

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БГТУ
Сакович А.А.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
В МАГИСТРАТУРУ БГТУ
для специальности углубленного высшего образования
7-06-0711-04
«Инновационные технологии силикатных строительных материалов и
изделий»

Минск, 2025

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-04 «Инновационные технологии силикатных строительных материалов и изделий» разработана в соответствии с приказом ректора БГТУ от 14.02.2025 № 102 «Об организации проведения вступительных испытаний и дополнительных собеседований в 2025 году».

Программа составлена на основе: учебных программ БГТУ по учебным дисциплинам, модулям специальности либо группам специальностей образовательной программы бакалавриата, соответствующим специальности образовательной программы магистратуры 7-06-0711-04 «Инновационные технологии силикатных строительных материалов и изделий».

СОСТАВИТЕЛИ:

Павлюкевич Ю.Г. – заведующий кафедрой технологии стекла, керамики и вяжущих материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент;

Трусова Е.Е. – доцент кафедры технологии стекла, керамики и вяжущих материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент.

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-04 «Инновационные технологии силикатных строительных материалов и изделий» рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры технологии стекла, керамики и вяжущих материалов.

Протокол заседания кафедры № 7 от 14.02.2025

Заведующий кафедрой
технологии стекла, керамики и вяжущих материалов
кандидат технических наук, доцент

Ю.Г. Павлюкевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0711-04 «Инновационные технологии силикатных строительных материалов и изделий» состоит из 2-х блоков: вступительное испытание и дополнительное собеседование.

Для получения углубленного высшего образования в БГТУ могут поступать лица, имеющие высшее образование, общее высшее или специальное высшее образование, подтвержденное соответствующим документом об образовании. Профили образования, направления образования, группы специальностей, специальности образовательной программы бакалавриата и непрерывной образовательной программы высшего образования ОКРБ 011-2022 «Специальности и квалификации» для освоения содержания образовательной программы магистратуры определяются в соответствии с Правилами приема лиц для получения углубленного высшего образования, утвержденными Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.09.2022 № 574.

Количество вступительных испытаний – 1

Вступительные испытания проводятся по программе вступительных испытаний, разработанные кафедрой БГТУ технологии стекла, керамики и вяжущих материалов

Форма проведения вступительного испытания – устная

Вступительное испытание проводится для граждан Республики Беларусь.

Дополнительное собеседование проводится для иностранных граждан.⁵

Критерии оценок вступительного испытания для получения углубленного высшего образования по специальности 7-06-0711-04 «Инновационные технологии силикатных строительных материалов и изделий»

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает следующие критерии:

10 баллов – ПРЕВОСХОДНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;

9 баллов – ОТЛИЧНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

8 баллов – ПОЧТИ ОТЛИЧНО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;

7 баллов – ОЧЕНЬ ХОРОШО:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

6 баллов – ХОРОШО:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;
- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

5 баллов – ПОЧТИ ХОРОШО:

- достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

4 балла – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;

3 балла – ПОЧТИ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы без существенных логических ошибок;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины;

2 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых логических ошибок;

1 балл – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- отсутствие знаний и компетенции в рамках программы вступительного испытания;

0 баллов – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

- отказ от ответа.

I. ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ.

Вступительное испытание по дисциплине специальности: «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

Темы вступительных испытаний

1 Физико-химические свойства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Кристаллические и аморфные твердые тела, их общая характеристика, особенности строения. Классификация тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Строение кристаллических твердых тел. Типы химической связи, энергия связи. Классификация кристаллов по типу химической связи. Химические связи в силикатах. Реальная структура кристаллов. Дефекты в твердых телах, их классификация. Точечные дефекты (тепловые, радиационные и стехиометрические), термодинамические аспекты их образования. Линейные дефекты: краевая, винтовая и смешанная дислокации. Поверхностные и объемные дефекты, механизмы образования пор и трещин. Диффузионная подвижность дефектов и перенос вещества. Механизмы диффузии и самодиффузии. Структура аморфных твердых тел. Стеклообразное состояние вещества.

Уровни структуры тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Микро-, макроструктура и текстура материалов, их влияние на свойства.

Физико-химические основы получения твердых материалов.

