


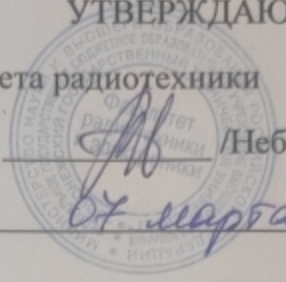
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники

и электроники  /Небольсин В.А./

 07 марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология тугоплавких и обжиговых композитов»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Профиль Функциональные материалы

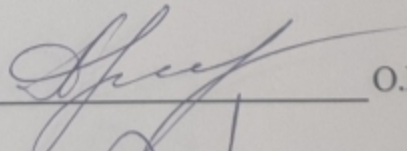
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

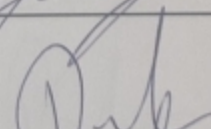
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

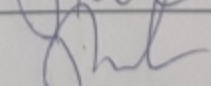
Автор программы

 О.В. Артамонова

Заведующий кафедрой
Химии и химической
технологии материалов

 О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

 О.Б. Рудаков

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины обучение студентов важнейшим теоретическим и практическим представлениям об основных физико-химических процессах, происходящих в силикатных и других тугоплавких материалах в технологическом цикле их получения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение знаний о влиянии кристаллохимического строения минералов на свойства силикатных и тугоплавких материалов;
- приобретение знаний о выборе оптимальных условий проведения технологических процессов, с целью создания материалов с заданными свойствами;
- приобретение практических навыков и умения проведения научно-исследовательских работ в области производства керамических и огнеупорных материалов и изделий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология тугоплавких и обжиговых композитов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология тугоплавких и обжиговых композитов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения

ПК-6 - Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов

ПК-8 - Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры материала на его свойства, взаимодействие материала с окружающей средой, механическими и физическими нагрузками

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать основные типы современных тугоплавких и обжиговых композитов
	Уметь обосновывать принципы выбора тугоплавких и обжиговых композитов для эксплуатации в заданных условиях
	Владеть методикой подбора тугоплавких и обжиговых композитов с учетом требований технологичности,

	экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения
ПК-6	знать основные методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов
	уметь моделировать физические и химические процессы для оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов
	владеть методами прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов
ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования тугоплавких и обжиговых композитов
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования тугоплавких и обжиговых композитов
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных тугоплавких и обжиговых композитов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология тугоплавких и обжиговых композитов» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	80	80
В том числе:		
Лекции	40	40
Лабораторные работы (ЛР)	40	40
Самостоятельная работа	100	100
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----	------------

1	Структура и свойства силикатов в кристаллическом состоянии	Кремний и его соединения. Структуры силикатов с кремнекислородными мотивами конечных и бесконечных размеров.	8	8	16	32
2	Основные понятия учения о фазовых равновесиях	Правило фаз Гиббса. Основные типы диаграмм состояния трехкомпонентных систем и правила работы с ними.	8	8	16	32
3	Структура и свойства силикатов в жидком и стеклообразном состоянии	Строение силикатных расплавов. Алюмокремниевые комплексы. Вязкость силикатных расплавов. Влияние величины вязкости на скорость химических процессов, протекающих в расплавленных системах. Роль добавок. Условия стеклообразования. Основные разновидности стекол. Роль стеклообразного состояния в технологии силикатных материалов.	6	6	16	28
4	Структура и свойства силикатов в высокодисперсном состоянии	Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных материалах. Структурно-механические свойства силикатных высокодисперсных систем.	6	6	16	28
5	Физико-химические основы процессов синтеза силикатов	Физико-химические основы твердофазных реакций. Факторы, влияющие на скорость данных реакций. Кинетика реакций в твердом состоянии. Уравнение В. Яндера. Механизм реакций в твердом состоянии. Процессы спекания. Поверхностная энергия. Механизм процесса спекания. Диффузное (твердофазное) и жидкостное спекание. Факторы, влияющие на процессы спекания.	6	6	18	30
6	Основы нанотехнологии оксидных систем	Химия и технология нанодисперсных оксидов – наноразмерный кремнезем. Процессы спекания и их значения в технологии силикатных материалов	6	6	18	30
Итого			40	40	100	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Изучение фазовых равновесий и диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.
2. Изучение фазовых равновесий и диаграмм состояния трехкомпонентных систем.
3. Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига.
4. Определение фазового состава продуктов обжига кварцитов.
5. Определение фазового состава, размера частиц и параметров решетки наноразмерных керамических композиций.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Исследование фазового состава, размеров частиц и параметров кристаллической решетки нанокерамических композиций на основе ZrO_2 »

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- синтез наноразмерных и устойчивых во времени прекурсоров для нанокерамических композиций;

- изучение фазового состава и микроструктуры нанокерамических композиций на основе ZrO_2 ;
- определение размеров частиц и параметров кристаллической решетки нанокерамических композиций на основе ZrO_2 .

