

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ И КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩЕГО ТЕПЛОВУЮ ОБРАБОТКУ

Яцин Н.С.

СиБАДИ

г. Омск

Увеличение объемов строительства выдвигает новые требования к разнообразию строительных материалов и к снижению затрат на их производство. Основным фактором, влияющим на стоимость производства кирпича и стеновых блоков, определяется энергозатратами и наличием печных мощностей.

Чтобы снизить стоимость строительных материалов необходима новая технология с коренным изменением подхода к снижению потребления энергии. Предлагаемая технология производства позволяет решить эти проблемы.

Цель работы заключается в том, чтобы используя технологию металлургического производства и перенеся ее в строительство, можно было сократить затраты на производство строительных блоков и кирпича примерно на 30%. Это должно улучшить качество возводимых объектов, сократить сроки на строительство и в целом поднять уровень строительства нашей страны. В литейных цехах изготовление песчано-глинистых форм основано на химическом отверждении без тепловой обработки. Природа литейных формовочных составов и строительных материалов основана на одинаковых компонентах, что позволяет заимствовать элементы технологии и применять их в строительной технике.

Прочность строительных смесей зависит от прочности пленки связующего, которая обусловлена его структурой. Можно полагать, что получение прочной пленки связующего при минимальном содержании жидкого стекла в смеси обеспечит возможность правильного соотношения технологической и остаточной прочности смеси.

Для их сравнения использовали упрочняемые различными способами смеси, состоящие из формовочного песка ЗК02А Новинского карьера и 0.5-7% жидкого стекла ($M=2.6$). Опытные смеси приготавливали в лабораторных бегунах. Постоянную влажность (3.5%) смесей поддерживали добавлением воды. Длительность перемешивания смеси

после введения жидкого стекла составляет 2.5 мин. Стандартные образцы упрочняли тремя способами: продувкой (продолжительность 1 минута) углекислым газом; введением в смесь 4% феррохромового шлака; продувкой (продолжительность 1 минута) воздухом, нагретым до 260-300 градусов. После введения шлака смеси перемешивали в течение 1 минуты.

При упрочнении стандартных образцов горячим воздухом использовали специальную установку, обеспечивающую нагрев и подачу сжатого воздуха в патрон, в котором размещался стандартный образец. Часть образцов, упрочненных указанными способами, испытывали на прочность при сжатии и на осыпаемость для оценки их технологической прочности. Остальные образцы сначала выдерживали в печи при 800 градусах в течение 1 ч с последующим охлаждением с печью со скоростью 2-3 градуса в минуту, а затем так же испытывали на ? для оценки их остаточной прочности.

При упрочнении образцов CO_2 необходимая технологическая прочность (1.5-1.9 МПа) и незначительная осыпаемость (до 0,05 %) обеспечиваются содержанием 5-7 % жидкого стекла в смеси, при котором, однако, остаточная прочность образцов становится весьма высокой (до 6.6 МПа). Аналогичная картина наблюдается так же при упрочнении смесей за счет добавки феррохромового шлака. В этом случае остаточная прочность имеет несколько меньшее значение (1.1-2.4 МПа), что, по-видимому, связано с присутствием в смеси шлака, препятствующего прочному спеканию жидкого стекла с формовочным песком.

При упрочнении смеси горячим воздухом необходимая технологическая прочность (2.1 МПа) образцов и незначительная осыпаемость (0.04%) достигаются уже при содержании жидкого стекла 1.5% (остаточная прочность составляет всего 0.14 МПа)

Проведенное исследование показывает, что наиболее низкое содержание жидкого

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ И КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩЕГО ТЕПЛОВУЮ ОБРАБОТКУ

стекла в смеси, обеспечивающее получение необходимой технологической прочности горячим воздухом. Продолжительность продувки практически совпадает с длительностью отверждения стержней при CO_2 -процессе. Относительно высокая технологическая прочность достигается за счет формирования вокруг зерен песка высокопрочной стекловидной пленки жидкого стекла, а сравнительно малая остаточная прочность, по-видимому, является следствием недостаточной для интенсивного взаимодействия с песком концентрации жидкого стекла.

В процессе упрочнения смесей углекислым газом формируется малопрочная пленка геля кремниевой кислоты. Поэтому, чтобы обеспечить необходимую технологическую прочность, требуется вводить в смесь большое количество жидкого стекла, вызывающего прочное спекание смеси при высоких температурах. Аналогичная картина наблюдается при вводе феррохромового шлака.

С целью улучшения прочностных характеристик смесей с техническими лигносульфонатами (ЛСТ), отверждаемых конвективной сушкой, используют связующие КО, УСК-1, СКТ-10, СКТ-11. При 220-240 градусах прочность смесей в зависимости от соотношения содержания в них ЛСТ и, например, связующего КО можно регулировать в пределах 1.2-1.95 МПа (или 0.6-1.46 МПа, если связующее СКТ-10). Это позволяет изготовить стержни со второго по пятый класс сложности.

