

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор
по научной работе
_____ А.В. Коржов
« ____ » _____ 2022 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Разработчики:

1. _____ Михайлов Геннадий Георгиевич, д.т.н, профессор, профессор кафедры материаловедения и физико-химии материалов
2. _____ Трофимов Евгений Алексеевич, д.х.н, доцент, профессор кафедры материаловедения и физико-химии материалов
3. _____ Сенин Анатолий Владимирович, к.х.н, доцент, доцент кафедры материаловедения и физико-химии материалов

Челябинск 2022 г.

Содержание программы

1. Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену	3
2. Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки	3
3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	6
3.1. Основная литература.....	6
3.2. Дополнительная литература	7
4. Условия допуска к экзамену.....	7
5. Процедура проведения экзамена.....	7

1. Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.
2. Особенности кристаллического состояния тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и природа химической связи в них.
3. Твердые растворы. Статистический и термодинамический аспекты.
4. Структура тугоплавких простых и сложных оксидов, карбидов, нитридов и других бинарных соединений.
5. Строение расплавов. Факторы, влияющие на структуру расплавов.
6. Строение многофазных силикатных и тугоплавких материалов.
7. Систематика (классификация) тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
8. Составы тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, роль химических компонентов в них.
9. Фазовые равновесия и диаграммы состояния системы. Правила чтения диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.
10. Диаграммы состояния важнейших силикатных, алюминатных и фосфатных систем. Характеристика соединений, образующихся в этих системах.
11. Технологии производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
12. Составление сырьевых смесей. Методика расчетов составов сырьевых смесей.
13. Технологические свойства сырьевых смесей. Контроль однородности сырьевых смесей.
14. Связь свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов с их химическим, фазовым составом, наличием примесей, особенностями технологии.
15. Применение тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
16. Прогрессивные тенденции в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

2. Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки

Экзаменационные вопросы к разделу 1 «Физическая химия тугоплавких неметаллических материалов. Актуальные проблемы их производства и эксплуатации»

1. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.
2. Особенности кристаллического состояния тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и природа химической связи в них.
3. Правила построения ионных кристаллов.
4. Твердые растворы. Классификация, структура, статистический и термодинамический аспекты.
5. Структура тугоплавких простых и сложных оксидов, карбидов, нитридов и других бинарных соединений.

6. Строение расплавов. Факторы, влияющие на структуру расплавов.
7. Твердофазные реакции, описание их кинетики с помощью различных моделей.
8. Твердофазные процессы с участием тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
9. Особенности стеклообразного состояния.
10. Строение силикатных стекол.
11. Строение многофазных силикатных и тугоплавких материалов.
12. Высокодисперсное состояние силикатных и других тугоплавких материалов.
13. Строение коллоидных форм кремнезема и гелей кремневой кислоты.
14. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры.
15. Поверхностно-активные вещества. Поверхностные явления.
16. Факторы, влияющие на протекание твердофазных процессов.
17. Фазовые равновесия и диаграммы состояния системы.
18. Правила чтения диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.
19. Значение тугоплавких неметаллических и силикатных материалов в человеческом обществе.
20. История возникновения и развития технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
21. Систематика (классификация) тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (вяжущих веществ, керамики, огнеупоров, стекла, ситаллов) и области их применения.
22. Прогрессивные тенденции в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
23. Теоретические основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
24. Способы физико-механической подготовки сырьевых материалов (дробление, помол, рассев и т.д.).
25. Сущность процессов (явлений), протекающих при подготовке шихты и применяемое оборудование.
26. Методика расчетов составов сырьевых смесей. Составление сырьевых смесей.
27. Процессы формования в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, их сущность и применяемое оборудование.
28. Процессы сушки в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Режимы сушки. Сущность процессов, протекающих при сушке.
29. Основные типы сушилок в производстве керамики, огнеупоров, вяжущих веществ, стекла;
30. Основы процессов высокотемпературного синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
31. Характеристика печей и режимов обжига, варки в них.

32. Фазовый состав вяжущих веществ, керамики, огнеупоров, стекла, ситаллов и их эксплуатационные характеристики.
33. Связь свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов с их химическим, фазовым составом, наличием примесей, особенностями.
34. Применение тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
35. Получение композиционных материалов на основе вяжущих веществ, керамики, стекла.
36. Охрана окружающей среды при производстве тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Экзаменационные вопросы к разделу 2 «Современные проблемы исследования структуры и свойств тугоплавких неметаллических материалов»