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать основные типы современных тугоплавких и обжиговых композитов	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь обосновывать принципы выбора тугоплавких и обжиговых композитов для эксплуатации в заданных условиях	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методикой подбора тугоплавких и обжиговых композитов с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	знать основные методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь моделировать физические и химические процессы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	для оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов		рабочих программах	в рабочих программах
	владеть методами прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования тугоплавких и обжиговых композитов	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования тугоплавких и обжиговых композитов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных тугоплавких и обжиговых композитов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	Знать основные типы современных тугоплавких и обжиговых композитов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь обосновывать принципы выбора тугоплавких и обжиговых композитов для эксплуатации в заданных условиях	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методикой подбора тугоплавких и	Решение прикладных задач в	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	обжиговых композитов с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения	конкретной предметной области	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
ПК-6	знать основные методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь моделировать физические и химические процессы для оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств тугоплавких и обжиговых композитов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования тугоплавких и обжиговых композитов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования тугоплавких и обжиговых композитов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

различных классах современных тугоплавких и обжиговых композитов	области	верные ответы	верный ответ во всех задачах	задач	
--	---------	---------------	------------------------------	-------	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Для атома кремния наиболее характерен тип гибридизации...
1) о sp^2 2) о sp^3 3) о sp 4) о spd^2
- Основной структурной единицей кремнезема любой модификации является
1) о тетраэдрические группы $[SiO_4]^{4-}$ 2) о группа $[Si_2O_5]^{2-}$
3) о алюмоокислородная группа $[AlSi_3O_{10}]^{5-}$ 4) о радикал $[Si_2O_7]^{6-}$
- При анализе тройной диаграммы первично выпадающей при кристаллизации фазой будут кристаллы того соединения
1) о в поле первичной кристаллизации которого лежит точка состава исходного расплава
2) о которое располагается в ближайшей вершине треугольника
3) о которое располагается в вершине элементарного треугольника
4) о которое лежит на кривой кристаллизации
- Плавление – это процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое, он является
1) о экзотермическим 2) о эндотермическим 3) о изотермическим
4) о адиабатным
- Зависимость вязкости расплавов от температуры описывается уравнением Френкеля, которое имеет вид
1) о $\eta = Ae^{\frac{E\eta}{RT}}$ 2) о $\eta = \frac{F/S}{dv/dx}$ 3) о $F = \eta \cdot \frac{v_1 - v_2}{x} \cdot S$ 4) о $D = k \cdot T \cdot B$
- Стеклом называется
1) о неорганический продукт плавления, охлажденный до твердого состояния без кристаллизации
2) о некоторые аморфные тела
3) о переохлажденный расплав
4) о кристаллическое вещество
- Уравнение В. Яндера описывающее кинетику твердофазных реакций имеет вид
1) о $\frac{dx}{dt} = \frac{k_2}{x}$ 2) о $\frac{d}{dt} = \frac{k_2}{x}$ 3) о $\frac{dx}{dt} = \frac{k}{x}$ 4) о $D = \frac{k_2}{x}$
- Керамические материалы это
1) о любые поликристаллические материалы
2) о пористые материалы различной природы
3) о металлические и неметаллические поликристаллические материалы
4) о неметаллические поликристаллические материалы

9. Оксиды состава ЭО_2 и $\text{Э}_2\text{O}_5$ являются

- 1) о нестеклообразующими 2) о стеклообразующими
3) о элементарными 4) о промежуточными

10. К критериям стеклообразования (по В. Захариассену) относятся

- 1) каждый ион кислорода должен быть связан не более чем с двумя катионами
2) координационное число окруженных ионами кислорода центральных катионов равно 2
3) кислородные многогранники могут связываться друг с другом через общие углы таким образом, что образуются трехмерные пространственные решетки
4) каждый многогранник должен быть связан с другими

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Структуры с одномерными (бесконечными в одном измерении) цепочками или лентами из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ имеют следующие кремнекислородные мотивы

- 1) $[\text{SiO}_4]^{4-\infty}$ 2) $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-\infty}$ 3) $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ 4) $[\text{SiO}_3]^{2-\infty}$

2. Конечными продуктами кристаллизации являются те три соединения, точки составов которых лежат

