второго рода. Взаимодействие огнеупоров с корродиентами. Феноменологическое описание. Критерии взаимодействия. Краткая характеристика металлургических шлаков. Смачивание и растекание. Пропитка огнеупоров шлаками. Роль структурного фактора в повышении коррозионной устойчивости огнеупоров. Растворение и химическое взаимодействие. Взаимодействие огнеупоров с металлами. Распределение кислорода между расплавом стали и оксидным огнеупором. Образование неметаллических включений в стали. Взаимодействие огнеупоров с углеродом.);

Раздел 4 Технологические процессы производства огнеупоров (Процессы измельчения. Общие сведения об измельчении. Теории дробления и измельчения. Механо-химические и физико-химические процессы при измельчении. Распределение дисперсных тел. Кинетика измельчения и размолоспособность. Влияние ПАВ на помол. Разделение по крупности. Классификация. Хранение порошков. Смешение порошков. Общие сведения о процессе смешения (модель идеального вытеснения, модель идеального смешения, диффузионная модель, ячеечная модель). Механизм процесса периодического смешения. Эффективность смешения. Процессы формирования огнеупорных материалов. Общие положения. Классификация

пресспорошков. Соотношение между фазами и плотность системы. Зерновой состав. Процессы, протекающие при прессовании порошков. Пластическое формование. Изостатическое прессование. Прессования при высоких температурах. Формование методом центрифугирования. Шликерное литье. Термическая обработка огнеупорных материалов. Сушка. Высокотемпературные процессы обработки материалов. Спекание. Собирательная рекристаллизация, стадии усадки. Энергия активации процесса спекания. Кинетика спекания. Факторы, ускоряющие спекания (механические, теплотехнические, химические). Реакционное спекание. Общие положения. Процессы при обжиге кусковых материалов. Механизм и кинетика топохимических процессов. Классификация термических установок по обработке огнеупорных материалов. Режимы термообработок.).

6 Составитель(и):

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