Физико-химические свойства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

2 Учения о фазовых равновесиях.

Основы фазовых равновесий. Понятие о фазах, компонентах, степенях свободы, независимых переменных. Гомогенные и гетерогенные системы. Равновесные и метастабильные состояния. Правило фаз Гиббса. Порядок построения диаграмм состояния на основе правила фаз Гиббса. Выбор оксидов как компонентов. Общие понятия о диаграммах состояния и задачи, решаемые с их помощью.

3 Диаграммы состояния однокомпонентных систем.

Основные типы диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграмма состояния с энантиотропным полиморфным превращением. Понятие о тройных инвариантных точках. Равновесные и неравновесные превращения. Система с монотропным превращением. Диаграмма состояния SiO_2 . Основные полиморфные формы.

4 Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.

Применение правила фаз в двухкомпонентных системах. Основные элементы диаграмм состояния. Двухкомпонентная система с эвтектикой. Построение схем фазовых переходов при нагревании и охлаждении.

Количественное определение соотношения образовавшихся фаз (правило рычага).

Система с конгруэнтно плавящимся соединением. Схемы фазовых превращений в системе. Эвтектики в системе.

Система с инконгруэнтно плавящимся соединением. Понятие о перитектике и процессах, происходящих при температуре перитектики. Явление резорбции. Построение схем фазовых превращений в системе.

Системы с химическими соединениями, разлагающимися в твердом виде. Границы устойчивости соединений.

Система с ограниченной растворимостью в жидком состоянии – ликвацией. Термодинамические основы ликвации. Понятие о стабильной и метастабильной ликвации. Механизмы фазового разделения в жидком состоянии. Формы проявления ликвации. Вторичная ликвация.

Система с неограниченной растворимостью в твердом состоянии. Понятие о твердых растворах. Определение составов равновесных фаз при различных температурах и концентрациях компонентов.

Система с ограниченной растворимостью в твердом состоянии с эвтектикой и перитектикой.

5 Диаграммы состояния многокомпонентных систем.

Применение правила фаз в трехкомпонентных системах. Треугольник концентраций Гиббса и свойства линий треугольника, параллельных одной из сторон треугольника и исходящих из вершины. Пространственная и проекционная диаграмма состояния трехкомпонентной системы. Поля кристаллизации. Принципы построения путей кристаллизации. Пограничные кривые. Характеристика тройной эвтектики. Применение правила рычага в трехкомпонентных системах для определения количественного соотношения фаз при заданной температуре.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы без химических соединений и твердых растворов. Изотермы ликвидуса и определение температур начала и конца кристаллизации.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, плавящимся конгруэнтно. Правило соединительной прямой. Элементарные фазовые треугольники и их определение. Пути кристаллизации в системе.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, плавящимся инконгруэнтно. Типы пограничных кривых в системе. Характеристика точки двойного подъема. Построение путей кристаллизации в системе. Определение конечной точки кристаллизации.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, разлагающимся в твердом виде. Определение точки двойного опускания. Элементарные треугольники в системе. Построение путей кристаллизации в системе и определение их направления после точки двойного опускания. Полиморфные превращения в трехкомпонентной системе.

Диаграммы состояния трехкомпонентных систем с расслоением в жидкой фазе (ликвация).

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с образованием твердых

растворов. Пространственная и проекционная диаграммы. Условное обозначение твердых растворов в тройных системах. Построение путей кристаллизации. Нахождение конечной точки кристаллизации и определение состава остаточной жидкой фазы.

6 Кристаллические силикаты.

Кристаллохимические принципы строения кристаллических веществ. Ионные кристаллы. Ионные радиусы катионов и их координационные числа. Схемы координационных структур различной степени устойчивости. Пределы отношений ионных радиусов для различных координационных чисел.

Общие понятия о силикатах. Основные структурные единицы в силикатах и их строение. Тип химической связи Si-O и ее прочность. Понятие о кремнекислородных радикалах и изоморфные замещения в них. Написание химических и структурных формул силикатов.

