

*Вишневская Я. Ю., канд. техн. наук, н. с.,
Трунов П. В., аспирант,
Калатоци В. В., канд. техн. наук, доц.,
Бондаренко Д. О., студент,*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИБРОБЕТОНОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ*

vish-yana@yandex.ru

Мировая практика строительства показала, что фибробетон является одним из перспективных строительных материалов XXI века. Однако существует ряд факторов, сдерживающих его широкомасштабное внедрение в строительстве и, в частности, его относительно более высокая исходная цена по сравнению с обычным бетоном или железобетоном. В связи с чем рассмотрена возможность повышения эффективности применения фибробетонов за счет использования композиционных вяжущих в которых доля клинкерной составляющей может быть снижена в несколько раз.

Ключевые слова: *фибробетон, композиционные вяжущие, техногенное сырье*

Мировая практика строительства показала, что фибробетон является одним из перспективных строительных материалов XXI века. По своим свойствам он значительно превосходит обычный бетон, так прочность на растяжение увеличивается в 3-6 раз, прочность при сжатии в 3-4 раза, ударная прочность в 3-4 раза, и т.д. Опыт таких развитых стран, как США, Великобритания, Япония, Германия, Италия, Франция и Австралия, убедительно показал технико-экономическую эффективность применения фибробетона в строительных конструкциях и сооружениях.

Из зарубежного опыта особо следует выделить применение фибробетонов в дорожном и тоннельном строительстве, строительстве морских платформ и плотин, а так же в устройстве полов промышленных зданий, терминалов и т.п.

Следует отметить, что имеется достаточно широкий опыт применения фибробетона в отечественном строительстве. В опытно-промышленном порядке изготавливались и применялись сталефибробетонные сваи, плиты покрытий, кольца смотровых колодцев, лотки, складчатые панели покрытий, плиты пола, монолитные фундаменты и др.

За последние годы удалось организовать отечественное промышленное производство фибры стальной и из щелочестойкого стекла в объемах, позволяющих уже сейчас увеличивать в десятки раз применение фибробетона в отечественном строительстве. Однако такое увеличение в ближайшее время нельзя предвидеть из-за особенностей отечественной строительной экономики, которая ориентируется на более высокую цену фибробетона в сравнении с обычным и не учитывает его более высокие физико-механические свойства, долговечность, технологичность, большой межремонтный ресурс и т.п.

Важнейшим фактором не востребоваемости фибробетона в строительстве является его относительно более высокая исходная цена по сравнению с обычным бетоном или железобетоном [1, 2].

Одним из путей решения данной проблемы является снижение затрат на сырьевые компоненты. В частности, на базе БГТУ им. ВГ Шухова была рассмотрена возможность и доказана эффективность замены природного мелкого заполнителя на техногенные пески Курской магнитной аномалии [3-7].

Однако, как известно, основной вклад в себестоимость конечной продукции вносят вяжущие, снижение затрат на которые можно достичь за счет использования композиционных вяжущих (КВ), в которых доля клинкерной составляющей может быть снижена в несколько раз.

В связи с чем, представляется целесообразным рассмотреть возможность использования композиционных вяжущих в качестве сырья для производства фибробетона, что позволит не только снизить себестоимость конечных изделий, но и повысить их эксплуатационные характеристики.

Композиционные вяжущие обычно представляют собой смесь гидравлического вяжущего, активного минерального компонента и специальных добавок, усиливающих те или иные строительные свойства.

В настоящее время уже есть достаточно большое количество разработанных и апробированных в заводских условиях оригинальных в экономическом и экологическом аспектах вяжущих веществ [8-11].

Получение высокоэффективных вяжущих веществ нового поколения сегодня сопровождается использованием сложных составов компонентов с целью получения высококачественных

бетонов разного функционального назначения с улучшенными, а иногда и с принципиально новыми свойствами и определенной заранее заданной структурой. В основу создания таких вяжущих положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторые другие приемы [12–14].

Однако широкое внедрение в отечественное строительство композиционных вяжущих сдерживается рядом объективных и субъективных причин. Первой из которых является то, что в настоящее время для производства КВ все чаще в качестве минерального наполнителя используются техногенные пески, которые весьма разнообразны по своему происхождению, условиям формирования и дальнейшего преобразования, химико-минеральному составу, строению и свойствам. Природные пески представлены преимущественно кварцем, а техногенные пески включают в свой состав различные минералы. Необходимо отметить, что полиминеральность не однозначно влияет на их пригодность для производства композиционных вяжущих. С одной стороны, более низкое содержание кварца в составе техногенного песка вызывает некоторое снижение активности КВ, с другой же стороны, полиминеральный состав способствует снижению энергоемкости помола.

Помимо этого изготовление композиционных вяжущих связано не только с энергозатратами, но и с необходимостью контроля процесса помола, который оказывает существенное влияние на качественные характеристики КВ и изделий на их основе.

На настоящий момент получение КВ возможно двумя способами. В первом случае используется портландцементный клинкер, это возможно только тогда, когда выпуском композиционных вяжущих занимается цементный завод, при этом для помола используются те же мельницы, что и для изготовления портландцемента. Однако, на данный момент, такие производства отсутствуют, а их организация затрудняется большими затратами по переналадке оборудования.

Наиболее реальным и осуществимым в настоящее время является способ изготовления композиционных вяжущих путем домола товарного портландцемента с добавками.

Следует отметить что для обоих способов возможно осуществлять помол как одно- так и многостадийно.

Одностадийная схема подразумевает одновременную загрузку всех составляющих КВ и

их совместный помол. При этом не учитывается различие в гранулометрии и твердости компонентов, входящих в состав смеси, что может привести к повышению энергоемкости процесса, снижению показателей однородности размолотого материала и, как следствие, снижению качественных характеристик конечного продукта.

При многостадийной схеме все компоненты мелятся отдельно до удельной поверхности самого высокодисперсного (например, портландцемента) и далее производится их совместный домол до заданной удельной поверхности конечного продукта. При этом процесс изготовления усложняется в сравнении с одностадийной схемой, однако позволяет исключить ее недостатки.

Поэтому выбирая способ помола, необходимо оценивать энергозатраты и возможность получения высококачественного композиционного вяжущего. Следует учитывать, то что при использовании компонентов с различным гранулометрическим составом частицы больше подвержены агрегации, чем в материалах с более постоянными размерами частиц (например, кварц). Чем лучше размалывается материал, тем выше его склонность к агрегации. Поэтому во многих случаях взаимодействие компонентов при совместном помоле, которое зависит от их твердости и склонности к агрегации необходимо учитывать [15].

Необходимо отметить, что в настоящее время широкое применение фибробетонов на основе композиционных вяжущих в строительстве может быть достигнуто только в результате совместного взаимодействия научных и проектных организаций в согласии с организациями заказчиками объектов, эксплуатирующих их в дальнейшем. Для этого необходимо решить ряд задач:

1. Разработать концепцию использования композиционных вяжущих в качестве сырья для производства фибробетона.
3. Исследовать процессы структурообразования фибробетона на основе композиционных вяжущих и исследовать влияние их на фибру.
2. Разработать составы и исследовать физико-механические и реологические свойства фибробетона на основе композиционных вяжущих и различных фибр.
4. Оптимизировать составы и изучить свойства фибробетонов на основе композиционных вяжущих.
5. Разработать рекомендации и подготовить нормативную документацию для реализации результатов теоретических и экспериментальных исследований в промышленных условиях.

Исходя из того, что в основу разработки составов фибробетона заложена комплексность подхода к заполнителям, вяжущим и так далее, необходимо обеспечить единство процесса связывающего, материаловедческую базу, т.е. формирование дисперсно-армированных составов и организацией процесса применения его на производстве. В связи с чем необходим единый комплексный подход к проектированию и изготовлению дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов на техногенном песке и композиционных вяжущих, проектированию конструкций из них, оценке качества и обеспечения надежности и безопасности.

Таким образом, главное направление повышения эффективности фибробетонов за счет применения композиционных вяжущих должно быть обеспечено разносторонними физико-химическими подходами и методами оптимизации многофункциональной системы «композиционное вяжущее (глинкерная составляющая – минеральный наполнитель) – заполнитель – фибра – органическая добавка–вода», позволяющий варьировать параметрами при оптимизации состава фибробетона с целью повышения прочностных, деформативных и эксплуатационных характеристик композита.

**Работа выполнена в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы, грант № 14.В37.21.1487 и Гранта Президента Российской Федерации МК-5667.2013.8*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков В.И. Проблемы применения фибробетона в отечественном строительстве // Строительные материалы. 2004. №6. С. 12–13.
2. Горб А.М., Войлаков И. А. Фибробетон – История вопроса. Нормативная база, проблемы и решения // ALITInform международное аналитическое обозрение. 2009. №2. С. 34–43.
3. Лесовик Р.В., Ключев С.В. Фибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках Курской магнитной аномалии для изгибаемых конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2012. №3(29). С. 41–47.
4. Ключев С.В., Лесовик Р.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон стекловолокном // Бетон и железобетон. 2011. №6. С. 4–6.
5. Ключев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. №4 С. 71–74.
6. Ключев С.В., Лесовик Р.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна // Бетон и железобетон. 2011. №3 С. 7–9.
7. Ключев С.В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8 (34) С. 61–66.
8. Лесовик Р.В., Ковтун М.Н., Алфимова Н.И. Комплексное использование отходов обогащения ЮАР // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 30–31.
9. Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов / В.В. Строкова, Н.И. Алфимова, Ф.А. Наваретте Велос, М.С. Шейченко // Строительные материалы. 2009. № 2. С. 32–33.
10. Алфимова Н.И., Черкасов В.С. Перспективы использования отходов производства керамзита в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №3. С. 21–24.
11. Шейченко М.С., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №1. С. 10–14.
12. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Е.А. Яковлев, М.С. Шейченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. №1. 2009. С. 30–33.
13. Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов / В.С. Лесовик, В.В. Потапов, Н.И. Алфимова, О.В. Ивашова // Строительные материалы. 2011. № 12. С. 60–62.
14. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №1. С. 52–55.
15. Влияние способа помола на энергоемкость изготовления и качественные характеристики композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова П.В. Трунов, Я.Ю. Вишневская, Е.И. Евтушенко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №4. С. 37–39.