- 1) о в вершинах элементарного треугольника, внутри которого находится точка состава исходного расплава
2) о в вершинах элементарного треугольника
3) о в вершинах треугольника концентраций
4) о в вершинах смежного элементарного треугольника

3. Стеклообразно состояние характеризуется следующими физико-химическими особенностями

- 1) избыточным запасом внутренней энергии 2) изотропностью
3) определенной температурой плавления 4) монотропностью

4. Расчет изменения стандартной энергии Гиббса твердофазной реакции можно провести с помощью фундаментального соотношения

- 1) $\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 + T \cdot \Delta S_T^0$ 2) $\Delta H_T^0 = \Delta G_T^0 - T \cdot \Delta S_T^0$
3) $\Delta G_T^0 = \Delta S_T^0 - T \cdot \Delta H_T^0$ 4) $\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T \cdot \Delta S_T^0$

5. Важнейшим параметром, определяющим скорость диффузии, является коэффициент диффузии D , он зависит от

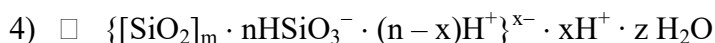
- 1) температуры 2) строения исходных реагентов
3) теплового эффекта 4) скорости реакции

6. К факторам влияющим на процесс спекания относятся

- 1) наличие воды 2) температура и время спекания
3) характер газовой фазы 4) степень дисперсности исходного порошка

7. Схема строения мицеллы кремниевой кислоты имеет вид

- 1) $\{[\text{SiO}_2]_m \cdot n\text{SiO}_3^{2-} \cdot 2(n-x)\text{H}^+ \cdot y\text{H}_2\text{O}\}^{2x-} \cdot 2x\text{H}^+ \cdot z\text{H}_2\text{O}$
2) $\{[\text{SiO}_2]_m \cdot n\text{HSiO}_3^- \cdot (n-x)\text{H}^+ \cdot y\text{H}_2\text{O}\}^{x-} \cdot x\text{H}^+ \cdot z\text{H}_2\text{O}$
3) $\{[\text{SiO}_2]_m \cdot n\text{HSiO}_3^- \cdot (n-x)\text{H}^+ \cdot y\text{H}_2\text{O}\}^{x-} \cdot x\text{H}^+$



8. К электроповерхностным явлениям, связанным с относительным перемещением фаз и называемых электрокинетическими, относят

- 1) электроосмос 2) седиментация 3) криоскопия 4) коагуляция

9. Силикатные стекла относятся к типу

- 1) о элементарных 2) о оксидных 3) о галогенидных 4) о смешанных

10. К факторам влияющим на процесс спекания относятся

- 1) наличие воды 2) температура и время спекания
3) характер газовой фазы 4) степень дисперсности исходного порошка

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Структуру с изолированными одиночными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (островные структуры) имеют силикаты

- 1) белит $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$ 2) форстерит $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$
3) диортосиликаты 4) энстатит $\text{Mg}[\text{SiO}_3]$

2. Структуру с двумерными слоями (кремнекислородный слой гексагонального типа) имеет минерал

- 1) о каолинит $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ 2) о белит $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$
3) о энстатит $\text{Mg}[\text{SiO}_3]$ 4) о кварц

3. Структуры с трехмерным непрерывным каркасом из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (каркасные структуры) имеют

- 1) тридимит 2) кварц 3) кристобалит 4) каолинит

4. Стабильными при (н.у.) являются модификации SiO_2

- 1) α -кварц 2) β -кварц 3) β -кристобалит 4) β -тридимит

5. Существуют следующие модификации глинозема

- 1) α - Al_2O_3 2) β - Al_2O_3 3) γ - Al_2O_3 4) β - SiO_2

6. По мере увеличения дисперсной фазы в высокодисперсных системах формирование структуры сопровождается переходом

- 1) о золь – гель – твердое тело 2) о гель – золь – твердое тело
3) о структурированная жидкость – гель – золь 4) о твердое тело – золь – гель

7. Твердофазное спекание осуществляется за счет

- 1) о переноса вещества в твердой фазе в отсутствие жидкости и без участия газовой фазы
2) о переноса вещества в твердой фазе под действием давления
3) о переноса вещества в твердой фазе в присутствие жидкости
4) о переноса вещества в твердой фазе в присутствие газовой фазы

8. Основным внешним параметром, оказывающим влияние на ход твердофазного взаимодействия является