Классификация структур кристаллических силикатов. Характеристика отдельных типов структур. Островные силикаты – орто- и диортосиликаты. Силикаты с комплексами тетраэдров конечных размеров (кольцевые). Силикаты с кремнекислородными бесконечными одномерными мотивами (цепочечные и ленточные). Силикаты с двумерными слоями (слоистые структуры). Силикаты с трехмерным непрерывным каркасом. Особенности строения силикатов с крупными катионами.

Твердые растворы и их типы. Условия образования твердых растворов замещения.

7 Строение силикатных расплавов.

Особенности стеклообразного состояния. Графическая зависимость свойств стеклообразных веществ от температуры. Условия стеклообразования для оксидов – кристаллохимические (Захариасен) и энергетические (Сан, Роусон). Скорость охлаждения как фактор, определяющий стеклообразующую способность. Кинетика стеклообразования.

Строение силикатных стекол. Теория непрерывной беспорядочной структурной сетки Захариасена–Уоррена. Строение сложных стекол. Степень связности структурной сетки и положение ионов-модификаторов в ней. Координационный принцип расположения ионов в структурной сетке стекла.

8 Стеклообразные силикаты.

Особенности жидкого состояния. Изменение структуры расплавов с температурой. Релаксационные процессы в силикатных расплавах.

Структурные комплексы в расплавах силикатов. Факторы, определяющие размеры кремнекислородных комплексов. Причины расслаивания в расплавах. Влияние температуры на устойчивость кремнекислородных комплексов. Роль расплавов в производстве силикатных материалов.

9 Механизм и последовательность реакций в твердом состоянии

Твердофазовые реакции и их классификация. Диффузия при реакциях в твердом состоянии. Кинетика реакций в твердом состоянии. Влияние отдельных факторов на скорость твердофазовых реакций: дисперсность, температура, газовая и жидкая фаза, активное состояние компонентов.

10 Термодинамика силикатов

Закономерность протекания реакций по Тамману и Хедвалу. «Элементарные» процессы при нагревании. Механизм протекания твердофазовых реакций по Вагнеру. Механизм химического взаимодействия.

Ступенчатое протекание процесса. Первичная кристаллическая фаза и образование конечного продукта. Примеры протекания твердофазовых превращений в системах R_2O-SiO_2 и $RO-SiO_2$.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Бирюк, В.А. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Физикохимия твердого состояния / В.А. Бирюк, Е.Е. Трусова, Ю.А. Климош. – Минск: БГТУ, 2024. – 152 с.
2. Терещенко, И.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие. Ч. 1 / И.М. Терещенко, Е.Е. Трусова. – Минск: БГТУ, 2018.
3. Терещенко, И.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие. Ч. 2 / И.М. Терещенко. – Минск: БГТУ, 2021.

Дополнительная литература:

1. Бобкова, Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / Н.М. Бобкова. – Минск: Вышэйшая школа, 2007.
2. Павлов, П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – М.: Высшая школа, 2005. – 494 с.
3. Савельев, В.Г. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / В.Г. Савельев, А.И. Рабухин. – М.: Инфра-М, 2008. – 304 с.
4. Андреев, Ю.Я. Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах. Методические указания / Ю.Я. Андреев, А.В. Новиков, Е.А. Новикова. – М.: МИСИС, 2003. – 82 с.
5. Бобкова, Н.М. Физико-химия твердого состояния силикатных тугоплавких неметаллических материалов / Н.М. Бобкова. – Минск: БГТУ, 1996.
6. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердых материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И. Путьяев. – М.: Наука, 2006.
7. Вест, А. Химия твердого тела / А. Вест. – М.: Мир, 1988.
8. Свиридова, Т.В. Кинетика твердофазных реакций / Т.В. Свиридова. – Минск, БГУ. 2007.

II. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СОБЕСЕДОВАНИЕ.

Дополнительное собеседование проводится по учебной дисциплине:
«Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

Темы дополнительного собеседования

1 Физико-химические свойства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Кристаллические и аморфные твердые тела, их общая характеристика, особенности строения. Классификация тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Строение кристаллических твердых тел. Типы химической связи, энергия связи. Классификация кристаллов по типу химической связи. Химические связи в силикатах. Реальная структура кристаллов. Дефекты в твердых телах, их классификация. Точечные дефекты (тепловые, радиационные и стехиометрические), термодинамические аспекты их образования. Линейные дефекты: краевая, винтовая и смешанная дислокации. Поверхностные и объемные дефекты, механизмы образования пор и трещин. Диффузионная подвижность дефектов и перенос вещества. Механизмы диффузии и самодиффузии. Структура аморфных твердых тел. Стеклообразное состояние вещества.