1. Дифракционные методы исследования атомной структуры материалов. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа-Брэгга. Обратная решетка.
2. Основные методы рентгеноструктурного анализа. Рентгеновская дифрактометрия. Качественный и количественный рентгеновский фазовый анализ. Электронография и нейтронография.
3. Рентгенографический анализ текстур, остаточных напряжений, дефектов кристаллической решетки, типа твердого раствора, химического дальнего порядка.
4. Рентгеновский фазовый анализ с использованием пакетов компьютерных программ. Определение периодов кристаллической решетки.
5. Определение кристаллической структуры по дифракционным спектрам поликристаллов с использованием программных пакетов.
6. Определение размеров и формы малых частиц по малоугловому рассеянию рентгеновских лучей.
7. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия, анализ фазового состава, микроструктуры и дефектов кристаллического строения.
8. Специальные методы создания контраста в просвечивающей электронной микроскопии. Анализ включений с помощью ПЭМ (виды контраста). Виды контраста в растровой электронной микроскопии.
9. Методы локального анализа химического состава. Микрорентгеноспектральный анализ. Оже-электронная спектроскопия. Рентгеноэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа). Масс-спектроскопия вторичных ионов.
10. Изучение микроструктуры с помощью световой микроскопии. Методы количественной металлографии.
11. Методы измерения физических свойств. Термический анализ. Абсолютный и дифференциальный методы измерения.

12. Калориметрия; методы смешения, ввода и протока тепла; сканирующая, модуляционная и импульсная калориметрия.
13. Дилатометрия; оптический, емкостный, индуктивный датчики перемещения.
14. Методы измерения теплопроводности.
15. Методы механических испытаний. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение.
16. Измерение микротвердости и твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.

3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

3.1. Основная литература

1. Керамические материалы / Г.Н. Масленникова, Р.А. Мамаладзе, С. Мидзута, К. Коумото; Под ред. Г.Н. Масленниковой. - М.: Стройиздат, 1991. - 316 с.
2. Гуляян, Ю.А. Физико-химические основы технологии стекла / Ю.А. Гуляян. – Владимир: Транзит-ИКС, 2008. – 736 с.
3. Бабушкин, В.И. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, Г.М. Матвеев. – М.: Стройиздат, 1986. – 386 с.
4. Сулименко Л.М. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / Л.М. Сулименко, И.А. Тихомирова. – М.: РХТУ, 2000.
5. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
6. Химическая технология стекла и ситаллов [Текст] Учебник Под ред. Н. М. Павлушкина. - М.: Стройиздат, 1983. - 432 с.
7. Химическая технология керамики и огнеупоров [Текст] учебник для хим.-технол. специальностей вузов / под общ. ред. П. П. Будникова, Д. Н. Полубояринова. - М.: Стройиздат, 1972. - 552 с.
8. Крупа, А. А. Химическая технология керамических материалов Учеб. пособие для вузов по спец."Хим. технология тугоплав. неметал. и силикат. материалов". - Киев: Выща школа, 1990. - 398 с. ил.
9. Сакович, А. А. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / А. А. Сакович. - Минск : БГТУ, 2008. - 108 с.
10. Кулик, В.И. Технология композиционных материалов с керамической матрицей: учебное пособие / В.И. Кулик, А.С. Нилов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 81 с.
11. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Издательство КНИТУ, 2014. – 184 с.

12. Авдин В. В. Физические методы исследования : методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учеб. пособие по направлению 04.03.01 "Химия" и др. / В. В. Авдин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Экология и химич. технология ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 93 с.
13. Авдин В. В. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учеб. пособие по направлению 04.03.01 "Химия" и др. / В. В. Авдин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Экология и химич. технология ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. – 79 с.

3.2. Дополнительная литература

1. Сулейменов, А. Т. Вяжущие материалы из побочных продуктов промышленности. - М.: Стройиздат, 1986. - 189 с.
2. Новые вяжущие материалы и их применение Тез. науч.-техн. Семинара / Ред. Л. А. Малинина. - Новосибирск: Б. И., 1991. - 64 с.
3. Лахтин, Ю. М. Материаловедение Текст учеб. для втузов Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом Альянс, 2009. - 527 с.
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб, для студентов вузов / В.Б. Арзамасов, А.Н. Волчков и др.; ред.: В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2011. – 447 с.
5. Процессы получения и обработки материалов: Получение тугоплавких металлов из соединений / Челноков В.С., Блинков И.В., Аникин В.Н. и др. – М.: Изд.Дом МИСиС, 2017.
6. Высокотемпературные материалы / Елютин В.П., Костиков В.И., Лысов Б.С. и др. – М.: Металлургия, 1973.

4. Условия допуска к экзамену

К сдаче кандидатских экзаменов допускаются аспиранты, а также лица, имеющие высшее образование, подтвержденное дипломом специалиста или магистра, прикрепленные для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

5. Процедура проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме с обязательным составлением развернутых ответов на специально подготовленных для этого бланках. В каждом билете содержится по три вопроса. Для ответа на билеты аспиранту/прикреплённому лицу предоставляется возможность подготовки в течение 1 часа. На экзамене аспиранту/прикреплённому лицу предоставляется право пользо-

ваться необходимыми справочными материалами, учебной и научной литературой. Продолжительность устного ответа на экзамене, как правило, не должна превышать 30 минут. После ответа на основные вопросы билета аспиранту/прикреплённому лицу задаются дополнительные вопросы в рамках тематики программы экзамена. Результаты кандидатского экзамена объявляются аспиранту/прикреплённому лицу в тот же день после оформления протоколов заседания комиссии. Оценка ответа проводится по пятибалльной системе.