- 1) о температура 2) о природа веществ 3) о давление 4) о состав расплава

9. Для ускорения твердофазных реакций в реакционную смесь вводят
- 1) о ингибиторы
 - 2) о минерализаторы
 - 3) о органические вещества
 - 4) о сажу
10. Основными характеристиками степени спекания являются
- 1) абсолютная плотность
 - 2) относительная плотность
 - 3) относительная пористость
 - 4) состав материала

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Кремний и его соединения. Кислородные соединения кремния. Общая характеристика силикатов.
2. Общие сведения о структуре силикатов, основная структурная единица. Кремнекислородные мотивы. Структурная классификация силикатов.
3. Структуры силикатов с кремнекислородными мотивами конечных размеров: структура силикатов с изолированными одиночными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (островные структуры); структура силикатов с группами из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ конечных размеров.
4. Структуры силикатов с кремнекислородными мотивами бесконечных размеров: структуры с одномерными (бесконечными в одном измерении) цепочками или лентами из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ - цепочечные и ленточные структуры; структуры с двумерными слоями из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ – слоистые структуры.
5. Структура силикатов с кремнекислородными мотивами бесконечных размеров: структуры с трехмерным непрерывным каркасом из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ - каркасные структуры.
6. Основные понятия учения о фазовых равновесиях. Система. Параметры системы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы: SiO_2 , Al_2O_3 , MgO .
7. Основные типы диаграмм состояния трехкомпонентных систем и правила работы с ними. Характеристика соединений трехкомпонентных систем: $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$
8. Строение силикатных расплавов. Алюмокремниевые комплексы. Факторы, влияющие на их размеры. Вязкость силикатных расплавов. Влияние величины вязкости на скорость химических процессов, протекающих в расплавленных системах. Роль добавок. Энергия активации вязкого течения – E_η силикатных расплавов. Зависимость E_η от температуры.
9. Структура и свойства силикатов в стеклообразном состоянии. Условия

стеклообразования. Основные разновидности стекол. Роль стеклообразного состояния в технологии силикатных материалов.

10. Силикаты в высокодисперсном состоянии. Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных материалах. Структурно-механические свойства силикатных высокодисперсных систем.
11. Физико-химические основы твердофазных реакций. Факторы, влияющие на скорость данных реакций. Кинетика реакций в твердом состоянии. Уравнение В. Яндера.
12. Механизм реакций в твердом состоянии (образование двухкальциевого силиката). Влияние отдельных факторов на твердофазные реакции (диффузный, площадь контактов и др.).
13. Процессы спекания. Поверхностная энергия. Механизм процесса спекания. Диффузное (твердофазное) и жидкостное спекание.
14. Химия и технология нанодисперсных оксидов – наноразмерный кремнезем.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Структура и свойства силикатов в кристаллическом состоянии	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
2	Основные понятия учения о	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита

	фазовых равновесиях		лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
3	Структура и свойства силикатов в жидком и стеклообразном состоянии	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
4	Структура и свойства силикатов в высокодисперсном состоянии	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
5	Физико-химические основы процессов синтеза силикатов	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
6	Основы нанотехнологии оксидных систем	ПК-5, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Рабухин А.И. *Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений [Текст]: учеб. для студентов вузов / А.И. Рабухин – М.: Инфра – М., 2004. – 302 с.*

2. Сулименко Л.М. *Общая технология силикатов [Текст]: учеб. для студентов вузов / Л.М. Сулименко – М.: Инфра – М., 2004. – 334 с.*

3. Артамонова О.В. *Химия твердого тела : учебное пособие / О.В. Артамонова. - Химия твердого тела. 2031-06-07. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 168 с.*

4. *Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Нанотехнологии и специальные материалы ; 2023-07-26. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 336 с.*

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Химический каталог. Общая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
2. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
3. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
4. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>
Артамонова О.В. *Химия твердого тела : учебное пособие / Артамонова О.В.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-4497-1125-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108355.html> (дата обращения: 03.01.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108355>*

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Весы технические, весы аналитические, химреактивы, химическая посуда, аквадистиллятор, хроматограф 111, автоматические титраторы, магнитная мешалка, колориметр фотоэлектрический кфк-3, сканирующие зондовые микроскопы "nanoeeducator" (бизнес-инкубатор), сушильный шкаф, электропечь SNOL, иономер И-160, стенды, кино- и видеофильмы, диапроекторы, видеопроектор, компьютер с 2-х или 4-х ядерным процессором, пакет программ HyperChem 6.0, дифрактометр рентгеновский ДРОН-4-07, дериватограф Paulik-Paulik-Erdey Q-1500С, прибор для определения удельной поверхности ПСХ-8.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технология тугоплавких и обжиговых композитов» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения

<p>работа</p>	<p>учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП