

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г.Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

 И.В. Ярмоленко
«__» ____ 20__ г.



УТВЕРЖДЕНО

Проректор по учебной работе

 В.М.Поляков
«__» ____ 20__ г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в магистратуру

по направлению **18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

по образовательной программе «Рациональное использование материальных и
энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов»

Институт: **ХТИ**

Выпускающая кафедра: **ТЦКМ**

Белгород 2018 г.

Программа составлена на основе ФГОС ВО направления

**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

и содержит перечень вопросов по дисциплинам базовой части профессионального цикла подготовки бакалавров, содержащихся в задании вступительного испытания в магистратуру по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии образовательной программе **Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов**

Составитель(и):

 / Борисов И. Н. /
подпись

 / Кудеярова Н. П. /
подпись

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании выпускающей кафедры ТЦКМ протокол № 4 от « 28 » сентября 2018 г.

Руководитель ООП магистратуры

 / Борисов И. Н. /
подпись

Зав. кафедрой ТЦКМ

 / Борисов И. Н. /
подпись

1. СОСТАВ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН, ВКЛЮЧЕННЫХ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
- 1.2. Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
- 1.3. Химия вяжущих материалов

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Перечень вопросов

1. Оптимизация процесса производства цемента. Основные переделы производства цемента. Основные способы производства цемента. Преимущества и недостатки сухого способа. Обобщенная технологическая схема современных способов производства клинкера.
2. Традиционное дробильное отделение твердых сырьевых компонентов низкой влажности. Современные виды дробилок, используемые при дроблении твердых сырьевых материалов. Изменение дробильного отделения при использовании таких дробилок.
3. Устройство и принцип работы шаровой мельницы. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Критическая и оптимальная частоты вращения. Режимы работы шаров в шаровой мельнице.
4. Бронефутеровка мельницы. Одинарная и двойная межкамерная перегородка: устройство и функциональные отличия. Изменения в мельнице при замене межкамерной перегородки.
5. Измельчение сырьевых материалов по мокрому способу. Первичное и вторичное измельчение. Схема управления процессом помола шлама в шаровой мельнице домола. Замкнутая схема помола шлама.
6. Помол сырьевых материалов по сухому способу производства. Схема и основные параметры при помоле сырья в шаровой мельнице. Управление процессом помола сырья в шаровой мельнице. Помол сырья в вертикальной тарельчато-валковой мельнице. Управление процессом помола в тарельчато-валковой мельнице. Основные параметры.
7. Помол сырья в роллер-прессе. Основные параметры при помоле сырья в роллер-прессе. Устройство и принцип действия роллер-пресса. Помол сырья в молотковой и шаровой мельнице (система тандем). Особенности технологического процесса при использовании данной схемы.
8. Применение и назначение сепараторов. Статический проходной сепаратор, динамический сепаратор с выносными циклонами, динамический ротационный сепаратор. Схемы и принцип действия.
9. Корректировка и гомогенизация сырьевой смеси при мокром способе производства. Особенности порционного и поточного способов корректирования. Усреднение сырьевой смеси при сухом способе производства. Этапы усреднения.
10. Подготовка топлива к сжиганию в печи. Схемы помола угля. Преимущества и недостатки каждой из схем. Модернизация отдельных узлов при помоле угля на объединенной с печью схеме.
11. Теплообмен в факельном пространстве печи. Параметры, влияющие на теплообмен. Оптимизация сжигания топлива во вращающейся печи. Вид, состав и параметры подготовки топлива. Влияние первичного, вторичного, общего воздуха и положения горелки. Регулирование положения факела и зоны спекания.
12. Обжиг клинкера. Процессы, протекающие в печи мокрого способа. Основные зоны во вращающейся печи. Физико-химические процессы в присутствии щелочесодержащих соединений.

