

Введение

Настоящая программа охватывает основополагающие основы химии твердого тела, физической химии силикатов, общей технологии силикатов, химической технологии керамики и огнеупоров, химической технологии стекла и ситаллов, химической технологии композиционных и вяжущих материалов.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобразования России по химии (по химической технологии) при участии Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева, Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) и Белгородской государственной академии строительных материалов.

1. Научные основы технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Программа включает основные темы по теоретическим и прикладным основам технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов в соответствии с паспортом этой специальности. В зависимости от избранной экзаменуемой области исследований. Экзаменационная комиссия может включить дополнительные вопросы и рекомендуемую литературу.

1. Оптимизация сырьевой смеси для производства портландцемента. Оптимизация состава сырьевой смеси по обжигаемости, размалываемости и гидравлической активности клинкера: оптимальные значения модулей: KH , n , p . Метод Ирку. Экспериментальные методы оценки реакционной способности (обжигаемости) сырьевой смеси. Влияние дисперсности компонентов на обжигаемость сырьевой смеси. Способы оценки тонкости помола сырьевой смеси. Допустимое содержание грубой фракции кварцевого песка. Эксергия сырьевой смеси как обобщенный показатель, в оптимуме обеспечивающий одновременно минимальные энергозатраты при приготовлении и обжиге и максимально возможную активность клинкера.

2. Превращение компонентов цементной сырьевой смеси при нагревании известняка, глины, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , доломита, гипса. Твердофазные реакции, механизм и кинетика, ступенчатость реакций. Стабильные и промежуточные соединения. Минералы клинкера, синтезирующиеся в твердой фазе.

3. Влияние примесных элементов - Mg, S, Na, K, Ti, P на реакции в твердом состоянии. Промежуточные низкотемпературные микрорасплавы, соединения, их

состав и роль в технологическом процессе. Роль повышенной концентрации примесей при жидкофазном спекании клинкера. Взаимная нейтрализация примесей.

4. Процессы, протекающие при обжиге цементной сырьевой смеси с участием жидкой фазы (клинкерного расплава). Количество, состав и свойства расплава. Механизм синтеза трехкальцевого силиката в присутствии расплава. Уравнение Нернста.

5. Неравновесные условия при обжиге портландцементного клинкера: резкий (быстрый) обжиг, укрупненный помол карбонатного компонента, двухшихтовая технология. Влияние скорости охлаждения на конечный состав клинкера.

6. Химическая интенсификация процессов образования клинкера. Механизм минерализующего (каталического) влияния фторидов. Получение галоидосодержащих клинкеров при пониженных температурах. Сульфоалюминатный и сульфоторритный клинкеры.

7. Природа вяжущих свойств различных материалов по работам Журавлева В.Ф. и согласно современным представлениям. Реакционная способность отдельных клинкерных фаз. Влияние ионных замещений и дефектов структуры при этом. Соотношение ионности-ковалентности химической связи (электроотрицательность связи $Me-O$) как мера гидравлической активности вяжущих материалов.

8. Фаза трехкальцевого силиката (Алит). Полиморфизм C_3S , твердые растворы C_3S , предельная растворимость отдельных химических элементов в составе C_3S . Температурная область стабильности C_3S . Алит в клинкере. Особенности структуры C_3S , обеспечивающие его повышенную гидравлическую активность. Расчет содержания C_3S в клинкере и петрографическое его определение.

9. Фаза двухкальцевого силиката (Белит). Кристаллическая структура модификаций C_2S . Полиморфизм C_2S . Предельная растворимость отдельных химических элементов в составе C_2S , твердые растворы C_2S . Пластинчатая текстура белитов. Белиты в клинкерах. Расчет содержания C_2S в клинкере. Роль стабилизирующих элементов. Гидравлическая активность белита.

10. Алюминатная фаза клинкера. Трехкальцевый алюминат (C_3A). Структура C_3A . Модификации структуры натрийсодержащих твердых растворов C_3A . Предельная растворимость других примесных элементов в составе C_3A . Составы и структурные разновидности алюминатной фазы в клинкерах. Термическая и химическая устойчивость C_3A . Расчет содержания C_3A в клинкере. Экспериментальное определение содержания C_3A в клинкере петрографическим методом. Гидравлическая активность C_3A как самостоятельной фазы и в составе цемента..

