



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И
СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ***

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

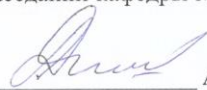
Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий 18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры МиХТ,  С.В.Юдина

Рецензент:

доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук  И.В.Понурко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от 31.08.2020 г. № 1
Зав. кафедрой А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» является освоение обучающимися знаний физикой химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, фазовых равновесии в силикатных и оксидных системах, принципов построения фазовых диаграмм состояния систем, теории процессов, протекающих при синтезе материалов в разнообразных условиях при высоких температурах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Коллоидная химия

Минералогия и петрография неметаллических и горючих ископаемых

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Химические реакторы

Моделирование химико-технологических процессов

Планирование и организация эксперимента

Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Системы управления химико-технологическими процессами

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
Знать	-основы физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, особенности изучаемых материалов, типовые процессы и оборудование химической технологии силикатных материалов
Уметь	-применять различные методы теоретического и экспериментального исследования физико-химических свойств тугоплавких неметаллических материалов; -проводить качественные и количественные расчеты по диаграммам состояния двух- и трехкомпонентных систем; -прогнозировать вероятные ситуации соотношения фаз и структуры материалов, используя однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные системы.

Владеть	-навыками экспериментального исследования основных физико-химических свойств силикатных материалов, сырья и готовой продукции; -навыками определения минерального состава природных силикатов и глин, используя комплексный термический и рентгеновский методы исследования.
ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Знать	-основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий; -основные физико-химические методы анализа структуры и свойств силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.
Уметь	-выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; -использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач.
Владеть	-методами исследование фазового состава, микро- и макроструктуры неметаллических материалов; -методами анализа диаграмм состояния силикатных и тугоплавких систем.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 122,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1								
1.1 Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Трехкомпонентные системы.	3	1	4/2И		30	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторной работе №1	Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы №1.	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1	4/2И		30			
2. 2								
2.1 Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.	3	1			30	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Собеседование по теме	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1			30			
3. 3								
3.1 Понятие о твердофазных реакциях.	3	1	2/2И		30	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторной работе №2	Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы № 2	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1	2/2И		30			
4. 4								
4.1 Твердофазные процессы, их особенности и значение для технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.	3	1			32,4	Работа с электронными учебниками. Выполнение индивидуального задания №1.	Собеседование по теме. Проверка и защита индивидуального задания №1.	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1			32,4			
Итого за семестр		4	6/4И		122,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4	6/4И		122,4		экзамен	ОПК-3,ПК-16

5 Образовательные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению студентов, основанного на сочетании теоретического курса, лабораторных занятий и самостоятельной познавательной деятельности студентов. Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

Занятия проводятся с применением традиционной и модульно-компетентностной технологий с использованием Интернет-ресурсов.

Лекции проходят как в традиционной форме, в виде презентаций, так и в форме лекций-информаций, ориентированных на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию, лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для под-готовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий и лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. На практических и лабораторных занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части курса. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также технология модульного обучения и коллективного взаимообучения (парная работа трех видов: статическая пара, динамическая пара, вариационная пара).

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность студентов заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей практической деятельности. Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной

проработке тем в процессе выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку к контрольной работе и итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов интерактивного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.
- проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студентов за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения.
- индивидуальное обучение – выстраивание студентами собственных образовательных траекторий на основе формирования индивидуальных учебных планов и про-грамм с учетом интересов и предпочтений студентов.
- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте конкретной решаемой задачи.
- опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1 Горшков, В. И. Основы физической химии : учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 410 с. — ISBN 978-5-00101-539-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97412> .

б) Дополнительная литература:

1. Белов, Н. А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем : учебное пособие / Н. А. Белов. — Москва : МИСИС, 2007. — 360 с. — ISBN 978-5-87623-174-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1828> .

2. Чурюмов, А. Ю. Металловедение. Методические указания по использованию тренинговой системы для построения и анализа диаграмм состояния : методические указания / А. Ю. Чурюмов, С. В. Медведева, А. Н. Солонин. — Москва : МИСИС, 2013. — 44 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117271>).

3. Теплофизика , теплотехника , теплообмен : Тепломассоперенос . Топливо и

огнеупоры : учебное пособие / В. А. Арутюнов, В. А. Капитанов, И. А. Левицкий, С. Н. Шибалов. — Москва : МИСИС, 2007. — 136 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117074>

в) Методические указания:

1. Смирнов, А. Н. Определение свойств глинистого сырья : практикум / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3819.pdf&show=dcatalogues/1/1530255/3819.pdf&view=true> .