13. Тепловые процессы в печи мокрого способа. Позонные затраты тепла. Процессы в печных системах сухого способа. Затраты тепла при сухом способе производства. Влияние степени очистки циклонов, провалов материала и подсосов холодного воздуха на расход тепла.
14. Образование колец в печах мокрого способа производства. Виды колец, причины образования, состав и способы предотвращения.
15. Настыли в теплообменниках сухого способа. Механизм образования настылей. Виды настылей и состав. Причины зарастания теплообменника. Способы предотвращения образования настылей. Признаки закупорки циклона. Необходимые действия в случае закупорки циклонов.
16. Нарушение процесса грануляции клинкера в зоне спекания. Влияние клинкерного пыления на показатели работы вращающейся печи. Основные причины клинкерного пыления. Влияние состава сырья, щелочесодержащих примесей и состава газовой среды в печи на клинкерное пыление.
17. Изменение состава материала по длине печи при различной гранулометрии клинкера. Влияние степени подготовки материала до зоны спекания на клинкерное пыление. Способы устранения клинкерного пыления во вращающейся печи.
18. Повышение качества цементного клинкера. Влияние состава и свойств сырьевой смеси на активность клинкера. Влияние крупнокристаллического кварца и двухвалентного железа в сырье. Влияние температуры экзотермических реакций образования C_2S . Влияние шлака ОЭМК как сырьевого компонента на активность клинкера. Повышение активности клинкера при использовании шлака.
19. Повышение качества цементного клинкера. Влияние температуры экзотермических реакций образования C_2S . Влияние примесей серы и фосфора в сырье на активность клинкера. Влияние режима обжига на активность клинкера. Влияние положения зоны спекания в печи. Влияние условий сжигания топлива. Влияние условий охлаждения.
20. Использование техногенных материалов при обжиге клинкера. Виды техногенных материалов. Преимущества использования техногенных материалов. Эффективность использования минеральных техногенных материалов. Применение выгорающих техногенных материалов при сухом способе производства.
21. Схема управления вращающейся печью мокрого способа. Подготовка материала в зоне сушки и декарбонизации.
22. Схема управления вращающейся печью мокрого способа. Регулирование обжига клинкера в зоне спекания. Стабилизация оптимальных параметров вторичного воздуха. Регулирование сжигания топлива.
23. Технологические нарушения и их устранение в работе печи мокрого способа. Снижение степени подготовки материала по длине печи. Колебание слоя материала в печи. Недожог топлива и последствия недожога.
24. Управление печью сухого способа. Схема управления печной системой с декарбонизатором. Технологические нарушения в работе печи сухого способа. Регулирование сжигания топлива.
25. Помол цемента. Характеристика цемента и исходных материалов. Тонкость помола цемента. Зависимость удельного расхода электроэнергии от удельной поверхности. Влияние размера исходного материала и размолоспособности клинкерных минералов.
26. Помол цемента в шаровой трубной мельнице. Коэффициент загрузки мельницы. Влияние коэффициента загрузки мельницы на расход электроэнергии. Эффективность помола в первой и второй камерах мельницы. Расход электроэнергии при помоле цемента.
27. Бронефутеровка в 1-й и 2-й камерах мельницы. Назначение. Межкамерная перегородка мельницы. Назначение. Современная межкамерная перегородка. Особенности конструкции. Основные требования для межкамерных перегородок. Интенсификация помола цемента с применением ПАВ.

28. Влияние влаги в мельнице на помол цемента и расход электроэнергии. Варианты ввода воды в мельницу. Влияние температуры среды в мельнице на помол цемента. Аспирация шаровой мельницы. Влияние аспирации на производительность и расход электроэнергии.
29. Интенсификация помола цемента путем применения сепаратора. Зависимость кратности циркуляции от удельной поверхности. Схема получения из одного клинкера двух видов цемента.
30. Современные схемы помола цемента с использованием тарельчато-валковой мельницы, роллер-пресса. Преимущества этих схем. Сравнительная характеристика работы различных схем помола цемента. Принцип работы мельницы НогошШ.
31. Клинкерный колосниковый холодильник типа «Волга». Преимущества и недостатки. Основные характеристики работы. Повышение эффективности работы колосникового холодильника. Современные виды колосниковых холодильников. Особенности конструкции и принцип действия.