Уровни структуры тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Микро-, макроструктура и текстура материалов, их влияние на свойства.

Физико-химические основы получения твердых материалов.

Физико-химические свойства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

2 Учения о фазовых равновесиях.

Основы фазовых равновесий. Понятие о фазах, компонентах, степенях свободы, независимых переменных. Гомогенные и гетерогенные системы. Равновесные и метастабильные состояния. Правило фаз Гиббса. Порядок построения диаграмм состояния на основе правила фаз Гиббса. Выбор оксидов как компонентов. Общие понятия о диаграммах состояния и задачи, решаемые с их помощью.

3 Диаграммы состояния однокомпонентных систем.

Основные типы диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграмма состояния с энантиотропным полиморфным превращением. Понятие о тройных инвариантных точках. Равновесные и неравновесные превращения. Система с монотропным превращением. Диаграмма состояния SiO_2 . Основные полиморфные формы.

4 Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.

Применение правила фаз в двухкомпонентных системах. Основные элементы диаграмм состояния. Двухкомпонентная система с эвтектикой. Построение схем фазовых переходов при нагревании и охлаждении. Количественное определение соотношения образовавшихся фаз (правило

рычага).

Система с конгруэнтно плавящимся соединением. Схемы фазовых превращений в системе. Эвтектики в системе.

Система с инконгруэнтно плавящимся соединением. Понятие о перитектике и процессах, происходящих при температуре перитектики. Явление резорбции. Построение схем фазовых превращений в системе.

Системы с химическими соединениями, разлагающимися в твердом виде. Границы устойчивости соединений.

Система с ограниченной растворимостью в жидком состоянии – ликвацией. Термодинамические основы ликвации. Понятие о стабильной и метастабильной ликвации. Механизмы фазового разделения в жидком состоянии. Формы проявления ликвации. Вторичная ликвация.

Система с неограниченной растворимостью в твердом состоянии. Понятие о твердых растворах. Определение составов равновесных фаз при различных температурах и концентрациях компонентов.

Система с ограниченной растворимостью в твердом состоянии с эвтектикой и перитектикой.

5 Диаграммы состояния многокомпонентных систем.

Применение правила фаз в трехкомпонентных системах. Треугольник концентраций Гиббса и свойства линий треугольника, параллельных одной из сторон треугольника и исходящих из вершины. Пространственная и проекционная диаграмма состояния трехкомпонентной системы. Поля кристаллизации. Принципы построения путей кристаллизации. Пограничные кривые. Характеристика тройной эвтектики. Применение правила рычага в трехкомпонентных системах для определения количественного соотношения фаз при заданной температуре.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы без химических соединений и твердых растворов. Изотермы ликвидуса и определение температур начала и конца кристаллизации.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, плавящимся конгруэнтно. Правило соединительной прямой. Элементарные фазовые треугольники и их определение. Пути кристаллизации в системе.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, плавящимся инконгруэнтно. Типы пограничных кривых в системе. Характеристика точки двойного подъема. Построение путей кристаллизации в системе. Определение конечной точки кристаллизации.

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с двойным химическим соединением, разлагающимся в твердом виде. Определение точки двойного опускания. Элементарные треугольники в системе. Построение путей кристаллизации в системе и определение их направления после точки двойного опускания. Полиморфные превращения в трехкомпонентной системе.

Диаграммы состояния трехкомпонентных систем с расслоением в жидкой фазе (ликвация).

Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с образованием твердых растворов. Пространственная и проекционные диаграммы. Условное обозначение твердых растворов в тройных системах. Построение путей кристаллизации.

Нахождение конечной точки кристаллизации и определение состава остаточной жидкой фазы.

6 Кристаллические силикаты.