2. Свечникова Н.Ю., Смирнов А.Н., Юдина С.В. Методические указания: для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физическая химия пирометаллургических процессов» для студентов всех специальностей всех форм обучения. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2015, 29 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория физической химии» оснащена лабораторным оборудованием:
 - лабораторное оборудование (химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, магнитные мешалки, эл. плитки.);
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся
Содержание теоретического раздела дисциплины
(самостоятельное изучение)**

1. Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем и их информативности. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния соединений, имеющих несколько полиморфных модификаций. Элементы строения диаграмм и правила работы с ними. Полиморфизм. Диаграмма состояния SiO_2 ; последовательность фазовых превращений, характеристика полиморфных форм, отклонение от равновесных состояний, значение системы для химии и технологии силикатов. Двухкомпонентные системы. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния двухкомпонентных систем различных типов. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в двухкомпонентных системах. Явление ликвации. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем: $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{MgO} - \text{SiO}_2$. Характеристика бинарных соединений в этих системах: мета- и ортосиликаты натрия и кальция, алит, муллит, энстатит, форстерит. Трехкомпонентные системы. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния трехкомпонентных систем различных типов. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в трехкомпонентных системах. Трехкомпонентные системы: $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$. Характеристика тройных соединений в этих системах.

2. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии. Природа химической связи в силикатных и других тугоплавких соединениях. Электронное строение атомов кремния и кислорода, гибридизация связей, геометрия, тип и характер связей Si-O и Si-O-Si. Особенности строения кристаллических силикатов. Природные и технические силикаты с различным типом кремнекислородного мотива. Изоморфные замещения в силикатах. Основные положения кристаллохимии силикатов. Структура тугоплавких оксидов, карбидов, боридов, нитридов и силицидов.

3. Понятие о твердофазных реакциях. Особенности твердофазных реакций и факторы, влияющие на их скорость. Многостадийность твердофазных реакций. Кинетика твердофазных реакций (диффузионные модели, модели зародышеобразования; модели реакций, лимитируемые химическим актом).

4. Твердофазные процессы, их особенности и значение для технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Спекание, сущность, признаки и движущая сила процесса. Виды спекания. Механизм твердофазного спекания. Теория Пинеса. Факторы, влияющие на спекание; изменение свойств материала в процессе спекания

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 1: Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы;

Лабораторная работа № 2: Гравиметрическое исследование кинетики диссоциации карбоната кальция.

Формулировка индивидуального задания №1

Рассмотреть кристаллизацию двух тройных сплавов заданного состава.

В таблице 1 приведены составы сплавов согласно предложенным вариантам.

1. Построить кристаллизационные кривые сплавов.

2. Определить температуру ликвидус, солидус, температуру начала кристаллизации двух фаз и построить предполагаемую кривую охлаждения сплавов из жидкого состояния до полного отвердевания.

3. Определить относительное количество фаз в затвердевшем сплаве.

Состав сплавов для рассмотрения их кристаллизации.

Вариант	Сплав 1			Сплав 2		
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
1	20	20	60	80	5	15
2	20	35	45	80	8	12
3	15	60	25	80	7	13
4	23	47	30	70	10	20
5	25	50	25	70	14	16

Примерные вопросы для собеседования по темам:

Тема 1. Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Трехкомпонентные системы.

1. Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем и их информативности.
2. Однокомпонентные системы.
3. Диаграммы состояния соединений, имеющих несколько полиморфных модификаций.
4. Элементы строения диаграмм и правила работы с ними.
5. Полиморфизм.
6. Диаграмма состояния SiO₂; последовательность фазовых превращений, характеристика полиморфных форм, отклонение от равновесных состояний, значение системы для химии и технологии силикатов.
7. Двухкомпонентные системы.
8. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния двухкомпонентных систем различных типов.
9. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в двухкомпонентных системах.
10. Явление ликвации.
11. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем: Na₂O - SiO₂, CaO - SiO₂, Al₂O₃ - SiO₂, MgO - SiO₂.
12. Характеристика бинарных соединений в этих системах: мета- и ортосиликаты натрия и кальция, алит, муллит, энстатит, форстерит.
13. Трехкомпонентные системы.
14. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния трехкомпонентных систем различных типов.
15. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в трехкомпонентных системах.
16. Трехкомпонентные системы: CaO - Al₂O₃ - SiO₂, MgO - Al₂O₃ - SiO₂, CaO - MgO - SiO₂.
17. Характеристика тройных соединений в этих системах.