Существенными недостатками смесей с указанными связующими являются необходимость длительной сушки, токсичность, а так же высокая газотворность. В качестве активаторов технических лигносульфонатов наряду с указанными связующими целесообразно использовать светлые нефтепродукты - уайт-спирит, бензин и другие. При содержании их в связующей композиции 2.5-7.5% и температуре отверждения 275-325 градусов процесс отверждения стержней ускоряется. Вследствие получения при активации сравнительно низкой прочности в сыром состоянии (6-6.4 кПа) улучшаются условия для изготовления стержней пескодувным способом.

При активации технических лигносульфонатов минеральными кислотами максимальная прочность зависит от вида ЛСТ, концентрации активатора и температуры обработки смесей. Для наиболее распространенных натриевых ЛСТ активаторами являются серная, фосфористая и ортофосфористая кислоты. Максимальные значения прочности

получены на смесях с натриевыми ЛСТ и H_3PO_4 после отверждения при 300 градусах, а так же с H_3PO_4 – при 350 градусах. В смеси содержалось 0.25% активаторов. Для смесей, отверждаемых в нагреваемой оснастке, наиболее целесообразно применение 1.5% H_3PO_4 . После отверждения при 300-350 градусах прочность достигает 2-2.15 МПа, а продолжительность упрочнения сокращается по сравнению с исходными неактивированными ЛСТ в 2.5-3 раза. Для смесей с техническими лигносульфонатами, отверждаемыми на воздухе, наибольшие значения прочности (2.2 МПа) получены с фосфористой кислотой.

Небольшая продолжительность отверждения смесей с неактивными ЛСТ в холодной оснастке обусловлена высоким (более 50%) содержанием воды и низкой упругостью ее насыщенного пара при 10-30 градусах. При замещении части воды в ЛСТ этанолом продолжительность отверждения смесей сокращается на 50-70%.

Прочностные свойства смесей не будут снижаться и при использовании предварительно смешанных с наполнителем порошкообразных ЛСТ и растворителя (смесь воды с этанолом). Замещение части воды легколетучим растворителем и концентрирование технических лигносульфонатов можно осуществлять в связующем или в смеси.

Ускоренному удалению растворителя из смеси способствует вакуумирование. В зависимости от способа отверждения и состава смеси выбирают режим вакуумирования, при котором продолжительность достижения максимальной прочности смесей с исходными техническими лигносульфонатами снижается в 9 раз (с 18 до 2 ч), а максимальная прочность возрастает в 3 раза, достигая 0.42 МПа.

Вакуумирование при 7-20 гПа смеси, содержащей 50% порошкообразных ЛСТ и водо-этанольный растворитель, позволяет сократить продолжительность отверждения в 7 раз (с 4 до 0.55 ч). При этом прочность увеличивается в 2.3 раза и составляет 1 МПа.

В случае вакуумирования смесей с ЛСТ активированной смолой Фуритол-107 (оптимальная концентрация связующей композиции 4%, из них 2.8% ЛСТ и 1.2% смолы), отверждение ускоряется и улучшаются прочностные свойства: максимальная прочность = 0.96/1.26 МПа достигается за 2-3 часа. Заканчивая операцию вакуумирования достижением манипуляторной прочности, можно сократить время твердения до 3-5 минут, осуществляя дальнейшее отверждение на воздухе.

Практическая ценность данной технологии заключается в том, что её можно применять в любых условиях и в регионах с ограниченным потреблением электроэнергии. Студенческие отряды могут развернуть производство кирпича непосредственно в той сельской местности, где они ведут строительство. Экономическая эффективность складывается из следующих параметров: исключается печное оборудование, не нужен газ, мазут и электроэнергия, сокращается цикл производства. Стоимость кирпича и стеновых блоков значительно снижается. Сокращаются сроки строительства.

План коммерциализации складывается из возможности продавать состав и технологию производства, обеспечивать внедрение в различных организациях, конструирование и изготовление пресса для формовки кирпича с дальнейшим изготовлением автоматической линии, изготовление и расфасовка смеси с дальнейшей реализацией потребителю. Таким образом, складывается целая цепь от разработки до внедрения с последующим оснащением оборудованием и вовлечении

студентов в проектные работы, во внедренческие работы, изготовление оснастки и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Плеханова И.А., Ваганов В.В. Разработка строительных материалов на основе ХТС. Материалы 2-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. Книга 2. СибАДИ, 2007, стр.149-154.
2. 2. Ращупкина М.А. Эффективное использование золоминерального вяжущего в производстве бетона. Материалы 2-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. Книга 2. СибАДИ, Омск. 2007, стр.154-158.
3. 3. Расщупкин Р.А. Упруго-пластическая деформация при внешнем трении. Межвузовский сборник трудов молодых учёных, аспирантов и студентов. СибАДИ 2008, Омск, стр.136-140.
4. 4. Ращупкина М.А. Предпосылки применения золы гидроудаления в бетонах. Межвузовский сборник трудов молодых учёных, аспирантов и студентов. СибАДИ 2008, Омск, стр. 245-248.
5. 5. Расщупкин Р.А. Структурно-энергетические условия повышения абразивной износостойкости. Межвузовский сборник трудов молодых учёных, аспирантов и студентов. СибАДИ 2008, Омск, стр.248-252.