11. Алюмоферритная фаза цементного клинкера. Переменный состав алюмоферритов кальция. Состав и структура серии твердых растворов $Ca_2(Al_xF_{1-x})_2O_5$. Растворимость химических элементов в составе алюмоферритов кальция и образование вторичных сложных твердых растворов. Термическая и химическая устойчивость алюмоферритов кальция, образование высокоосновных фаз. Расчет содержания C_4AF в клинкере.

12. Портландцемент, определение, общая характеристика состава: химическая, модульная, фазовая. Роль главных оксидов в формировании состава цемента. Влияние примесных элементов, их допустимая концентрация в цементе. Коэффициент насыщения кремнезема известью (КН). Формулы расчета. Назначение КН, его применение. Расчетный минералогический состав портландцементного клинкера по Кинду. Классификация портландцемента по содержанию минералов.

13. Высокотемпературная химия равновесных процессов: система C-A-F-S и подсистема C-C₂S-C₁₂A₇-C₄AF, особенности фазовых превращений и область существования C₃S в ней. Влияние MgO на равновесие в подсистеме C-C₂S-C₁₂A₇-C₂F. Фазы, структурно родственные гелениту: α- C₅A₃; C₃A₂M.

14. Химические реакции при гидратации отдельных клинкерных фаз и портландцемента. Состав и структура гидратных фаз. Влияние температуры на кинетику и состав продуктов гидратации. Многостадийность гидратации, первичные и вторичные реакции. Роль гипса при гидратации и формировании прочности цементного камня.

15. Физические процессы при гидратации портландцемента и синтез прочности цементного камня. Влияние фазового состава, количества воды затворения, степени измельчения, температуры и добавок. Замедлители гидратации и ускорители твердения. Структура затвердевшего цемента.

16. Химия портландцемента со специальными добавками. Органические замедлители и ускорители схватывания, водопонижающие добавки и суперпластификаторы. Неорганические ускорители и замедлители твердения цементного камня. Пластифицированные, гидрофобные цементы, вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), тонкомолотые цементы (ТМЦ).

17. Многокомпонентные цементы: пуццолановый и шлакопортландцемент. Гидравлические добавки : пуццолановые, шлаки, золы; их влияние на состав продуктов гидратации, концентрацию Ca(OH)₂. Роль совместного или раздельного помола компонентов.

18. Коррозия цементного камня и бетона. Химические взаимодействия, вызывающие сульфатную, магнезиальную и углекислую коррозии. Коррозия выщелачивания. Коррозия бетона при реакции щелочных оксидов с активным заполнителем. Меры защиты бетона от коррозии, пластифицирующие и воздухововлекающие добавки, механизм их действия.

19. Специальные виды цементов: алюминатный (глиноземистый) и его производные, расширяющиеся и расширяющие, кислотоупорный, фосфатные (зубные) цементы и связки, шлакощелочные вяжущие. Составы, особенности гидратации и строительно-технических свойств.

20. Быстротвердеющие, высокопрочные и особовысокопрочные цементы. Фазовый состав, особенности технологии, микроструктура и причины высокой прочности цементного камня. Способы повышения прочности цементного камня и бетона: снижение водоцементного (В/Ц) отношения, специальные заполнители (волокна, микрокремнезем), формование под давлением, вакуумирование и пропитка полимерами.

21. Классификация вяжущих материалов по типу реакций, обеспечивающих твердение и по виду затворителя. Новые виды вяжущих материалов. Определение вяжущего вещества: классическое и с учетом затворителя.

22. 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.

23. 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,

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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 сепараторов 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-

30. 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.

31. 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.

32. 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 температурвы воздуха. Система аспирации холодильника. Повышение эффективности работы рекуператорных (планетарных) холодильников. Тепловой баланс и КПД холодильника. Модернизация конструкции и оптимизация работы холодильников.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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.

37. 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 силикосульфата кальция и его влияние на качество клинкера.