Рекомендованная литература:

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. - 308 с.
2. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов (учебное пособие). - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. - Ч. 1. - 240 с.; Ч. 2 - 198 с.
3. Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ / Т.И. Тимошенко, В.К. Классен, В.М. Шамшуров. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. - 34 с.
4. Классен В.К. Материальный баланс завода. Теплотехнические расчеты тепловых агрегатов: методические указания к дипломному и курсовому проектированию / В.К. Классен. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. - 104 с.
5. Трубаев П.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства строительных материалов. Ч. 1. Методы математического моделирования и оптимизации: Учеб.пособие. - Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. -178 с.

2.2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЯЖУЩИХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Перечень вопросов

1. Усреднение и корректирование сырьевой смеси при вводе техногенных добавок (ввод шлаков, углеотходов, нефтяного коксика, зол и др.) по оксидному составу и модульным характеристикам. Схемы подачи техногенных материалов.
2. Ограничивающие параметры состава сырьевой шихты и добавок при вводе техногенных материалов. Модульные характеристики, примесные соединения.
3. Классификация техногенных материалов. Отходы металлургической, нефтеперерабатывающей, деревоперерабатывающей, угледобывающей промышленности, сельского хозяйства и т.д.
4. Особенности обжига цементного клинкера при вводе в шихту техногенных материалов. Физико-химические и теплотехнические процессы, протекающие в отдельных зонах при использовании техногенных материалов. Основные расходные статьи теплового баланса с учетом ввода техногенных материалов.
5. Клинкерные охладители. Особенности работы охладителей различной конструкции. Способы оптимизации процесса охлаждения. Аэродинамическое сопротивление слоя, гранулометрия клинкера, время охлаждения клинкера. Современные охладители клинкера.
6. Футеровка вращающихся печей. Отличия футеровки сухого и мокрого способов производства. Виды огнеупоров, применяемые в различных зонах печи. Особенности футеровки порогов печей, переходных участков, цепной зоны, циклонов, декарбонизаторов. Причины разрушения огнеупоров.

7. Защитная обмазка - фактор снижения теплотерь и увеличения срока службы огнеупоров в зоне спекания клинкера. Влияние состава сырья и режима сжигания топлива на процессы образования и разрушения обмазки. Связь процессов жидкофазного высокотемпературного агрегирования и образования обмазки.
8. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства, их назначение. 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.
9. 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.
10. Кольца во вращающихся печах. Виды колец в различных зонах, их размеры и влияние на технологический режим работы агрегата и качество клинкера. Химический и фазовый состав отдельных колец. Настыли в теплообменниках сухого способа. Причины, механизм образования, способы предотвращения и устранения колец и настый.
11. Основы управления вращающейся печью мокрого способа. Принципиальная схема контроля и управления. Потребление 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. Основные технологические параметры, по которым машинист управляет печью, допустимые отклонения. Регулирование подготовки материала в зоне сушки и декарбонизации. От каких параметров зависит скорость движения материала в печи, особенно в зоне декарбонизации? Причины возникновения колебаний слоя материала в печи, технологические осложнения, возникающие при этом, способы предотвращения колебаний слоя материала. Параметры, по которым машинист печи определяет состояние зоны спекания. 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. Особенности управления печью сухого способа с декарбонизатором.
12. Характеристика и свойства сырьевых материалов, химический и минералогический состав песков и извести. Физические и химические свойства отдельных минералов сырья.
13. Характеристика золы, используемой в производстве автоклавных материалов. Роль золы в процессах твердения автоклавных материалов и эффективность ее использования. Способы введения золы в технологический процесс.
14. Шлаки. Классификация и характеристика шлаков. Роль шлаков в процессах твердения автоклавных материалов и эффективность их использования.
15. Характеристика укрупняющих и дисперсных добавок, используемых в производстве автоклавных материалов и их виды. Требования к добавкам как компонентам силикатной смеси и их роль в технологическом процессе производства силикатного кирпича.
16. Назначение силикатного кирпича и его использование в строительстве. Классификация силикатного кирпича по 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.

17. Требования ОСТ 21-1 -80 к пескам для производства автоклавных материалов. Причины ограничения глинистых примесей, содержания щелочных и сернокислых и других соединений в песках. Содержание несвязанного кремнезема в песках и его роль в процессах твердения изделий в автоклаве.

18. Известь. Классификация извести по ГОСТ 9179-77(89). Роль извести в процессах твердения автоклавных материалов. Пережог извести. Наличие МдО в извести и влияние МдО и пережога в извести на скорость и температуру её гашения. Способы устранения негативного влияния периклаза и пережога в извести в технологическом процессе производства автоклавных материалов.

19. Технологическая схема производства силикатного кирпича. Технологические параметры на основных переделах производства.

20. Помол известково-песчаного вяжущего. Выбор соотношения компонентов при помоле вяжущего. Оборудование в отделении помола вяжущего, его устройство и работа. Требования к тонкости помола вяжущего и его компонентов.

21. Гашение силикатной смеси в производстве силикатного кирпича. Оборудование, используемое для гашения смеси. Прессование силикатного кирпича. Классификация прессов. Устройство и работа прессов. Достоинства и недостатки отдельных видов прессов. Прочность кирпича-сырца, способы повышения прочности кирпича-сырца.

21. Гидросиликаты кальция. Принцип классификации гидросиликатов кальция по Боггу и Тейлору. Свойства гидросиликатов кальция

Теория твердения автоклавных известково-песчаных смесей.

22. Автоклавы, устройство и работа. Режимы автоклавной обработки для различных материалов по плотности и виду. Процессы, протекающие на каждом этапе автоклавной обработки силикатного кирпича. Продолжительность каждого этапа и ее влияние на свойства силикатного кирпича. Пути сокращения времени автоклавной обработки силикатного кирпича.

23. Марка силикатного кирпича. Способы повышения марки кирпича. Интенсификация процессов твердения известково-песчаных смесей и способы сокращения процесса автоклавного твердения. Влияние качества сырьевых компонентов и состава сырьевой смеси на качество автоклавных материалов.

Рекомендованная литература:

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. 307 с. (Рекомендовано ГОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева в качестве учебного пособия)

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

3. Кудеярова Н.П. Вяжущие для строительных автоклавных материалов (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006.- 143 с., (Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебного пособия)

4. Кудеярова Н.П. Технологические расчеты при проектировании заводов силикатного кирпича. Белгород.: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2010 г. 103 с.

5. 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. (Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия)

2.3. ХИМИЯ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Перечень вопросов

1. Определение понятий вяжущие вещества и вяжущие свойства. Классификация вяжущих веществ по основным свойствам и области применения.

Потенциал энергоресурсосбережения при производстве вяжущих материалов.

2. Гипсовые вяжущие вещества - определение, группы (виды), область применения, сырье для производства. Процессы, протекающие при термической обработке двуводного гипса. Модификации сернокислого кальция, их основные свойства. Твердение полуводного гипса. Теории твердения гипсовых вяжущих веществ. Строительно-технические свойства полуводного гипса. Приемы, улучшающие строительно-технические свойства изделий из гипсовых вяжущих.

3. Каустический магнезит: определение, сырье, условия синтеза, производство. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ, реакции гидратации и твердения. Строительно-технические свойства каустического магнезита, области применения.

4. Каустический доломит: определение, сырье, условия синтеза, производство. Затворители для магнезиальных вяжущих веществ, реакции гидратации и твердения. Строительно-технические свойства каустического доломита, области применения.

5. Виды и области применения извести. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Оценка области применения карбонатной породы по гидравлическому модулю.

6. Воздушная известь - определение, сырье, свойства область применения. Процессы, протекающие при термической обработке карбоната кальция. Агрегаты для обжига извести. Виды брака при производстве воздушной извести, их влияние на свойства продукта. Технологические способы устранения брака.

