

# ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

## Аннотация

**1. Цели освоения дисциплины:** приобретение студентами знаний по рациональному использованию техногенных продуктов при производстве различных вяжущих и композиционных материалов, освоение новых технологий и современного высокопроизводительного оборудования для их получения. Изучение физико-механических свойств вяжущих и строительно-технологических свойств различных композиционных материалов на основе традиционных вяжущих в сравнении с вяжущими на основе отходов различных производств. Изучение физико-химических процессов, протекающих при измельчении, смешении компонентов сырьевой смеси, обжига вяжущих и тепловлажностной обработки изделий, управление технологическим процессом производства, интенсификация технологического процесса и повышение качества материалов.

**2. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 10 зачетных единиц, 380 часов, лабораторные работы, 2 контрольные работы, курсовая работа, экзамен.

### **3. Содержание дисциплины.**

*Модуль 1. Технология цемента.*

#### 1. Предмет и содержание курса.

Современное состояние цементной промышленности. Перечень отходов, используемых в цементной промышленности.

#### 2. Технология подготовка сырьевой смеси.

2.1. Грубое измельчение материалов при производстве цемента. Дробилки и рациональные схемы измельчения в зависимости от характеристики материала (размеры исходных кусков, твердости, хрупкости, пластичности, влажности). Новые способы грубого измельчения материалов.

2.2. Помол сырьевого шлама. Мельницы для помола шлама. Применение классификаторов при замкнутой схеме помола, новых помольных агрегатов, химических интенсификаторов и разжижителей шлама, отходов различных предприятий.

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

2.3. Усреднение, корректировка сырьевой смеси при мокром и сухом способах производства с использованием техногенных продуктов, допустимые отклонения по оксидам и модулям.

#### 3. Обжиг цементного клинкера

3.1. Цементные вращающиеся печи мокрого, сухого и комбинированного способов производства. Устройство, схема материальных и газовых потоков, технологические зоны, физико-химические и тепловые процессы в них.

3.2. Клинкерные холодильники. Устройство, схема материальных и воздушных потоков, Принципы и параметры работы. Тепловой баланс и КПД холодильника.

3.3. Способы повышения качества клинкера. Влияние состава сырья и режима обжига на активность клинкера. Роль техногенных продуктов. Способы предотвращения клинкерного пыления во вращающихся печах.

3.4. Теплообменные устройства во вращающихся печах мокрого способа производства. Эффективность их работы и влияние на расход топлива и пылевынос из печи

3.5. Теплотехнический расчет цементных вращающихся печей мокрого, сухого и комбинированного способов производства с использованием техногенных продуктов и без них. Основные расходные статьи теплового баланса печи, способы расчета и значения.

Роль потерь тепла в горячей части печи с учетом работ Эйгена. Коэффициент теплопотерь и его изменение по длине печи. Способы снижения расхода топлива на цементных печах и экономии сырьевых ресурсов.

#### 4. Помол и отгрузка цемента.

4.1. Основные закономерности работы шаровых мельниц. Роль коэффициента и ассортимента загрузки, вида мелющих тел, бронеплит и межкамерных перегородок, свойств измельчаемого материала, аспирации мельницы, температуры цемента, влажности среды. Замкнутые схемы помола, типы сепараторов. Новые помольные агрегаты.

*Модуль 2. Технология автоклавных материалов.* Технология воздушных вяжущих веществ – извести, гипса и изделий на их основе. Физико-химические процессы производства вяжущих. Свойства воздушных вяжущих, требования ГОСТ на вяжущие. Тепловые агрегаты, используемые при производстве вяжущих и теплотехнические показатели их работы.

Использование техногенных продуктов промышленности при производстве автоклавных материалов – использование зол, шлаков, вскрышных пород добычи полезных ископаемых и продуктов обогащения горных пород. Химический и минералогический состав отходов, физические свойства.

Технологическая схема производства автоклавных материалов. Физико-химические процессы, протекающие на отдельных технологических переделах производства. Характеристика сырьевых материалов, силикатной смеси, известково-песчаного вяжущего и техногенных продуктов для использования в технологическом процессе. Требования ГОСТ на сырьевые материалы.

Характеристика отходов различных отраслей промышленности. Использование отходов в производстве автоклавных материалов.

Помол известково-песчаного вяжущего. Оборудование для помола вяжущего, характеристика его работы. Требования к известково-песчаному вяжущему при производстве различных автоклавных материалов.

Состав силикатной смеси, ее формовочные характеристики. Механизм создания прочности сырца. Влияние различных факторов на качество сырца. Оборудование для формования изделий и его характеристики.

Теория твердения автоклавных материалов. Классификация гидросиликатов кальция по Боггу и Тейлору, основные принципы классификации. Свойства гидросиликатов кальция, изменение свойств гидросиликатов кальция при увлажнении и высушивании, карбонизации и нагревании.

Выбор режима автоклавной обработки для различных автоклавных материалов. Процессы, протекающие на каждой стадии автоклавной обработки кирпича и их роль в нарастании прочности кирпича. Процессы твердения автоклавных минералов при использовании отходов производств.

Автоклавы, устройство и работа. Характеристика автоклавов. Теплообмен в автоклаве. Тепловой баланс автоклава. Способы снижения расхода тепловой энергии в производстве.

Способы интенсификации автоклавной обработки и повышения качества изделий. Техничко-экономическая эффективность производства вяжущих с использованием техногенных продуктов.

*Модуль 3. Технология асбестоцементных изделий.* Классификация изделий: волнистые, прессованные и непрессованные плоские листы, трубы. Область их применения. Требования ГОСТ к характеристикам изделий. Сырьевые материалы и требования к ним

Технология производства асбестоцементных изделий. Технологические процессы – формование и твердение изделий. Оборудование, его эксплуатация.

Оценка эффективности производства асбестоцементных изделий. Использование отходов производства асбестоцементных изделий в производстве различных материалов.

#### 4. Перечень рекомендуемой литературы

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. 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)
3. Борисов И.Н. Управление процессами агломерации материалов и формирования обмазки во вращающихся печах цементной промышленности. – Белгород: Изд-во «Белаудит», 2003. – 112 с.
4. 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., Шамшуrow В.М.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – 34 с.
5. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205; 280201 / Тимошенко Т.И., Шамшуrow А.В., Классен В.К., Шамшуrow В.М. Киреев Ю.Н.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006. –35 с.
6. 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)
7. Кудеярова Н.П. Вяжущие автоклавного твердения (учебное пособие) - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2005.- 131 с., (Допущено УМО вузов РФ по образованию в области химической технологии и биотехнологии в качестве учебного пособия)
8. Кудеярова Н.П. Технологические расчеты при проектировании заводов силикатного кирпича. Белгород.: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2010г.103 с.
9. Кудеярова Н.П. Технология вяжущих и композиционных материалов. Лабораторный практикум. Белгород.: Изд-во БГТУ им. В.Г Шухова, 2013г. 63 с.
10. Берней И.И., Колбасов В.М. Технология асбестоцементных изделий. – М.: Стройиздат, 1985. – 400 с.
11. Тимашев В.В., Гризак Ю.С. Технология асбестоцементных изделий. – М.: Стройиздат, 1979. – 330 с.
12. Киреев Ю.Н., Морозова И.А. Технология асбестоцементных изделий. – Белгород: БГТУ, 2012. – 95 с.

#### Дополнительная литература

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. –М.:Высш.школа, 1980. – 72 с.
2. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. – Красноярск: Стройиздат, 1994. – 322 с.
3. Классен В.К. Технологические схемы, оборудование, видеофильмы по новейшим достижениям цементной технологии (*электронный вариант*).– Белгород: 2006.– (Видеофильмы – 6, схемы процессов и оборудования – 150, конструкции оборудования и отдельных узлов – 50.

4. Дешко Ю.И., Креймер И.В., Крыхтин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. – М.: Стройиздат, 1966. – 290 с.
5. Дешко Ю.И., и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей. – М.: Стройиздат, 1966. – 242 с.
6. Проектирование цементных заводов (под ред. Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). – С-П: Изд-во «Синтез», – 1995. – 445 с.
7. Дуда В. Цемент. Ч.1- М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
8. Вальберг Г.С. и др. Интенсификация производства цемента. – М.: Стройиздат, 1971. – 145 с.
9. Технология асбестоцементных изделий: метод. указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 25.08. – Белгород: БелГТАСМ, 1995. – 90 с.
10. Соколов П.Н. Технология асбестоцементных изделий. – М.: Госстройиздат, 1968. – 292 с.

#### Справочная и нормативная литература

1. 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”.
2. Материалы Международного конгресса по цементной технологии на английском языке: VDZ – 2002. – 520 с. (текстовый и *электронный варианты*).
3. Обзорные информации отраслевых научно-исследовательских институтов. Сборники трудов научных конференций и конгрессов по вопросам химической технологии вяжущих материалов.
4. 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.