



УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГТУ им. В.Г. Шухова

проф. С.Н. Глаголев

2017 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ

по дисциплине «Специальность»

по направлению подготовки: 18.06.01 – Химическая технология

направленность программы: Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний предназначена для поступающих на образовательную программу высшего образования - программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 18.06.01 – «Химическая технология», профиль «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки 18.06.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883.

Целью вступительного испытания является выявление среди поступающих в аспирантуру наиболее способных и подготовленных к освоению образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, подтверждение поступающими в аспирантуру теоретических знаний в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов и профессиональных компетенций, позволяющих обеспечить в будущем подготовку в аспирантуре и сдачу кандидатского экзамена по специальной дисциплине. Вступительные испытания проводятся в форме устного вступительного экзамена.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знания и умения в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, соответствующие предшествующему уровню подготовки.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Наименование тем, их содержание, рекомендуемая литература

Тема 1. *Технология цемента и композиционных материалов*

1. Измельчение материалов в производстве цемента. Схема и принцип работы дробилок: щековых, конусных, молотковых, валковых, ударноотражательных, ударновалковых. Эксплуатационные параметры: производительность, кратность дробления, удельный расход электроэнергии, КПД. Подбор типа дробилок и оптимальных схем измельчения в зависимости от характеристики материала: размеры исходных кусков, твердости, хрупкости, пластичности, влажности. Технологические осложнения и вероятные нарушения в работе дробильной фабрики, способы их предупреждения и устранения. Принцип управления дробильной фабрикой, измерительные и дозирующие устройства. Новые способы грубого измельчения материала.

2. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Конструктивные способы интенсификации помола материалов: оптимальная частота вращения, роль коэффициента и ассортимента загрузки, виды мелющих тел, бронеплит и межкамерных перегородок,

3. Тонкое измельчение сырьевого шлама. Схемы агрегаты для помола и размучивания материала: шаровые мельницы, гидрофол, балтушки, Применение классификаторов при замкнутой схеме помола, интенсификаторов и разжижителей шлама. Измерительная аппаратура и дозирующие устройства. Основы управления и оптимизации шаровой мельницы.

4. Помол сырья при сухом способе производства. Схемы одновременного помола и сушки материала. Применение различных типов мельниц: шаровых, самоизмельчения (аэрофол), тарельчато-валковых, молотковых (шахтных). Сепараторы и циклоны, принципы работы. Параметры работы системы: температурный и аэродинамический режимы тракта. Основы управления и оптимизация системы помола сырья замкнутого цикла.

5. Сушка различных материалов в технологии цемента. Барабанные сушилки, в каких случаях применяется прямоток и противоток? Виды теплообменных элементов. Сушилки взвешенного слоя. Топки для получения сушильного агента с заданными параметрами. Схема помола и сушки материала с использованием молотковой мельницы, параметры работы.

6. Усреднение и корректирование сырьевой смеси. Требования к сырьевой смеси по оксидному составу и модульным характеристикам, допустимые отклонения. Методы корректирования при сухом и мокром способах производства. Способы подготовки представительной пробы и методы экспрессного анализа. Усреднительные склады и силоса при сухом способе производства. Измерительные и дозирующие устройства.

7. Помол цемента. Шаровые трубные мельницы с традиционными и модернизированными внутримельничными устройствами, параметры их работы. Роль свойств измельчаемого материала, аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды. Замкнутые схемы помола, типы сепара-

торов и эффективность их применения особенно при помоле смешанных и высокопрочных цементов. Получение из одного клинкера два вида цемента. Основы управления и оптимизации работы мельницы. Новые агрегаты для помола цемента: пресс-валковые измельчители, многобарабанные и планетарные мельницы.

8. Обжиг цементного клинкера. Схема и устройство вращающейся печи мокрого способа производства, основные агрегаты, движение материальных и газовых потоков, режимные параметры системы. Расположение технологических зон в печи, физико-химические и теплотехнические процессы, протекающие в отдельных зонах. Зависимость энтальпии реакций от температуры, использование при расчёте закона Гесса. Выражение теплоты в кДж, ккал и килограммах условного топлива (кут), соотношение между этими величинами.

9. Печи сухого способа производства с циклонными теплообменниками. Современные печи с запечными декарбонизаторами. Схема материальных, газовых и воздушных потоков. Распределение топлива между печью и декарбонизатором. Принципиальные схемы и оборудование. Рациональное количество ступеней циклонных теплообменников в зависимости от исходной влажности сырья. Новые типы циклонов с низким аэродинамическим сопротивлением. Комбинированный способ обжига цементного клинкера: полумокрый и полусухой. Схема цементного завода без сырьевого цеха.

