

Введение: Разработаны технологические принципы производства бесцементных строительных материалов, с применением высококонцентрированных вяжущих систем[1].

Модификация высококонцентрированных вяжущих систем силикатного состава, состоящими из органических добавок на основе минеральных добавок происходит существенное улучшение характеристик исходных высококонцентрированных вяжущих систем и формовочных систем на их основе[4].

Выявлены закономерности процесса упрочнения строительного материала на основе высококонцентрированных вяжущих систем посредством химического активирования контактных связей. Отмечен более высокий уровень реакционной способности исходной системы как на стадии формирования кристаллизационных контактов в системе высококонцентрированных вяжущих систем, так и на стадии взаимодействия с зернами заполнителя, что связано прежде всего с комплексной оптимизацией структуры фазы системы[2].

2.Анализ литературных данных и постановка проблемы. Разработан новый вид бесцементного строительного материала на основе тонкомолотого кварцевого сырья, применение которого для производства штучных стеновых строительных изделий позволяет значительно снизить ресурсо- и энергоемкость строительной индустрии[3].

Изучены особенности упрочнения формовочных систем на модифицированном вяжущем. Выявлен следующий характер закономерности по сравнению с аналогичными материалами на основе немодифицированной. Высококонцентрированных вяжущих систем, данные системы набирают до 90 % прочности 30 40 минут. Механическая прочность упрочненного материала на основе модифицированного вяжущего выше аналога на 40 – 45 %.

Разработан способ послойного формования, позволяющий создать прочную переходную межслоевую контактную зону уже на стадии изготовления изделия, которая исключает возможность расслоения при формовании, что способствует образованию бездефектной монолитной структуры многослойного изделия[5].

3.Цель и задачи работы. Разработка энергосберегающей и экологически чистой технологии производства бесцементных строительных материалов на основе высококонцентрированных вяжущих систем кварцевого песка, позволяющей получить высокоэффективные современные строительные изделия[6].

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи.

- разработка модели уплотнения экспериментальных формовочных систем, позволяющих провести их оптимизацию по заданным характеристикам вяжущего и его содержанию в формовочной системе;

- разработка технологических принципов производства многослойных строительных изделий с применением высококонцентрированных вяжущих систем кремнеземистого состава.

4.Лабораторные исследования высококачественных многослойных стеновых материалов.

Кремнезем, являясь самым распространенным веществом в природе, служит основным сырьем при производстве силикатных строительных материалов.

Высококонцентрированные вяжущие системы представляют собой минеральные водные дисперсии, получаемые преимущественно мокрым измельчением природных или техногенных кремнеземистых, алюмосиликатных или других материалов. В условиях высокой концентрации твердой фазы, повышенной температуры и предельного разжижения. Следует отметить, что высококонцентрированных вяжущих систем до настоящего времени используется только для производства огнеупоров.

Важным показателем высококонцентрированных вяжущих систем, определяющим возможность эффективного уплотнения формовочных систем на их основе, является характер их реологического течения. Последний в значительной степени можно регулировать добавками глины и комплексного модификатора.

В качестве исходных материалов для получения смешанных суспензий, в работе применяли различные виды кварцевых песков и кварцитопесчаников.

Добавка глины вводилась в высококонцентрированных вяжущих систем кварцевого песка в виде предварительно полученной суспензии, в виде порошка или раствора.

В качестве природного заполнителя для многослойного композиционного материала выступает кварцевый песок, заполнители техногенного характера – отходы (отходы производства керамзита, бой керамической плитки и кирпича, пенополистирол, древесные стружки, опилки, минеральное волокно как армирующий материал и т д).

Важнейшими особенностями новых бесцементных материалов являются низкая пористость и высокие физико - механические характеристики.

В качестве заполнителей для основного слоя в исследованиях применяли полидисперсный кварцевый песок с $d_{\max} = 2$ мм и кварцитопесчаник с $d_{\max} = 5$ мм. Учитывая, что заполнитель является плотным, то для получения строительного изделия требуется, прежде всего, предельно повысить его содержание в формовочной смеси.

Основные характеристики суспензий и физико - механические свойства образцов на их основе, определяли по стандартным методикам.

Изменение микроструктуры пластифицированной высококонцентрированных вяжущих систем кварцевого песка при ее дополнительной модификации комплексным дефлоркулянт. Следует отметить, что при комплексной модификации происходит

снижение поверхностного натяжения на границе раздела фаз, что ведет к пептизации до первичных агрегатов поверхности частиц твердой фазы пластифицированной высококонцентрированных вяжущих систем.