7. Гашение извести. Аппараты, применяемые для гашения извести. Факторы, определяющие гашение извести. Три вида твердения воздушной извести, их значение для производства строительных материалов.

8. Портландцемент, портландцементный клинкер - определения. Сырьевые материалы для производства портландцемента; использование отходов других производств. Какими сырьевыми компонентами обеспечивается содержание каждого главного оксида в составе сырьевой смеси? Химический состав цементной сырьевой смеси.

9. Портландцемент, портландцементный клинкер - определения. Характеристика портландцементного клинкера по химическому составу. Допустимое содержание примесей. Модульные характеристики портландцементного клинкера (п и р), коэффициент насыщения: расчетные формулы, оптимальные значения, физическая интерпретация.

10. Принципы и правила расчета состава цементной сырьевой смеси. Фазовый состав портландцементного клинкера. Влияние каждой фазы на свойства цементного камня. Коэффициент насыщения, как характеристика клинкера. Оптимальные и предельные значения КН. Расчет численных коэффициентов для формулы КН.

11. Силикатные фазы портландцементного клинкера. Условия синтеза и стабильного существования. Состав, полиморфные модификации, твердые растворы. Влияние на свойства цементного камня. Управление свойствами силикатных фаз портландцементного клинкера.

12. Алуминатная и алюмоферритная фазы портландцементного клинкера. Условия синтеза, состав. Роль промежуточной фазы в синтезе портландцементного клинкера. Влияние на свойства цементного камня.

13. Химические реакции и физические процессы, происходящие с сырьевой смесью при ее продвижении по длине вращающейся печи.

Процессы, протекающие при обжиге цементной сырьевой смеси без участия клинкерного расплава. Реакции в твердом состоянии.

14. Химические реакции и физические процессы, происходящие с сырьевой смесью при ее продвижении по длине вращающейся печи.

Процессы при обжиге цементного клинкера с участием жидкой фазы (клинкерного расплава). Состав, количество и температура образования клинкерного расплава его структура и свойства. Растворение C_2S и CaO в расплаве. Образование алита.

15. Способы интенсификации процессов клинкерообразования: механическая, термическая и химическая активация. Влияние каталитических, модифицирующих и примесных элементов на образование клинкерных минералов. Влияние условий охлаждения на минералогический состав клинкера и стабильность его минералов.

16. Гидратация портландцемента. Особенности совместной гидратации клинкерных фаз. Роль гипса при гидратации цемента. Состав и структура гидратных фаз портландцемента. Механизм, периоды и скорость гидратации цементной частицы.

17. Синтез прочности цементного камня: влияние фазового состава, дефектности фаз, режима обжига, дисперсности цемента, добавок, В/Ц отношения. Факторы управления качеством цемента.

18. Коррозия цементного камня. Причины и механизмы коррозии. Методы борьбы с коррозией.

19. Композиционные цементы. Природные и техногенные составляющие композиционных цементов. Состав и свойства добавок. Кремнеземсодержащие добавки. Реакции пуццоланового типа твердения.

20. Активные минеральные добавки к портландцементу, их классификация. Модуль основности и коэффициент качества шлака. Особенности состава, гидратации и твердения шлакопортландцемента.

21. Алюминатный цемент. Состав, основные минералы, особенности синтеза. Процессы гидратации и твердения; строительно-технические свойства алюминатного (глиноземистого) цемента.

Рекомендованная литература:

1. Тейлор Х. Химия цемента / Пер. с англ. - М.: Мир, 1996. - 560 с.
2. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. - 308 с.
3. Химия вяжущих материалов: методические указания к выполнению курсовой работы / В.Д. Барбанягрэ, Л.Б. Афанасьева. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. - 40 с.
4. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. - М.: Высш. шк., 1980. - 472 с.
5. Торопов Н.А. Химия цементов / Н.А. Торопов. - М.: Промстройиздат, 1996. - 270 с.