38. Кольца и настывы 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 настывов. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец.

39. Использование техногенных материалов в качестве сырьевого компонента для производства цементного клинкера. Применение топливных зол, белитового шлама, кислых, основных, металлургических и высокоосновных сталеплавиных 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.

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. Характеристика и свойства сырьевых материалов и добавок: химический и минералогический состав песков и извести. Физические и химические свойства отдельных минералов сырья и их превращения при нагревании. Классификация песков и извести по минералогическому и фракционному составу.

44. Требования ОСТ 21-1-80 к пескам для производства автоклавных материалов. Влияние наличия в песках примесей глинистых минералов, щелочных и сернокислых соединений, минералов слюд и органических примесей на процессы твердения автоклавных материалов и их свойства.

45. Классификация извести согласно ГОСТ 9179-77 на известь строительную. Физико-химические процессы, протекающие при гашении. Гидратационная теория твердения извести. Влияние температуры обжига, активности извести, водотвердого отношения и температуры процесса на скорость гашения извести и свойства получаемых продуктов гашения. Влияние наличия пережога извести и повышенного содержания MgO на скорость гашения извести. Управление процессом гашения извести.

46. Химические свойства гидроксидов кальция и их влияние на процессы твердения автоклавных материалов. Получение химически активных продуктов гашения извести. Оборудование для гашения извести в производстве силикатного кирпича. Устройство и их работа. Управление процессом гашения извести. Характеристика силикатной смеси на выходе из силосов.

47. Приготовление известково-песчаного вяжущего. Характеристика вяжущего – активность, тонкость помола вяжущего и дисперсность песка в нем.

Оборудование для помола вяжущего. Совместный и отдельный помол компонентов и их влияние на процессы твердения автоклавного вяжущего.

48. Теория прессования известково-песчаных смесей. Характеристика смеси. Роль формы и активности поверхности частиц, влажности смеси, наличия различных примесей и добавок, температуры и времени вылеживания смеси в силосах на качество кирпича-сырца. Виды брака кирпича – сырца, способы их устранения. Классификация прессов и принцип их работы.

49. Гидросиликаты кальция и их классификация по Боггу и по Тейлору. Свойства гидросиликатов кальция – прочность, морозостойкость, водостойкость, стойкость в агрессивных средах и при повышении температуры. Гидросиликаты кальция, которые получаются при твердении автоклавных материалов на основе извести и песка, их влияние на свойства силикатного кирпича.

50. Физико-химические процессы твердения известково-песчаного вяжущего в автоклавах. Кристаллизационная и твердофазовая теории твердения в системе $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Влияние тонкости помола вяжущего, химического и минералогического состава сырьевых компонентов, условий автоклавной обработки на скорость образования гидросиликатов кальция и их фазовый состав. Интенсификация процессов твердения известково-песчаных смесей и способы сокращения процесса автоклавного твердения.

51. Автоклавная обработка силикатного кирпича и ячеистых строительных материалов. Режимы автоклавной обработки. Влияние температуры на время автоклавной обработки. Автоклавы, виды автоклавов, устройство и их работа. Передача тепла в автоклаве. Тепловой баланс автоклава. Способы снижения расхода пара на автоклавную обработку.

52. Назначение силикатного кирпича и его использование в строительстве. Классификация силикатного кирпича согласно ГОСТу 379-95 по прочности и морозостойкости. Марка силикатного кирпича и ее повышение. Требования к силикатному кирпичу по отдельным его показателям. Виды брака силикатного кирпича и способы его снижения.

53. Особенности фильтрации асбестоцементной суспензии на сетчатом цилиндре. Изменение гидростатического давления в процессе фильтрования.

54. Процессы фильтрования асбестоцементной суспензии. Основные сведения о процессах фильтрования. Установившийся и неуставившийся периоды фильтрования.

55. Приготовление и хранение асбестоцементной суспензии. Переработка обрезков и брака полуфабриката.

56. Гидропушитель. Распушка асбеста в гидропушителе.

57. Распушка асбеста в бегунах. Устройство и работа бегунов.

58. Технологическая схема производства асбестоцемента и основные технологические параметры.

59. Устройство и работа трубоформовочных машин. Рекуперация технологической воды.

60. Разновидности и свойства асбестов. Теория образования. Химический состав. Изоморфные замещения.

61. История развития асбестоцементной промышленности.

62. Добыча и переработка асбеста. Контроль качества. Требования к цементу для производства асбестоцементных изделий.
63. Термовлажностная обработка асбестоцементных изделий. Влияние минералогического состава цементов на скорость процессов гидратации.
64. Классификация кремнезёмсодержащего сырья.
65. Виды сырьевых материалов, используемых для введения оксидов щелочных и щелочноземельных металлов
66. Карбонатное сырьё для введения Na_2O
67. Полевошпатовое сырьё для введения алюминия
68. Вспомогательные сырьевые материалы (красители, окислители, обесцвечиватели, восстановители и окислители)
69. Расчет необходимого количества воздуха для процесса горения твердого и газообразного топлива на примере элементарных реакций горения.
70. Коэффициент избытка воздуха. От каких факторов зависит величина коэффициента избытка воздуха. Состав воздуха, применяемый в расчетах горения. Теоретический и действительный расход воздуха.
71. Составы природного газообразного топлива и дымовых газов. Газовый режим стекловаренной печи. Особенности излучения газов.
72. Классификация стекловаренных печей по направлению пламени относительно движению стекломассы.
73. Управление стекловаренной печью. Параметры технологического процесса варки и способы их регулирования.
74. Температурный и газовый режимы в стекловаренных печах различной конструкции. Способы регулирования.
75. Способность веществ к стеклообразованию. Критическая скорость охлаждения. Особенности стеклообразного состояния.
76. Кристаллизационная способность стекла, значение в технологии стекла и стеклокристаллических материалов. Параметры для оценки кристаллизационной способности стекла.
77. Вязкость стекломассы. Ее значение на различных технологических стадиях получения стекла и стеклокристаллических материалов. Зависимость вязкости от химического состава стекла, η и $f\eta$.
78. Влияние химического состава стекла на его технологические характеристики. Методы проектирования составов стекол и ситаллов с удовлетворительными технологическими характеристиками.
79. Поверхностное натяжение стекла. Поверхностно-активные, неактивные и промежуточные компоненты в стекле. Положительное и отрицательное действие поверхностного натяжения в технологии стекла.
80. Несиликатные стекла. Классификация по химическому составу. Особенности технологии и области применения.
81. Механические и упругие свойства, техническая и теоретическая прочность стекла. Основные теории разрушения хрупких тел.
82. Основы флоат-процесса. Производство стекол различной толщины. Мини-флоат-линии. Способы получения защитной атмосферы. Специфические пороки флоат-стекла.

83. 20.Технология кварцевого стекла. Сырьевые материалы. Классификация стекол. Методы получения. Свойства кварцевых стекол.
84. Пороки стекла. Классификация. Методы определения их природы и причин появления. Методы предотвращения и устранения пороков стекла.
85. Отжиг стекла. Расчет режима отжига. Характеристика печей отжига. ИК отжиг.
86. Технология термических и химически устойчивых стёкол
87. Технология специальных видов технических стёкол
88. Технлогия стеклотары и сортовой посуды.
89. Методы идентификации сырьевых материалов. Рентгенофазовый метод анализа.
90. Методы идентификации сырьевых материалов. Дифференциально-термический метод анализа
91. Сырьевые материалы для производства строительной керамики. Глины и полевые шпаты. Классификация, физические свойства.
92. Сырьевые материалы для производства санитарных керамических и фарфорофаянсовых изделий. Особенности применяемого сырья, предъявляемые требования. Способы обогащения.
93. Сырьевые материалы для производства керамзита. Требования к сырью. Вспучивающие добавки при производстве керамзита.
94. Сырьевые материалы для производства легковесных жаростойких алюмосиликатных материалов.
95. Глинозем. Распространение глинозема в земной коре. Полиморфные модификации, их свойства. Бокситы. Минералогический состав. Основные требования к бокситам, как к сырью для получения глинозема. Латериты.
96. 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.
97. Состав, строение и свойства силикатных и алюмосиликатных расплавов. Влияние щелочных и щелочноземельных оксидов на температуру образования и вязкость алюмосиликатных расплавов.
98. 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
99. 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.
100. Доломит. Магнезиальное сырье. Общая характеристика. Тальк, серпентин, магнезит. Физические свойства, распространения в природе, области применения.
101. 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.

102. 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.

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

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

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

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

107. Технологические факторы ускоряющие спекание. Механическое активирование. Тепловое активирование спекания.

108. Химическое активирование спекания. Классификация добавок, активизирующих спекание.

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

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

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

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

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

Основная литература

1. Тейлор Х.Ф. Химия цементов. - М.: Мир, 1996.
1. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера.— Красноярск: Стройиздат, 1994.—322 с.
2. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие).— Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2011.— 308 с.
3. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенный материалы в производстве цемента. .— Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2011.— 126 с.
4. 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.

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

6. Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 250800; 320700; 290600; 291000 / Тимошенко Т.И., Классен В.К., Шамшуров В.М.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004 – 34 с.

7. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205; 280201 / Тимошенко Т.И., Шамшуров А.В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006–35 с.

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

9. Материалы Международного конгресса по цементной технологии на английском языке: VDZ – 2002. – 520 с. (текстовый и электронный варианты).

1. 19. Проектирование цементных заводов (под ред.Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). – С-П. Изд-во «Синтез»,– 1995. – 445 с.

2. Цементные заводы и оборудование. Техностройэкспорт (справочник) 1998. – 71 с.

3. Богданов В.С. Шаровая барабанная мельница. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002.–255 с.

4. Дуда В. Цемент. Ч.1- М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.

5. Дуда В. Цемент. Ч.2. - Электрооборудование и автоматизация. - М.: Стройиздат, 1987. – 374 с.

6. Вальберг Г.С. и др. Интенсификация производства цемента. – М.: Стройиздат, 1971. – 145 с.

7. Вальберг Г.С. и др. Новые методы теплового расчета и испытания вращающихся печей. – М.: Стройиздат, 1973. – 111 с.
8. Ходоров Е.И. Печи цементной промышленности. – Л.: Стройиздат, 1968. – 456с.
9. Боженков П.И. Технология автоклавных материалов (учебник). Л.: Стройиздат, 1978г. 367 с.
10. Боженков Ю.М. Технология бетонов (учебник). М.: Изд-во МГСУ, 2004.
11. Кудеярова Н.П. (учебное пособие) Лабораторный практикум и УНИРС по технологии автоклавных материалов. Белгород.: 1998 г. 66 с.
12. Кудеярова Н.П. Вяжущие автоклавного твердения (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2005.- 131 с., 8,1 п.л. (Допущено УМО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия для студентов вузов по специальности 250800 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» (2-е издание, дополненное и переработанное).
13. Вяжущие для строительных автоклавных материалов (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2006.- 143 с., 8,3 п.л. (Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 290600 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» направления подготовки «Строительство»).
14. Кудеярова Н.П. Технологические расчеты при проектировании заводов силикатного кирпича. Белгород.: 1999 г. 79 с.
15. Соколов П.Н.. Технология асбестоцементных изделий. - М.: Госстройиздат, 1968. –292 с.
16. Берней И.И., Колбасов В.М. Технология асбестоцементных изделий. – М.: Стройиздат, 1985. – 400с.
17. Тимашев В.В., Гризак Ю.С. Технология асбестоцементных изделий. – М.: Стройиздат, 1979. – 330 с.
18. Горшков В. С., Савельев В.Г., Федоров Н. Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений.- М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
19. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. - М.: - Стройиздат, 1986. – 408.

20. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб. для втузов. - М.: Высш. шк., 1976. - 391с.
21. Филатов С. К. Высокотемпературная кристаллохимия. Теория, методы и результаты исследований. - Л.: Недра, 1990. - 288 с.
22. Ковтуненко П. В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. - М.: Высш. шк., 1993. - 352 с.
23. Урьев Н. Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. - М.: Химия, 1988. - 256 с.
24. Сулименко Л.М., Тихомирова И.А. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. - М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2000. - 248 с.
25. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, В. Л. Балкевич, А. С. Бережной, И. А. Булавин, Г. В. Куколев, Д. Н. Полубояринов, Р. Я. Попильский. - М.: Стройиздат, 1972. - 552 с.
26. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В., Химическая технология вяжущих веществ. - М.: Высш. шк., 1980. - 472 с.
27. Химическая технология стекла и ситаллов. Под ред. Павлушкина Н.М. - М.: Стройиздат, 1983. - 432 с.

Дополнительная литература

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. Учебник для вузов / Под редакцией Тимашева В.В. - М.: Высш. школа, 1980. - 472 с.
2. Федоров Н.Ф. Введение в химию и технологию специальных вяжущих веществ. ЛТИ им. Ленсовета, 1978.
3. Журавлев В.Ф. Химия вяжущих веществ. - Л.: Госстройиздат, 1951.
4. Бойтон Р.С. Химия и технология извести. - М.: Стройиздат, 1972.
5. Сычев М.М. Твердение вяжущих веществ. - Л.: Стройиздат, 1974.
6. Кузнецова Т.В., Кудряшова И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих. - М.: Высшая школа, 1989.
7. Химия цементов / Под ред. Х.В.У. Тейлора. - М.: Стройиздат, 1969.

8. Будников П.П., Гинстлинг Реакции в смесях твердых веществ. – М.: Стройиздат, 1971.

1. Дешко Ю.И., Креймер И.В., Крыхтин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. – М.: Стройиздат, 1966. – 290 с.

2. Дешко Ю.И., и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей. – М.: Стройиздат, 1966. – 242 с.

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов (учебник). М.: Высшая школа. 1980 г. 482 с.

2. Хавкин Л.М. Производство силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982

3. Бутт Ю.М., Рашкович Л.М. Твердение вяжущих при повышенных температурах. М.: Стройиздат, 1965 г. 222 с.

4. Воробьев Х.С. Вяжущие материалы для автоклавных изделий. М.: Стройиздат, 1972 г.

5. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ (учебное пособие). М.: Высшая школа. 1981 г. 334 с.

6. Отраслевые журналы – «Строительные материалы XXI века», «Известия высших учебных заведений», «Строительные материалы». Нормы технологического проектирования предприятий по производству асбестоцементных изделий и технико-экономические показатели ВНТП-2-80.- М.:, 1980

7. Сиволобов И.В. Механическое оборудование для производства асбестоцементных изделий. – М.: Машиностроение, 1983. –240 с.

8. Стрекаловский В. Н., Полежаев Ю. М., Пальгуев С. Ф. Оксиды с примесной разупорядоченностью. Состав, структура, фазовые превращения. - М.: Наука, 1987. - 346 с.

9. Будников П. П., Гистлинг А. М. Реакции в смесях твердых веществ. - М.: Стройиздат, 1971. - 486 с.

10. Третьяков Ю. Д. Твердофазные реакции. - М.: Химия, 1978. - 360 с.

11. Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник. Выпуски 1- 4. Ред. Торопов Н.А., Барзаковский В.П. Изд. «Наука», Ленингр. отд., Л.

12. Диаграммы состояния систем тугоплавких оксидов. Справочник. Выпуски 5 (ч.1-3), 6. Ред. Галахов Ф.Я., Гребенщиков Р.Г. Изд. «Наука».

13. Сулименко Л. М., Альбац Б. С. Агломерационные процессы в производстве строительных материалов. - М.: ВНИИЭСМ, 1994. - 297 с.
14. Синергетика и фракталы в материаловедении / В. С. Иванова, А. С. Баланкин, И. Ж. Бунин и др. - М.: Наука, 1994. - 383 с.
15. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 590 с.
16. Тейлор Х. Химия цемента. – М.: Мир, 1996. - 560 с.
17. Корнеев В.И.. Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. – СПб.: Стройиздат, 1996. – 216 с.
18. Стекло и керамика - XXI. Перспективы развития. - СПб.: "Янус", 2001. - 303 с.