Кристаллохимические принципы строения кристаллических веществ. Ионные кристаллы. Ионные радиусы катионов и их координационные числа. Схемы координационных структур различной степени устойчивости. Пределы отношений ионных радиусов для различных координационных чисел.

Общие понятия о силикатах. Основные структурные единицы в силикатах и их строение. Тип химической связи Si-O и ее прочность. Понятие о кремнекислородных радикалах и изоморфные замещения в них. Написание химических и структурных формул силикатов.

Классификация структур кристаллических силикатов. Характеристика отдельных типов структур. Островные силикаты – орто- и диортосиликаты. Силикаты с комплексами тетраэдров конечных размеров (кольцевые). Силикаты с кремнекислородными бесконечными одномерными мотивами (цепочечные и ленточные). Силикаты с двумерными слоями (слоистые структуры). Силикаты с трехмерным непрерывным каркасом. Особенности строения силикатов с крупными катионами.

Твердые растворы и их типы. Условия образования твердых растворов замещения.

7 Строение силикатных расплавов.

Особенности стеклообразного состояния. Графическая зависимость свойств стеклообразных веществ от температуры. Условия стеклообразования для оксидов – кристаллохимические (Захариасен) и энергетические (Сан, Роусон). Скорость охлаждения как фактор, определяющий стеклообразующую способность. Кинетика стеклообразования.

Строение силикатных стекол. Теория непрерывной беспорядочной структурной сетки Захариасена–Уоррена. Строение сложных стекол. Степень связности структурной сетки и положение ионов-модификаторов в ней. Координационный принцип расположения ионов в структурной сетке стекла.

8 Стеклообразные силикаты.

Особенности жидкого состояния. Изменение структуры расплавов с температурой. Релаксационные процессы в силикатных расплавах.

Структурные комплексы в расплавах силикатов. Факторы, определяющие размеры кремнекислородных комплексов. Причины расслаивания в расплавах. Влияние температуры на устойчивость кремнекислородных комплексов. Роль расплавов в производстве силикатных материалов.

9 Механизм и последовательность реакций в твердом состоянии

Твердофазовые реакции и их классификация. Диффузия при реакциях в твердом состоянии. Кинетика реакций в твердом состоянии. Влияние отдельных факторов на скорость твердофазовых реакций: дисперсность, температура, газовая и жидкая фаза, активное состояние компонентов.

10 Термодинамика силикатов

Закономерность протекания реакций по Тамману и Хедвалу. «Элементарные» процессы при нагревании. Механизм протекания твердофазовых реакций по Вагнеру. Механизм химического взаимодействия.

Ступенчатое протекание процесса. Первичная кристаллическая фаза и образование конечного продукта. Примеры протекания твердофазовых превращений в системах R_2O-SiO_2 и $RO-SiO_2$.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

4. Бирюк, В.А. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Физикохимия твердого состояния / В.А. Бирюк, Е.Е. Трусова, Ю.А. Климош. – Минск: БГТУ, 2024. – 152 с.
5. Терещенко, И.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие. Ч. 1 / И.М. Терещенко, Е.Е. Трусова. – Минск: БГТУ, 2018.
6. Терещенко, И.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие. Ч. 2 / И.М. Терещенко. – Минск: БГТУ, 2021.

Дополнительная литература:

9. Бобкова, Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / Н.М. Бобкова. – Минск: Вышэйшая школа, 2007.
10. Павлов, П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – М.: Высшая школа, 2005. – 494 с.
11. Савельев, В.Г. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / В.Г. Савельев, А.И. Рабухин. – М.: Инфра-М, 2008. – 304 с.
12. Андреев, Ю.Я. Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах. Методические указания / Ю.Я. Андреев, А.В. Новиков, Е.А. Новикова. – М.: МИСИС, 2003. – 82 с.
13. Бобкова, Н.М. Физико-химия твердого состояния силикатных тугоплавких неметаллических материалов / Н.М. Бобкова. – Минск: БГТУ, 1996.
14. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердых материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. – М.: Наука, 2006.
15. Вест, А. Химия твердого тела / А. Вест. – М.: Мир, 1988.
16. Свиридова, Т.В. Кинетика твердофазных реакций / Т.В. Свиридова. – Минск, БГУ. 2007.