Тема 2. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.

1. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.
2. Природа химической связи в силикатных и других тугоплавких соединениях.
3. Электронное строение атомов кремния и кислорода, гибридизация связей, геометрия, тип и характер связей Si-O и Si-O-Si.
4. Особенности строения кристаллических силикатов.

5. Природные и технические силикаты с различным типом кремнекислородного мотива.
6. Изоморфные замещения в силикатах.
7. Основные положения кристаллохимии силикатов.
8. Структура тугоплавких оксидов, карбидов, боридов, нитридов и силицидов.

Тема 3. Понятие о твердофазных реакциях.

1. Понятие о твердофазных реакциях.
2. Особенности твердофазных реакций и факторы, влияющие на их скорость.
3. Многостадийность твердофазных реакций.
4. Кинетика твердофазных реакций (диффузионные модели, модели зародышеобразования; модели реакций, лимитируемые химическим актом).
5. В каких технологических процессах происходит термическая диссоциация CaCO_3 ?
6. Дайте определение термину «упругость диссоциации карбоната».
7. В чем заключается отличие констант равновесия K_a и K_p ?
8. В каком случае значения K_p и упругости диссоциации CaCO_3 численно совпадают?
9. С какой целью перед опытом вакуумируют рабочую установку?
10. Термодинамика образования и диссоциация карбонатов; температуры начала.
11. Термодинамика горения твердого топлива
12. Как влияет степень дисперсности карбоната и извести на упругость диссоциации CaCO_3 .

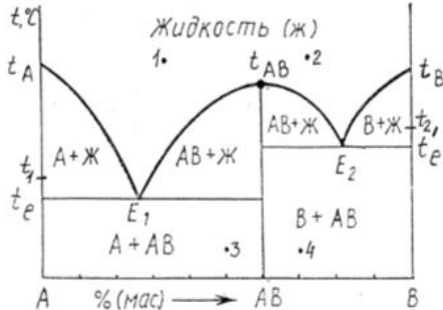
Тема 4. Твердофазные процессы, их особенности и значение для технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

1. Твердофазные процессы, их особенности и значение для технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
2. Спекание, сущность, признаки и движущая сила процесса.
3. Виды спекания.
4. Механизм твердофазного спекания.
5. Факторы, влияющие на спекание; изменение свойств материала в процессе спекания.

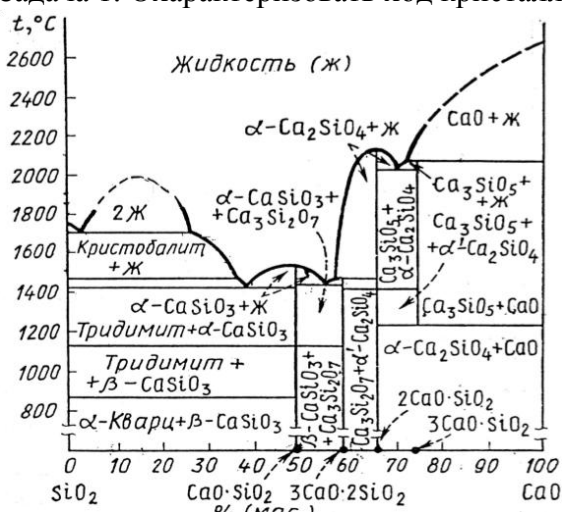
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире		
Знать	- основы физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, особенности изучаемых материалов, типовые процессы и оборудование химической технологии силикатных материалов	<p>Список вопросов для проведения экзамена по дисциплине «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»</p> <p>Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем и их информативности.</p> <p>Однокомпонентные системы.</p> <p>Диаграммы состояния соединений, имеющих несколько полиморфных модификаций.</p> <p>Элементы строения диаграмм и правила работы с ними.</p> <p>Полиморфизм.</p> <p>Диаграмма состояния SiO₂; последовательность фазовых превращений, характеристика полиморфных форм, отклонение от равновесных состояний, значение системы для химии и технологии силикатов.</p> <p>Двухкомпонентные системы.</p> <p>Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния двухкомпонентных систем различных типов.</p> <p>Правило рычага и его применение для количественных расчетов в двухкомпонентных системах.</p> <p>Явление ликвации.</p> <p>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем: Na₂O - SiO₂, CaO - SiO₂, Al₂O₃ - SiO₂, MgO - SiO₂.</p> <p>Характеристика бинарных соединений в этих системах: мета- и ортосиликаты натрия и кальция, алит, муллит, энстатит, форстерит.</p> <p>Трехкомпонентные системы.</p> <p>Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния трехкомпонентных систем различных типов.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Правило рычага и его применение для количественных расчетов в трехкомпонентных системах.</p> <p>Трехкомпонентные системы: CaO - Al₂O₃ - SiO₂, MgO - Al₂O₃ - SiO₂, CaO - MgO - SiO₂.</p> <p>Характеристика тройных соединений в этих системах.</p>
Уметь	<p>-применять различные методы теоретического и экспериментального исследования физико-химических свойств тугоплавких неметаллических материалов;</p> <p>-проводить качественные и количественные расчеты по диаграммам состояния двух- и трехкомпонентных систем;</p> <p>-прогнозировать вероятные ситуации соотношения фаз и структуры материалов, используя однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные системы.</p>	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <p>Задача 1. Для расплавов, соответствующих точкам 1 и 2, определить:</p> <p>1) их концентрацию; 2) температуры начала и окончания кристаллизации; 3) что образуется и в каком количестве при охлаждении расплавов до температур t_1 и t_2.</p> 
Владеть	<p>-навыками экспериментального исследования основных физико-химических свойств силикатных материалов, сырья и готовой продукции;</p> <p>-навыками определения минерального состава природных силикатов и глин, используя комплексный термический и рентгеновский методы исследования.</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</p> <p>Для смесей, соответствующих точкам 1 – 8, изображенных на рис., определить: 1) какие фазы и в каком количественном соотношении будут находиться в равновесии при нагревании смесей до температуры 1200 °С.; 2) при какой температуре начнется и закончится плавление смесей.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		
Знать	<p>-основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий;</p> <p>-основные физико-химические методы анализа структуры и свойств силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.</p>	<p>Контрольные вопросы для самопроверки:</p> <p>Понятие о твердофазных реакциях.</p> <p>Особенности твердофазных реакций и факторы, влияющие на их скорость.</p> <p>Многостадийность твердофазных реакций.</p> <p>Кинетика твердофазных реакций (диффузионные модели, модели зародышеобразования; модели реакций, лимитируемые химическим актом).</p> <p>В каких технологических процессах происходит термическая диссоциация CaCO_3? Дайте определение термину «упругость диссоциации карбоната».</p> <p>В чем заключается отличие констант равновесия K_a и K_p?</p> <p>В каком случае значения K_p и упругости диссоциации CaCO_3 численно совпадают?</p> <p>С какой целью перед опытом вакуумируют рабочую установку?</p> <p>Термодинамика образования и диссоциация карбонатов; температуры начала.</p> <p>Термодинамика горения твердого топлива</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Как влияет степень дисперсности карбоната и извести на упругость диссоциации CaCO_3 .
Уметь	<p>-выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;</p> <p>-использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач.</p>	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <p>Задача 1. Охарактеризовать ход кристаллизации расплавов, содержащих 10 % CaO.</p>  <p>The diagram is a phase diagram for the CaO-SiO2 system. The y-axis represents temperature (t, °C) from 800 to 2600. The x-axis represents composition in terms of molar fractions of SiO2, CaO·SiO2, 3CaO·2SiO2, and CaO. Key features include: <ul style="list-style-type: none"> A eutectic reaction at approximately 1400°C between α-CaSiO3 and liquid (Ж). A congruent melting point for α-Ca2SiO4 at approximately 2000°C. Regions for various silicates: α-CaSiO3, β-CaSiO3, α-Ca2SiO4, Ca3SiO5, and Ca3Si2O7. Regions for liquid (Ж) and various solid solutions. </p>
Владеть	<p>-методами исследование фазового состава, микро- и макроструктуры неметаллических материалов;</p> <p>-методами анализа диаграмм состояния силикатных и тугоплавких систем;</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</p> <p>Задача 1. Описать ход кристаллизации расплава $\text{CaO} = 10\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10\%$, $\text{SiO}_2 = 80\%$. Определить начало и окончание кристаллизации расплава. Определить концентрацию жидкой фазы в момент выпадения первых 20 % кристаллов кремнезема.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена. Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.