10. Оптимизация работы цементных вращающихся печей, основной критерий оптимизации. Связь между производительностью, стойкостью футеровки, качеством клинкера, пылеуносом из печи и удельным расходом топлива. Основные расходные статьи теплового баланса печи, способы расчета и значения. Пути экономии топлива при обжиге цементного клинкера. Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена. Вывод уравнения Эйгена. Коэффициент теплопотерь, его изменение по длине печи и зависимость от вида топлива и избытка воздуха. Физическая сущность уравнения Эйгена. Пути снижения тепла в горячей части печи.

11. Клинкерные холодильники. Схема и параметры работы, распределение воздуха по колосниковому холодильнику, роль острого и общего дутья, межкамерных перегородок. Рациональные размеры и частота колебания решеток, высота слоя клинкера в горячей и холодной камерах. Аэродинамическое сопротивление слоя клинкера и его зависимость от гранулометрии клинкера и температуры воздуха. Система аспирации холодильника. Повышение эффективности работы рекуператорных (планетарных) холодильников. Тепловой баланс и КПД холодильника. Модернизация конструкции и оптимизация работы холодильников.

12. Футеровка вращающейся печи, назначение футеровки. Оптимальный вид огнеупора для отдельных технологических зон. Способы укладки и крепления кирпича. Особенности футеровки цепных завес, переходных участков между зонами, порогов печей. Формирование защитной обмазки и ее влияние на длительность службы огнеупора в зоне спекания. Влияние состава сырья (по основным, дополнительным оксидам, модульным характеристикам) и

режима сжигания топлива на стойкость футеровки. Пути повышения стойкости футеровки.

13. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства. Способы навески цепей, преимущества и недостатки различных видов навесок. Масса, поверхность, коэффициент плотности цепных завес и изменение этих параметров по отдельным участкам. Подбор рациональных теплообменных устройств в зависимости от изменения физических свойств шлама при его сушке на участках текучего, вязкого шлама и сыпучего материала. Определение зоны пылеобразования и пылеулавливания. Вид теплообмена, оптимальная скорость и заполнение материалом различных участков цепной завесы. Керамические теплообменники.

14. Теоретические и практические основы сжигания различных видов топлива во вращающейся печи. Способы оптимизации теплообмена, роль температуры горения, степени черноты факела и материала. Рациональное сжигание топлива, влияние отдельных факторов: вида, состава и параметров подготовки форсуночного топлива, скорости вылета топлива и количества первичного воздуха, коэффициента избытка и температуры вторичного воздуха, положения форсунки и условия подачи пыли в факельное пространство.

15. Клинкерное пыление во вращающихся печах и его влияние на эксплуатационные параметры печи. Причины клинкерного пыления: роль состава сырья по основным и дополнительным оксидам, фазового состава клинкера, свойств и количества жидкой фазы, режима обжига и условий горения топлива. Связь между активностью, фракционным составом клинкера и положением зоны спекания в печи. Механизм клинкерного пыления, роль возгоняемых соединений на прочность спёков. Способы предотвращения клинкерного пыления.

16. Влияние свойств сырья и режима обжига на качество клинкера. Оптимальная тонкость помола сырья, какой минерал может содержаться в крупной фракции, а какой нет и почему? Влияние примесей и закисного железа в сырье на активность отдельных минералов и клинкера. Особенности сжигания высокосернистого мазута для получения высококачественного клинкера, условия образования силикосulfата кальция и его влияние на качество клинкера.

17. Кольца и настыли в печных системах. Виды колец в различных зонах, их размеры и влияние на технологический режим работы агрегата и качество клинкера. Химический и фазовый состав отдельных колец и настылей. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец.

18. Использование техногенных материалов в качестве сырьевого компонента для производства цементного клинкера. Применение топливных зол, белитового шлама, кислых, основных, металлургических и высокоосновных сталеплавильных шлаков. Основной критерий, определяющий степень снижения удельного расхода тепла при их применении, дать разъяснения различного влияния. Способы использования техногенных продуктов при мокром и сухом способах производства. Двухклинкерные цементы: получение с использованием шлака и свойства.

