

Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих в зависимости от генезиса кремнеземсодержащего компонента

к.т.н. доцент Шушкевич В.І доцент Теліченко А.І. асистент Теліченко Н.А.

Постановка проблемы в общем виде: Как известно, при производстве строительных материалов основная часть затрат приходится на сырьевые и топливно-энергетические ресурсы. При этом наиболее энергоемким технологическим переделом является тепловая обработка, доля которой составляет около 70 % от энергозатрат.

Из сырьевых ресурсов основной вклад в себестоимость конечной продукции вносят вяжущие, снижения затрат на которые можно достичь за счет использования тонкомолотых многокомпонентных цементов (ТМЦ) и вяжущих низкой водопотребности (ВНВ). В настоящее время разработана широкая номенклатура композиционных вяжущих (КВ), где в качестве кремнеземистого компонента применяется сырье как природного, так и техногенного происхождения. Однако процессы структурообразования композитов в условиях тепловой обработки на их основе изучены недостаточно, что затрудняет процесс внедрения КВ на заводах ЖБИ и ЖБК, которые до сих пор не могут обойтись без ускорения твердения методом тепловлажностной обработки (ТВО) или автоклавирования.

В связи с этим исследование процессов структурообразования композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья различного генезиса, приобретает особую актуальность.

Анализ последних исследований и публикаций. В основу создания высокоэффективных вяжущих положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторых других приемов.

В целом факторы, которые влияют на активность композиционных вяжущих и как следствие - на свойства изделий на их основе, можно разделить на три основные группы. Условия твердения относятся к технологическим факторам, однако рассматривать их воздействие на активность КВ необходимо только в совокупности с генетическими и рецептурными факторами.

Формулировка целей статьи. Оптимизация режимов твердения изделий, изготовленных с использованием композиционных вяжущих на основе кремнезем - содержащего сырья различного генезиса.

Изложения основного материала. Характер зависимости процессов структурообразования композиционных вяжущих от вида, количества кремнезем -содержащего компонента и условий твердения. При использовании генетически активированного за счет геологических и техногенных процессов сырья процессы синтеза новообразований происходят при пониженных энергозатратах, что позволило осуществить ранжирование кремнеземсодержащего сырья по степени снижения эффективности в качестве компонента композиционных вяжущих, твердеющих в различных условиях.

Закономерности изменения энергоемкости изготовления ТМЦ-50 в зависимости от генезиса кремнеземсодержащего компонента и условий помола, заключающиеся в том, что при различной размолоспособности компонентов большая часть энергии тратится на диспергирование более мягких составляющих, которые препятствуют разрушению минералов с большей твердостью. Это позволило предложить двухстадийную технологию помола компонентов, что обеспечило существенное снижение энергоемкости при производстве вяжущих.

Характер синергетического действия происхождения, количества кремнеземсодержащего компонента и условий твердения на эксплуатационные характеристики изделий, изготовленных с использованием композиционных вяжущих, что позволило предложить принципы проектирования параметров тепловлажностной обработки для различных видов вяжущих.

Получены закономерности изменения прочности композиционных вяжущих в зависимости от генезиса кремнеземсодержащего компонента, его количества и параметров тепловлажностной обработки, позволяющие судить о снижении энергозатрат при обеспечении оптимальных условий твердения от композиционных вяжущих с содержанием клинкерной составляющей 10-30 % (автоклавная обработка) до композиционных вяжущих с содержанием клинкерной составляющей 50-70 % (тепловлажностная обработка).

Предложены оптимальные режимы твердения изделий на основе композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья различного генезиса.

Кремнеземсодержащие компоненты КВ проранжированы по степени их эффективности в качестве сырья для производства КВ в зависимости от условий твердения.

Подобраны составы мелкозернистых бетонов и предложена технологическая схема производства стеновых камней с учетом использования композиционных вяжущих и оптимизации условий твердения.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

До последнего времени в качестве кремнеземсодержащих КВ и выступали природные кварцевые пески, месторождения которых ограничены. В течение XX в. образовались огромные

месторождения техногенных песков, широкомасштабное использование которых может принести существенный экологический и экономический эффект.

Среди техногенных песков, выделяют четыре класса: хемогенные, биогенные, механогенные и пирогенные.

Наиболее крупнотоннажными являются последние два вида песков; запасы месторождений первых двух пока незначительны, не имеют практического применения в качестве сырья для производства композиционных вяжущих.

С целью исследования влияния генетического фактора на процессы структурообразования композиционных вяжущих, твердеющих в различных условиях, в качестве объектов исследования были выбраны четыре разновидности песков, входящие в различные генетические группы:

осадочные (природные) - кварцевый песок

магматические (природные) - полнокристаллический вулканический пепел

метаморфические (техногенные) - отсев дробления кварцитопесчаника зеленосланцевой степени метаморфизма;

пирогенные (техногенные) - отход производства керамзитового гравия, образующийся на стадии сортировки.

Основной особенностью техногенных песков с точки зрения их использования в КВ является их химико-минеральный состав. Анализ минералогического состава показал, что основным порообразующим минералом исследуемого сырья является кварц, исключение составляет вулканический пепел, который представлен в основном полевыми шпатами. Согласно данным химического анализа основным соединением является оксид кремния и оксид алюминия. При этом наиболее развитой поверхностью и полидисперсным составом частиц отличаются керамзитовая пыль и вулканический пепел.

Для выявления степени влияния генезиса исследуемых пород на скорость нарастания удельной поверхности и как следствие - на энергоемкость получения композиционных вяжущих проводилось сопоставление длительности изготовления ТМЦ-50 при совместном и раздельном помоле компонентов на вибрационной лабораторной мельнице.

Совместный помол производился одностадийно до удельной поверхности 500-550 м²/кг. Раздельный - в две стадии: на первой - кремнеземсодержащий компонент молотся до удельной поверхности 300-350 м²/кг; на второй - добавлялся цемент и с целью достижения однородности смеси производился домол до 500-550 м²/кг. При использовании керамзитовой пыли совместный помол не осуществлялся, что обусловлено ее высокой начальной удельной поверхностью (630 м²/кг).

Следует также отметить, что при введении в систему суперпластификатора характер нарастания прочности при содержании кремнеземистого компонента 10-20 % изменяется. Так, разница в прочности между ТМЦ-10, ТМЦ-20 с использованием керамзитовой пыли и кварцитопесчаника и ТМЦ-10, ТМЦ-20 с применением кварцевого песка и вулканического пепла составляет 70-74 %, в то время как для ВНВ-10, ВНВ-20 - 30-40 %. Возможно, данный факт можно объяснить тем, что введение суперпластификатора способствует снижению воздействия деструктивных процессов и более раннему формированию оптимальной структуры ВНВ в сравнении с ТМЦ. В результате этого в вяжущих с использованием более активных кремнеземсодержащих компонентов происходит перекристаллизация новообразований, ведущая к сбросу прочности.

На основании изложенного выше, можно предположить, что для формирования оптимальной структуры ВНВ-10 и ВНВ-20 с использованием керамзитовой пыли и кварцитопесчаника необходимо снизить давление авто-клавирования или сократить длительность изотермической выдержки. В то же время для ТМЦ-10 и ТМЦ-20 с использованием кварцевого песка и вулканического пепла оптимальным будет увеличение длительности изотермической выдержки.

В аналогичных образцах вяжущих, твердеющих при температуре изотермической выдержки 70 °С, видны новообразования, которые образуют сетку, заполняющую анизометричные поры, за счет чего достигается плотная микроструктура материала, предопределяющая высокую прочность при сжатии. Подобные игольчатые новообразования наблюдаются в образцах, твердеющих при температуре изотермической выдержки 85 °С, при этом для вяжущих, прошедших ТВО при 55 °С характерна рыхлая структура, представленная плохо раскристаллизованными и, вероятнее всего, рентгеноаморфными новообразованиями и пластинами портландита.

Вывод. Характер зависимости процессов структурообразования композиционных вяжущих от вида, количества кремнеземсодержащего компонента и условий твердения. При использовании генетически активированного за счет геологических и техногенных процессов сырья процессы синтеза новообразований происходят при пониженных энергозатратах, что позволило осуществить ранжирование кремнеземсодержащего сырья по степени снижения эффективности в качестве компонента композиционных вяжущих, твердеющих в различных условиях.

Литература

1. Алфимова, Н. И. Повышение эффективности использования техногенного сырья при производстве композиционных вяжущих / Н. И. Алфимова, Я. Ю. Вишневская, Ф. А. Наваретте Белое, П.В. Трунов // Проблемы инновационного и социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 8-9 окт. 2009 г. / Брянская гос. инж.-техн. акад.- Брянск, 2009. -С. 77-79.
2. Вишневская, Я. Ю. Влияние температуры изотермической выдержки на свойства композиционных вяжущих / Я. Ю. Вишневская, Н. И. Алфимова, М. А. Попов // Наука и молодежь в начале нового столетия: сб. мат. конф. III Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 8-9 апр. 2010 г. / Губкинский филиал Белгор. гос. технол. ун-т. - Губкин: Изд-во БГТУ, 2010. - С. 40-42.
3. Вишневская, Я. Ю. Особенности тепловлажностной обработки в зависимости от состава композиционного вяжущего / Я. Ю. Вишневская, Н. И. Алфимова // Строительство-2010: Междунар. науч.-практ. конф., Ростов н./Д, 15-17 апр. 2010 г. / Рост. гос. строит, ун-т. - Ростов н/Д, 2010. -С. 126-127.
4. Модифицированное вяжущее / Н. И. Алфимова, П. В. Трунов, Я. Ю. Вишневская и др. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2010. -№2. -С. 30-33.
5. Алфимова, Н. И. Повышение эффективности композиционных вяжущих за счет использования отходов производства керамзита и оптимизации режимов твердения / Н. И. Алфимова, Я. Ю. Вишневская, В. С. Черкасов // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов (XIX научные чтения): Междунар. Науч.-практ. конф., Белгород, 5-8 окт. 2010 г. -Белгород : Изд-во БГТУ, 2010. - 4.1. - С. 36-38.