При дополнительном использовании комплексного уплотнения системы будет происходить более эффективно (примерно на 30 %). При использовании пластифицирующей добавки значение пористости прессовки находится в пределах от 12 до 30 %. При использовании комплексной добавки интервал сокращается от 10 до 20 %. Так установлено, что в формовочной системе с пластифицирующей добавкой, одновременное увеличение содержания количества комплексного дефлокулянта позволит увеличить количество технологических вариантов получения меньшей пористости готового изделия.

Расположение поверхностей отклика подтверждает, что комплексный дефлокулянт интенсифицирует процессы, происходящие при формировании образцов и при одних и тех же условиях уплотнение системы происходит более эффективно.

При увеличении давления, влияние содержания пластифицирующей и модифицирующей добавки и массовой доли вяжущего при уплотнении системы возрастает, а влияние фактора влажности - убывает.

При совместной модификации высококонцентрированных вяжущих систем глиной и комплексным дефлокулянт, удельное давление прессования снижается в 5 - 6 раз при равных значениях пористости прессовки.

Разработан способ получения многослойных строительных изделий на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения.

Предложены три варианта способа изготовления многослойных изделий (безобжиговый, обжиговый на основе модифицированной и пластифицированной высококонцентрированных вяжущих систем). Способ получения формовочной смеси для несущих функциональных слоев строительного изделия. Способ получения теплоизоляционного материала и разработаны конструкции многослойных изделий.

Для большинства многослойных изделий применялась дополнительная операция по упрочнению, которая заключалась в выдержке высушенного материала в щелочной среде.

Полуфабрикат, подвергаемый упрочнению по рассматриваемому механизму, обладает капиллярно - пористым строением, развитой поверхностью раздела и повышенной межфазной энергией на поверхности тонкоизмельченных частиц (последнее связано с дефектностью структуры) Благодаря этому обеспечивается сравнительно быстрый процесс насыщения материала раствором и повышенная реакционная способность системы, определяющая кинетику и степень упрочнения.

Полученные результаты свидетельствуют, что простое окунание в упрочняющий раствор, дает увеличение прочности образцов в 1,5 раза.

Максимальная прочность образцов достигается через 5 часов выдержки в растворе.

В процессе работы было установлено, что существенное повышение механической прочности образцов в высушенном состоянии достигается дополнительным введением в формовочную систему небольшой (0,5 – 1 %) добавки порошка тонкоизмельченной силикат - глыбы (так называемое объемное упрочнение). Эта операция применялась в основном для крупногабаритных изделий.

Следует отметить, что при использовании варианта технологии, предусматривающего термообработку материала (при температурах 700 – 800 °С), на исследуемых образцах, отмечается существенное понижение пористости и повышение прочности на сжатие в 2 раза (56 – 60 МПа).

Выявлен следующий характер закономерности по сравнению с аналогичными материалами на основе высококонцентрированных вяжущих систем, данные системы набирают до 90 % прочности в первые 30 - 40 минут. Механическая прочность упрочненного материала на основе модифицированного вяжущего выше аналога на 40 – 45 %.

Существенное повышение основных прочностных характеристик материала на основе высококонцентрированных вяжущих систем в результате операции упрочнения. Матричная система на основе модифицированной высококонцентрированных вяжущих систем имеет более высокий уровень реакционной способности как на стадии формирования кристаллизационных контактов в самой системе, так и на стадии взаимодействия с зернами заполнителя. Снижение исходной пористости (более плотная структура) как самой матричной системы (модифицированной высококонцентрированных вяжущих систем), так и полуфабриката на ее основе безусловно способствует более высокому уровню водостойкости материала.

Добавка глинистой составляющей высококонцентрированных вяжущих систем способствовала созданию структурно-механического барьера. Механизм комплексной оптимизации высококонцентрированных вяжущих систем также не должен способствовать повышению водостойкости материала, но это не так. При комплексной модификации высококонцентрированных вяжущих систем как матричной фазы, глинистые частицы концентрируются лишь на контактной зоне, потому как идет пептизация до первичных агрегатов как поверхности частиц твердой фазы высококонцентрированных вяжущих систем, так и самой глинистой составляющей. Толщина адсорбционного слоя уменьшается в 10 и более раз. В конечном итоге, это способствует формированию более плотной структуры самой системы без внутренних дефектов, захваченного воздуха и свободной («лишней») воды. Соответственно и материалы на данном вяжущем также будут иметь более высокую плотность, прочность и водостойкость.

На прочность полуфабриката существенное влияние оказывает исходный состав формовочных смесей, способ формования и пористость материала.

По мере уплотнения формовочной системы по объемной доле заполнителя с понижением твердением уменьшается зазор между зернами заполнителя и,

соответственно, толщина прослойки вяжущего. При достаточно низких значениях толщина этой прослойки может понижаться до 5 – 10 мкм. При этом на контактах частиц «выжимаются» крупные частицы и концентрируются мелкие. Процесс же упрочнения, как уже отмечалось ранее, существенно ускоряется по мере повышения дисперсности частиц твердой фазы.

На стадии сушки в материале, происходят процессы, изменяющие виды связей в пространственных структурах точечных контактов до широкого «срастания» по межкристаллическим границам, что сопровождается значительным ростом прочности.

Разрушение безобжиговых материалов, упрочненных по рассмотренному механизму, происходит не только по контактными связям, но и по объему исходных зерен. Поэтому при равных значениях пористости, прочность данных материалов может быть значительно (в 2 - 3 раза) выше по сравнению с обжиговыми материалами того же состава. Последнее предположительно объясняется как залёживанием дефектов в процессе регенерации растворенной твердой фазы, так и отсутствием термических напряжений. Разработанный способ позволяет создать прочную переходную межслоевую контактную зону уже на стадии изготовления изделия, которая позволяет исключить возможность расслоения при формовании изделия, что способствует образованию бездефектной монолитной структуры многослойного изделия. В результате эти изделия имеют более высокий уровень технологичности и технико-эксплуатационных свойств. Предложенные способы формования позволяют получать данные изделия без дополнительного усложнения технологии.

Разработанный способ обладает пониженной энергоемкостью, экологической безопасностью, простотой технологического цикла. Кроме того, возможно использование дешевого, доступного сырья, а также сырья техногенного происхождения, а в качестве заполнителя зернистого материала с низкой средней плотностью.

Разработана технологическая схема производства многослойных стеновых изделий.

Проведена предварительная сопоставительная оценка стоимости 1м^3 материала, полученного по разработанной технологии, которая позволила сделать заключение об экономичности данных материалов по сравнению со стеновыми мелкоштучными изделиями, керамзитобетонными блоками и пенобетонными блоками.

Выводы

1. Изучены реологические характеристики модифицированных высококонцентрированных вяжущих систем и установлены их особенности. Рассмотрена взаимосвязь изменения агрегативной устойчивости высококонцентрированных вяжущих систем с фазовыми взаимодействиями в системе при формовании изделий.

2. На основе нового типа вяжущего разработаны составы для многослойных стеновых изделий с использованием материалов для получения различных функциональных слоев конструкционных, отделочных, теплоизоляционных. Установлены оптимальные составы пластифицированных и модифицированных

высококонцентрированных вяжущих систем, предложены графические и аналитические зависимости, позволяющие прогнозировать получение материала с заданными свойствами.

3. Разработанная технология получения изделий обеспечивает конструкциям из них высокую термическую стойкость (до 1200 °С) и огнестойкость, которая обусловлена особенностями негидратационного принципа твердения высококонцентрированных вяжущих систем.

4. На основании использованного послойного формования и особенности уплотнения системы на модифицированном вяжущем высококонцентрированных вяжущих систем установлено, что совместная модификация вяжущего глиной и органоминеральной добавкой позволяет в 5 - 6 раз снизить давление прессования (с 500 до 100 МПа) и на 30 % снизить формовочную влажность при виброформовании при обеспечении высокой прочности изделий (20 – 25 МПа).

5. Разработан способ получения многослойных строительных изделий на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения, что позволяет повысить эффективность технологического процесса за счет существенного сокращения сроков изготовления многослойных изделий с обеспечением высоких технико-эксплуатационных характеристик механической прочности, пористости, плотности, морозостойкости.

6. Экономическая эффективность внедрения многослойных стеновых изделий достигается за счет исключения цемента, сокращения сроков изготовления многослойных изделий, использования техногенного и дешевого местного сырья. Стоимость 1 м³ формовочной массы предлагаемого изделия в 3,5 - 5 раз ниже стоимости формовочных масс применяемых стеновых изделий.

Литература

1. Баженов Ю. М., Шубенкин П. Ф., Дворкин Л. И. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. — М. : Стройиздат, 1986. — 56 с.

2. Болдырев А. С., Добужинский В. И., Рекитар Я. А. Технический прогресс в промышленности строительных материалов. — М. : Стройиздат, 1980. — 399 с.

3. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Заповнювачі для бетону: Підручник. — К.: ФАДА ЛТД, 2001. — 399 с.

4. Котов М. И., Клаусон В. Р., Эвинг П. В. Направления технического прогресса в производстве автоклавных материалов // Строит. Материалы — 1985. — № 12. — С. 4...6.

5. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе: Справ, пособие / Под ред. Ю. П. Горлова — М. : Стройиздат, 1987, — 304 с.

6. Экономия цемента в строительстве / Под ред. Э.Б. Энтина. — М.: Стройиздат, 1985. — 200с.