19. Использование печных пылей в производстве цемента и других отраслях промышленности. Способы возврата пыли в различные зоны печи, преимущества и недостатки отдельных способов по их влиянию на пылеунос, стабильность работы печи, тепломассообмен, удельный расход тепла, горение топлива и качество клинкера. Обжиг пыли в отдельной печи, особенности подготовки смеси и параметров работы вращающейся печи. Возможность использования пыли для производства смешанных цементов, шлакощелочных вяжущих, тампонажных цементов, для дорожного строительства.

20. Основы управления вращающейся печью мокрого способа. Принципиальная схема контроля и управления. Потребление и способ расчета тепла по отдельным зонам. Влияние позонного расхода тепла на принцип управления печью. Стабилизация режима работы печи по входным параметрам: расходу шлама и топлива, количеству и параметрам воздуха и отходящих газов. Дозирующие, измерительные и контролирующие устройства, принцип их работы. Основные теплотехнологические параметры, по которым машинист управляет печью, допустимые отклонения. Причины возникновения колебаний слоя материала в печи, технологические осложнения, возникающие при этом, способы предотвращения колебаний слоя материала. Дополнительная нетрадиционная информация, которую следует использовать при управлении печью: потребляемая мощность приводом, скорость вращения печи, характер распределения температуры корпуса печи, состав отходящих газов, температура и энтальпия вторичного воздуха. Рациональные действия машиниста при перегреве клинкера в зоне спекания. Причины и последствия недожога топлива, способы устранения.

21. Розжиг печи после капитального ремонта при отсутствии материала в ней. Темп разогрева футеровки, последовательность и количество подаваемого топлива и шлама. Начало вращения печи на вспомогательном приводе и перевод её на главный привод - «быстрый» и «тихий» ход. Действия машиниста по набору устойчивой обмазки на футеровке в зоне спекания при розжиге печи. Последовательность пуска дымососа и холодильника. Остановка печи на капитальный ремонт с полной выработкой материала из неё на качественный клинкер. Остановка и розжиг печи с материалом при необходимости выполнения «горячего ремонта» футеровки или других кратковременных работ внутри печи.

Тема 2. Технология керамики и огнеупоров

1. Методы идентификации сырьевых материалов. Рентгенофазовый метод анализа.

2. Методы идентификации сырьевых материалов. Дифференциально-термический метод анализа

3. Сырьевые материалы для производства строительной керамики. Глины и полевые шпаты. Классификация, физические свойства.

4. Сырьевые материалы для производства санитарных керамических и фарфорофаянсовых изделий. Особенности применяемого сырья, предъявляемые требования. Способы обогащения.

5. Сырьевые материалы для производства керамзита. Требования к сырью.

Вспучивающие добавки при производстве керамзита.

6. Сырьевые материалы для производства легковесных жаростойких алюмосиликатных материалов.

7. Глинозем. Распространение глинозема в земной коре. Полиморфные модификации, их свойства. Бокситы. Минералогический состав. Основные требования к бокситам, как к сырью для получения глинозема. Латериты.

8. Материаловедческий анализ диаграммы $Al_2O_3 - SiO_2$ как основы технологии алюмосиликатных керамических материалов. Фазовые превращения каолинита при нагревании, роль этого процесса в технологии керамики и огнеупоров.

9. Состав, строение и свойства силикатных и алюмосиликатных расплавов. Влияние щелочных и щелочноземельных оксидов на температуру образования и вязкость алюмосиликатных расплавов.

10. Методы подготовки сырья и переработки массы при производстве керамического кирпича и черепицы. Виды пластического формования. Брак при пластическом формовании и способы его устранения. Особенности полусухого прессования различных видов керамики. Виды брака при полусухом прессовании и способы его устранения

11. Особенности составов масс и технологии производства керамического гранита. Основные требования к качеству продукции. Требования к составу масс для производства керамических плиток. Физико-химические процессы при скоростном обжиге керамических плиток.

12. Доломит. Магнезиальное сырье. Общая характеристика. Тальк, серпентин, магнезит. Физические свойства, распространения в природе, области применения.

13. Материаловедческий анализ диаграммы $MgO - CaO - Fe_2O_3 - SiO_2$ как основы технологии периклазовых огнеупоров. Влияние соотношения CaO/SiO_2 на формирование их структуры. Процессы формирования структуры периклазовых огнеупоров.

14. Особенности фазообразования в системе $Al_2O_3 - SiO_2$. Муллит и его твердые растворы. Синтез муллита из оксидов алюминия и кремния, а также при взаимодействии фторида алюминия с кремнеземом или каолинитом.

15. Измельчение сырьевых материалов в технологии огнеупоров. Теории измельчения твердых тел и физико-химическая активация процесса измельчения. Роль зернового состава и особенности его подбора.

16. Методы прессования и формования огнеупорных изделий. Сущность способа полусухого прессования огнеупорных изделий. Процессы при прессовании полусухих масс. Уравнения прессования.

17. Основные переделы огнеупорного производства. Характеристика стадии удаления временной связки (сушка полуфабриката). Допустимая скорость сушки. Характеристика стадии обжига изделий. Допустимая скорость обжига огнеупоров.

18. Основные характеристики процесса спекания. Коэффициент спекания, температура и относительная температура спекания.

19. Технологические факторы ускоряющие спекание. Механическое активи-

вирование. Тепловое активирование спекания.

20. Химическое активирование спекания. Классификация добавок, активирующих спекание.

21. Изготовление монолитных футеровок, блоков и штучных изделий на основе огнеупорных безобжиговых композиций (огнеупорных бетонов). Важнейшие виды огнеупорных бетонов.

22. Физико-химические основы технология кремнеземистых огнеупоров. Особенности образования золя кремнекислоты.

23. Структура печной системы. Роль печной среды и футеровки в создании оптимальных режимов термической обработки огнеупорных материалов и изделий.

24. Тепловой баланс печи. Основные технико-экономические показатели работы печи. Утилизация отходящей теплоты.

25. Классификация печей для обжига керамических материалов. Основные конструктивные элементы пламенной печи.

Тема 3. Технология стекла

1. Классификация кремнеземсодержащего сырья.

2. Виды сырьевых материалов, используемых для введения оксидов щелочных и щелочноземельных металлов

3. Карбонатное сырье для введения Na_2O

4. Полевошпатовое сырье для введения алюминия

5. Вспомогательные сырьевые материалы (красители, окислители, обесцвечиватели, восстановители и окислители)

6. Расчет необходимого количества воздуха для процесса горения твердого и газообразного топлива на примере элементарных реакций горения.

7. Коэффициент избытка воздуха. От каких факторов зависит величина коэффициента избытка воздуха. Состав воздуха, применяемый в расчетах горения. Теоретический и действительный расход воздуха.

8. Составы природного газообразного топлива и дымовых газов. Газовый режим стекловаренной печи. Особенности излучения газов.

9. Классификация стекловаренных печей по направлению пламени относительно движению стекломассы.

10. Управление стекловаренной печью. Параметры технологического процесса варки и способы их регулирования.

11. Температурный и газовый режимы в стекловаренных печах различной конструкции. Способы регулирования.

12. Способность веществ к стеклообразованию. Критическая скорость охлаждения. Особенности стеклообразного состояния.

13. Кристаллизационная способность стекла, значение в технологии стекла и стеклокристаллических материалов. Параметры для оценки кристаллизационной способности стекла.

14. Вязкость стекломассы. Ее значение на различных технологических стадиях получения стекла и стеклокристаллических материалов. Зависимость вязкости от химического состава стекла, Y и f_{Si} .

15. Влияние химического состава стекла на его технологические характеристики. Методы проектирования составов стекол и ситаллов с удовлетворительными технологическими характеристиками.

16. Поверхностное натяжение стекла. Поверхностно-активные, неактивные и промежуточные компоненты в стекле. Положительное и отрицательное действие поверхностного натяжения в технологии стекла.

17. Несиликатные стекла. Классификация по химическому составу. Особенности технологии и области применения.

18. Механические и упругие свойства, техническая и теоретическая прочность стекла. Основные теории разрушения хрупких тел.

19. Основы флоат-процесса. Производство стекол различной толщины. Мини-флоат-линии. Способы получения защитной атмосферы. Специфические пороки флоат-стекла.

20. Технология кварцевого стекла. Сырьевые материалы. Классификация стекол. Методы получения. Свойства кварцевых стекол.

21. Пороки стекла. Классификация. Методы определения их природы и причин появления. Методы предотвращения и устранения пороков стекла.

22. Отжиг стекла. Расчет режима отжига. Характеристика печей отжига. ИК отжиг.

23. Технология термических и химически устойчивых стёкол

24. Технология специальных видов технических стёкол

25. Технология стеклотары и сортовой посуды.

Рекомендуемая литература:

Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. – Красноярск: Стройиздат, 1994. – 322 с.

2. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. Ч. 1 – 240 с.; Ч. 2 – 198 с.

3. Борисов И.Н. Управление процессами агломерации материалов и формирования обмазки во вращающихся печах цементной промышленности. – Белгород: Изд-во «Белаудит», 2003. – 112 с.

4. Тимошенко Т.И., Классен В.К., Шамшуров В.М. Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ. Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004 – 34 с.

5. Тимошенко Т.И., Шамшуров А.В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ. Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006–35 с.

6. Отраслевые отечественные и зарубежные журналы: «Цемент и его применение», «Техника и технология силикатных материалов», «Цемент, кальк, гипс» (переводной с немецкого языка), “Zement, Kalk, Gips”, “ZementInternazional”.

7. Материалы Международного конгресса по цементной технологии на английском языке: VDZ – 2002. – 520 с. (текстовый и электронный варианты).
8. Проектирование цементных заводов (под ред. Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). – С-П. Изд-во «Синтез», – 1995. – 445 с.
9. Гончаров Ю.И., Лесовик В.С., Гончарова М.Ю., Строкова В.В. Минералогия и петрография сырья для производства строительных материалов. Учебное пособие. Белгород, 2001, -180 с.
10. Августинник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975, - 592 с.
11. Неметаллические полезные ископаемые СССР. Справочное пособие под ред. Петрова В.П. – М.: Недра, 1984. – 406 с.
12. Химическая технология керамики и огнеупоров./Под ред. Будникова П.П. и Полубояринова Д.Н. М.: Стройиздат, 1972.- 552с.
13. Мороз И.И. Технология строительной керамики. Киев : Высшая школа, 1980.- 375 с.
14. Лукин Е.С., Андрионов Н.Т. Технический анализ и контроль производства. М.: Стройиздат, 1986.- 220 с.
15. Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий.- М.: Стройиздат, 1984.- 334 с.
6. Кошляк П.П., Калиновский В.В. Производство изделий строительной керамики. – М.: Высшая школа, 1983. – 143 с
16. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов/Под ред. проф. И.Я. Гузмана.– М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003.– 496 с.
17. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. Стрелов К.К., М.: Металлургия, 1985. - 480с.
18. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. / Под ред. Полубояринова Д.Н., Попильского Р.Я., М.: Стройиздат, 1972. - 351с.
19. Технология огнеупоров. Стрелов К.К., Кащеев И.Д., Мамыкин П.С., М.: Металлургия, 1988. - 527с.
20. Технический контроль производства огнеупоров./Стрелов К.К., Кащеев И.Д. - М.: Металлургия, 1986. - 239с.
21. Пивинский Ю.Е. Теоретические аспекты технологии керамики и огнеупоров. Избранные труды. Том 1. Санкт-Петербург. Стройиздат СПб.: - 2003. 544 с.
22. Пивинский Ю.Е. Керамические и огнеупорные материалы. Избранные труды. Том 2. Санкт-Петербург. Стройиздат СПб.: - 2003. 688 с
23. Химическая технология стекла и ситаллов: учебник для вузов / М.В. Артамонова, М.С. Асланова, И.М. Бужинский и др.; Под ред. Н.М. Павлушкина.- М.: Стройиздат, 1983.- 432с.
24. 2. Гулоян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий: учебник для средних специальных учебных заведений, систем профессионально-технического и производственного обучения.- Владимир: Транзит-Икс, 2003.- 480с.
25. 3. Минько Н.И., Нарцев В.М., Мелконян Р.Г. История развития и основы технологии стекла. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.- 396 с.

26. 4. Минько Н.И., Нарцев В.М. Прочность и методы упрочнения стекла: уч. пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2012.- 155с.
27. 5. Жерновая Н.Ф. Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов. ч.2. Физико-химические основы технологии: учебно-практическое пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2009.- 162с.
28. 6. Онищук В.И., Жерновая Н.Ф., Минько Н.И. Контроль производства и качества листового стекла и стеклоизделий: уч. пособие.- 2-е изд., стер.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.- 165с.


Программа разработана базовыми кафедрами по направленности образовательной программы – кафедрой Технологии стекла и керамики и кафедрой Технологии цемента и композиционных материалов.

Составитель программы:

Канд. техн. наук, доц.  _____ Дороганов В.А.

Канд. техн. наук, доц.  _____ Кудеярова Н.П.

Заведующий кафедрой ТСК
Д-р техн. наук, проф.  _____ Евтушенко Е.И.

Заведующий кафедрой ТЦКМ
Д-р техн. наук, проф.  _____ Борисов И.Н.