

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
А.В.Бурмистров
2019 г.

Программа кандидатского экзамена

Направление подготовки 18.06.01 Химическая технология

Направленность программы аспирантуры

«Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»

Казань, 2019 г.

Составители программы:

Профессор

Хацринов А.И

Доцент

Водопьянова С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТНВМ
протокол от 10.04 2019 г. № 15

Зав. кафедрой ТНВМ

Хацринов А.И.

Утверждена на Ученом совете факультета Химических технологий
протокол № 2 от 19.04 2019 г.

1. Программа кандидатского экзамена по специальности

Блок 1

1. Профессионально-педагогическая деятельность, ее структура и содержание.
2. Научно-педагогические исследования и их организация.
3. Модернизация профессионального образования. Болонская декларация и Болонский процесс, их реализация в Российской системе образования.
4. Методологические основы педагогики и психологии высшей школы.
5. Формирование учебно-образовательной среды вуза.
6. Структура педагогической компетентности преподавателя высшей школы
7. Компетенции как результат качества подготовки в системе профессионального образования.
8. Особенности вузовской системы качества образования.
9. Диагностика качества профессионального обучения.
10. Проблемы информатизации профессионального обучения.
11. Проблемы интернационализации профессионального образования.
12. Проблемы индивидуализации профессионального обучения.
13. Технологический подход в образовании: возможности, преимущества, недостатки.
14. Сущностные характеристики обобщенных образовательных технологий, используемых при многоуровневой подготовке в вузе.
15. Проектирование технологии преподавания учебной дисциплины в вузе.
16. Активные методы обучения в процессе формирования профессиональных компетенций будущих инженеров.
17. Проектирование основных образовательных программ вузовской подготовки.
18. Последовательность деятельности вузовского преподавателя при подготовке занятия.

Блок 2

А. Научные основы технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Общая характеристика силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Место и роль силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (СиТНМ) в экономике и научно-техническом прогрессе. Роль отечественных ученых и научных школ в создании и развитии материаловедения и научных основ технологии СиТНМ. Классификации СиТНМ: по химической природе, по структуре слагающих фаз, по особенностям технологии, строению, функциональному назначению, по размерным параметрам. Основные принципы системного проектирования СиТНМ и их технологий.

Структура и свойства силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов, трансляционные решетки Бравэ, пространственные группы симметрии. Основы кристаллохимии: простейшие кристаллические структуры, плотнейшие упаковки, атомные и ионные радиусы, координационные числа. Дефекты кристаллической решетки. Типы дефектов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Дислокации. Влияние дефектов на свойства кристаллических тел. Квазихимические реакции взаимодействия дефектов.

Твердые растворы: типы твердых растворов, условия образования и термодинамической стабильности. Эффект Френкеля-Киркендала. Твердые растворы в силикатах.

Химическая связь в кристаллах. Правила построения ионных кристаллов. Структура тугоплавких простых и сложных оксидов, углерода, карбидов, нитридов и других бинарных соединений. Особенности структуры кристаллических силикатов. Кремнекислородные мотивы в структурах силикатов. Структура силикатов с крупными

катионами. Явления полиморфизма и изоморфизма в СИТНМ. Изоморфные замещения в силикатах. Нестехиометрические твердые тела. Переходы порядок–беспорядок. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы.

Теории строения жидкостей. Особенности структуры силикатных расплавов. Степень ассоциации структурных элементов в силикатных расплавах. Структура силикатных стекол.

Коллоидно-дисперсное состояние вещества, поверхностные явления. Механизмы агломерации. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры. Поверхностно-активные вещества.

Механические и упругие свойства кристаллических и стеклообразных тел. Пластическая и упругая деформация. Хрупкое разрушение: основные теории, стадии, механизмы. Коэффициент интенсивности напряжений. Влияние микроструктуры и текстуры материалов на их разрушение. Термические напряжения: причины возникновения и виды. Устойчивость материалов к воздействию термических напряжений. Теории термостойкости. Способы повышения работы разрушения СИТНМ. Статическая усталость. Вязкое течение. Крип.

Теплофизические, электрофизические и магнитные свойства СИТНМ. Влияние на них состава, природы химической связи, кристаллической структуры и текстуры материала.

Вязкость, поверхностное натяжение и смачивающая способность силикатных расплавов, влияние на них температуры и состава. Стеклообразное состояние, строение и свойства стекол. Свойства силикатных стекол.

Химические свойства СИТНМ, их устойчивость к воздействию твердых, жидких и газообразных реагентов различной химической природы.

Методы исследования силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Теоретические основы, сущность, возможности, погрешности, аппаратное оформление важнейших методов исследования структуры и свойств СИТНМ.

Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Спектроскопические методы (ИК-спектроскопия, флуоресцентный рентгеноспектральный анализ, рентгеноспектральное микрозондирование). Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонанс. Калориметрический анализ, дифференциальный термический и термогравиметрический анализ. Световая микроскопия, петрографический анализ, электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия. Новые методы исследования - туннельная и силовая сканирующая микроскопия, использование синхротронного излучения.

Определение плотности, вязкости, поверхностного натяжения, микротвердости, а также упругих, прочностных, электрических, магнитных, технических и технологических свойств СИТНМ.

Физико-химические основы технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Правило фаз и его значение. Методы построения диаграмм состояния. Основные типы одно-, двух- и трехкомпонентных диаграмм состояния.

Правила определения последовательности фазовых преобразований при изменении температуры по диаграмме состояния. Графические и аналитические методы расчета количественных соотношений фаз в гетерогенных системах. Особенности силикатных систем с точки зрения достижения равновесных состояний. Общие понятия о геометрических основах диаграмм состояния четырехкомпонентных систем. Диаграммы состояния важнейших силикатных, алюминатных, фосфатных и других систем; характеристика фаз, образующихся в этих системах.

Закон Гесса и его применение для определения тепловых эффектов образования соединений, взаимодействия, плавления и кристаллизации, растворения, гидратации,

полиморфных превращений в системах СиТНМ. Определение свойств веществ и термодинамических параметров реакций в системах СиТНМ. Компьютерные базы термодинамических данных. Энергия кристаллической решетки СиТНМ.

Основные закономерности формирования фазового состава СиТНМ. Установление термодинамической вероятности протекания процессов и последовательности фазовых преобразований в системах СиТНМ. Механизмы и кинетика твердофазных реакций. Термодинамические условия достижения равновесия при твердофазных реакциях. Общие понятия о термодинамике необратимых процессов при диффузионном массопереносе. Поведение сырьевых материалов при нагревании. Физико-химическая сущность процессов гидратации и твердения вяжущих материалов. Гидратированные силикаты, алюминаты и ферриты кальция. Водорастворимые силикаты и фосфатные вяжущие. Влияние химического и фазового состава на свойства и эксплуатационные характеристики СиТНМ.

Б. Основные закономерности процессов технологии *силикатных и тугоплавких неметаллических материалов*

Классификация и характеристика основных и вспомогательных сырьевых материалов.

Физико-механическая подготовка сырьевых материалов. Сущность и кинетика процессов измельчения твердых материалов. Закономерности классификации порошков, их технологическая характеристика. Новые методы измельчения. Особенности получения высокодисперсных и нанопорошков.

Методики расчетов составов сырьевых смесей. Составление и контроль однородности сырьевых смесей. Технологические свойства и характеристики сырьевых смесей (полусухих масс, суспензий, шликеров, шламов, паст).

Строение и реологические свойства дисперсных систем, их связь с процессами формования. Основные способы формования изделий в технологии СиТНМ. Важнейшие технологические характеристики процессов формования и способы управления ими.

Процессы сушки в технологии СиТНМ. Процессы тепло- и массообмена, протекающие при сушке. Параметры и режимы сушки, основы расчета оптимальных режимов, способы управления процессом сушки. Современные методы сушки. Сушильные агрегаты: типы, методы расчета.

Разновидности и сущность процессов термообработки материалов и изделий. Обжиг, параметры и режимы. Условия и способы теплопередачи при обжиге. Влияние условий обжига на качество изделий. Основные типы тепловых агрегатов различного назначения, особенности теплообмена в них. Расчет основных параметров и тепловых балансов печей.

Процессы спекания, их классификация, стадии спекания. Сущность, признаки, движущая сила, механизмы, кинетика процессов спекания и рекристаллизации. Активированное спекание, физические основы.

Режимы и условия получения гомогенных расплавов в технологии стекла и ситаллов; условия теплообмена на различных стадиях получения стекломассы.

Способы и процессы получения оксидных расплавов. Кристаллизация расплавов. Кинетика и механизмы образования центров кристаллизации и роста кристаллов. Особенности процессов роста кристаллов из слабо и сильно пересыщенных расплавов. Формирование текстуры отливок в процессе кристаллизации. Термические напряжения в отливках. Термообработка отливок.

Новые процессы получения СиТНМ. Выращивание нитевидных кристаллов, плазмохимическое получение порошков и покрытий, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, импульсное высокоэнергетическое воздействие.

В. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Общие принципы построения технологий СпТНМ: научная обоснованность выбора исходных материалов, технологических операций и их параметров, научная организация труда, ресурсо- и энергосбережение, механизация и автоматизация технологических процессов, управляемость технологии, безопасность труда и экологическая безопасность. Технические требования и управление качеством продукции. Тенденции развития.

Основное технологическое оборудование. Принципы действия, конструктивные особенности. Критерии выбора. Методы оценочного расчета производительности.

Технология стекла и ситаллов. Классификация промышленных стекол. Основные стадии технологии. Особенности технологии оптического стекла. Кварцевое стекло, способы производства. Технология стекловидных и стеклокристаллических покрытий. Стекло в промышленном и гражданском строительстве, технике, науке, быту.

Технология керамики. Основные виды керамических материалов. Основные стадии технологии. Технология функциональной керамики. Керамика в промышленном и гражданском строительстве, технике, науке, быту.

Технология огнеупоров. Классификация огнеупоров. Основные стадии технологии различных видов огнеупоров. Применение огнеупоров.

Технология вяжущих материалов. Основные виды вяжущих материалов. Основные стадии технологии. Технология жидких стекол (водных стекол) и материалов на их основе. Вяжущие материалы в промышленном и гражданском строительстве, технике, науке, быту.

Технология высокотемпературных конструкционных и композиционных материалов. Основные виды, стадии технологий, перспективные области применения.

Технология теплоизоляционных материалов и изделий. Классификация. Способы формирования поровых и волокнистых структур. Основные стадии технологии. Технико-экономическая эффективность применения.

Г. Технология нанокерамических материалов

Методики определения физико-механических свойств нанопорошков и нанокерамических материалов на их основе. Влияние содержания наночастиц в сырьевых компонентах на эксплуатационные характеристики керамических изделий.

Управление процессами структурообразования нанокерамических материалов. Влияние механического и термического воздействия на структуру керамики. Перспективные способы модификации керамического сырья: применение высоко- и ультрадисперсных порошков и введение в сырьевую шихту модифицирующих добавок.

Перспективные нанокерамические материалы. Области их использования. Приоритетные направления развития нанотехнологий в керамической промышленности.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы кандидатского экзамена:

а) основная литература:

1. Богоудинова Р.З. Методология, теория и технологии профессионального образования: учебное пособие. / Р.З. Богоудинова, Ф.Т. Шагеева –Казань: КНИТУ, 2016. – 103 с.
2. Богоудинова Р.З. Инновационная образовательная деятельность в национальном исследовательском университете: Учебное пособие. / Р.З. Богоудинова, О.Ю. Хацринова. – Казань: РИЦ «Школа», 2016. –144 с.
3. Педагогика профессионального образования: учебное пособие / Под ред. П.Н. Осипова. –Казань: РИЦ «Школа», 2014. –380 с.
4. Салахов А.М. Керамика для технологов / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. –Казань: КНИТУ, 2010. –234 с.
5. Салахов А.М. Керамика: исследование сырья, структура, свойства / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. –Казань: КНИТУ, 2013. –316 с.
6. Шабанова Н.А. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем. /Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов. –Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015. –331 с.
7. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий: Уч. /В.С. Севостьянов, В.С. Богданов, Н.Н.Дубинин, В.И.Уральский. –М: НИЦ ИНФРА. 2014. –432 с.

б) дополнительная литература:

8. Корнилов, А.В. Силикатные материалы строительного назначения из нерудного сырья [Монографии]: монография /А.В. Корнилов, Т.З. Лыгина, А.И. Хацринов; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. –127 с.
9. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие. /Э.Г. Раков. –М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. –480 с.
10. Сулименко, Л.М. Силикатные материалы и изделия на основе активированных известково-кремнеземных вяжущих композиций [Монографии]: монография /Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т. –Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2007. –311 с.: ил.
11. Физикохимия силикатов и оксидов / РАН. Ин-т химии силикатов им.И.В. Гребенщикова; Отв. ред. М.М.Шульц. –СПб.: Наука, 1998. –306 с.
12. Корнилов А.В. Активационное измельчение природных алюмосиликатов: монография. / А.В. Корнилов, Т.З. Лыгина, А.И. Хацринов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. –152 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

13. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
14. <http://www.periodika.websib.ru/> - Педагогическая периодика - электронный тематический каталог «Педагогическая Периодика», содержащий точные ссылки на наиболее интересные статьи, опубликованные в периодической печати за последние десять лет и посвященные педагогическим проблемам.
15. <http://intellect-invest.org.ua/rus/library/> - Портал современных педагогических ресурсов - библиотека Портала содержит книги и брошюры педагогической, психологической, философской, культурологической направленности.
16. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
17. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
18. ЭБС «КнигаФонд» - Режим доступа: www.knigafund.ru