

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕЛИОТЕРМООБРАБОТКИ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ТЕХНОГЕННОМ СЫРЬЕ

© 2012 Х.Э. Таймасханов

доктор экономических наук, профессор

© 2012 Д.К.-С. Батаев

доктор технических наук, профессор

© 2012 С.-А.Ю. Муртазаев

доктор технических наук, профессор

© 2012 С.А. Алиев

Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. академика М.Д. Миллионщикова

E-mail: kniiran@mail.ru, s.murtazaev@mail.ru, asa-fenix@mail.ru

Статья посвящена анализу экономической эффективности использования техногенного сырья для производства бетонных композитов и их гелиотермообработке в условиях сухого жаркого климата. Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

Ключевые слова: золошлаковая смесь, комплексные вяжущие, бетонный композит, условия сухого жаркого климата, гелиотермообработка.

Строительство относится к числу энергоемких отраслей народного хозяйства. Производство бетона, как основного строительного материала, связано с затратами значительного количества материально-технических и топливно-энергетических ресурсов. Из общего расхода топливно-энергетических ресурсов 35 % приходится на районы с благоприятными условиями применения солнечной энергии для ускорения твердения бетона. В силу этого большой практический и научный интерес представляет проблема использования солнечной энергии в технологии бетона, и прежде всего на его весьма энергоемкой стадии - стадии готовой обработки с применением низкопотенциального (до 100 °С) теплового воздействия.

Разработка технологических решений, направленных на удешевление производства строительных композитов путем введения в их состав техногенного сырья и специальных добавок, улучшающих технологические характеристики, с одной стороны, а также применение при их производстве энергосберегающих технологий - с другой, дают как экономический, так и экологический эффект.

В данной связи была поставлена задача разработать научно обоснованные рецептуры получения комплексных вяжущих с использованием техногенных отходов, предназначенных для изготовления бетонных композитов с заданными

свойствами, твердение которых осуществляется в условиях сухого жаркого климата с применением гелиотермообработки.

Как известно, одним из важнейших технологических переделов при производстве бетонных и железобетонных композитов является их тепловлажностная обработка. Этот передел традиционно сопровождается значительным расходом топливно-энергетических ресурсов. Величина расходов данных ресурсов приблизительно одинакова как для районов с суровым и умеренным климатом, так и для регионов с сухим жарким климатом. Однако южные районы характеризуются продолжительным периодом преобладания положительных температур в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха.

Изучение существующего опыта использования солнечной энергии для ускорения твердения бетона в условиях сухого жаркого климата показало, что на протяжении многих лет здесь складывалась весьма парадоксальная ситуация, когда вместо непосредственно прямого использования энергии солнечной радиации в виде гелиотермообработки для ускоренного твердения бетона от нее защищались, применяя различные технические и технологические приемы.

Принято считать, что районы с благоприятными условиями для гелиотермообработки рас-

положены южнее 50° северной широты. Анализ климатических особенностей Чеченской Республики и ряда других территориальных образований из состава Южного федерального округа показал, что в них присутствуют все признаки условий сухого жаркого климата. Для перечисленных территорий характерно продолжительное знойное лето с диапазоном температур среды от +20 °С до +40 °С при средней относительной влажности воздуха менее 45 %. Эти климатические факторы одновременно являются негативными для всех разновидностей бетонных композитов как в период их приготовления, транспортирования и укладки, так и в период последующего ухода за ними¹.

Опыт использования различных видов техногенного сырья для производства цементных бетонов показал, что такое сырье может быть весьма эффективным при изготовлении строительных материалов, обладающих улучшенными техническими свойствами. При этом достигается не только значимый технико-экономический эффект, но и одновременно обеспечивается минимизация ресурсоемкости строительных материалов и изделий как в процессе их производства, так и при применении готовой продукции².

Сдерживающим фактором массового применения техногенных отходов промышленности в качестве сырья для изготовления строительных материалов является недостаточно полная изученность особенностей их структурообразования. Эти особенности регулируются их вещественным

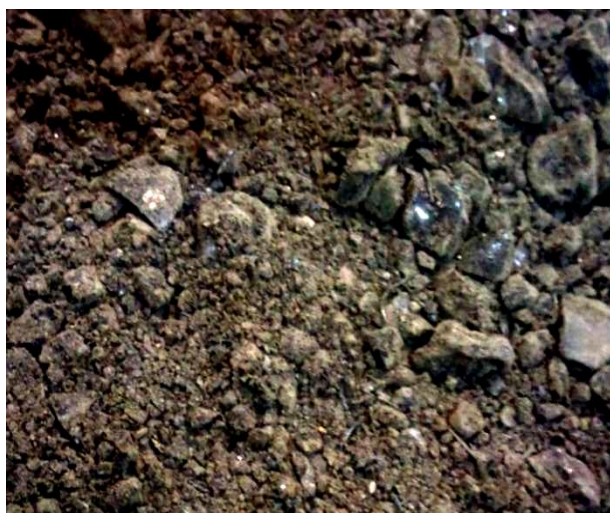
составом, который, как правило, обладает существенной неоднородностью. Весьма важны рецептурные и технологические параметры смесей, воздействующие на композит на этапах его изготовления, транспортирования, укладки и в период фазовых переходов от вязкого к твердому. Перечисленные особенности определяют свойства бетонных композитов на основе техногенного сырья в ходе дальнейшей эксплуатации.

В учебно-научной лаборатории строительного факультета Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова были проведены экспериментальные исследования по разработке рецептуры комплексных вяжущих веществ с наполнителем из техногенного сырья (рис. 1), предназначенных для бетонных композитов, твердеющих в условиях сухого жаркого климата.

На первом этапе исследования была выполнена оценка эффективности замещения портландцемента золошлаковой смесью с целью определения оптимального состава комплексного вяжущего, пригодного для применения в бетонных композитах, твердеющих в условиях сухого жаркого климата, было изучено влияние соотношения между портландцементом и техногенными отходами на прочность отвердевшего камня (рис. 2).

Установлено, что максимальной прочностью обладает цементный камень, полученный в результате чисто клинкерного портландцемента. Камни, содержащие добавки молотой золошла-

а)



б)



Рис. 1. Техногенное сырье в виде золошлаковых смесей ТЭЦ, г. Грозный:

а) в естественном виде; б) после переработки

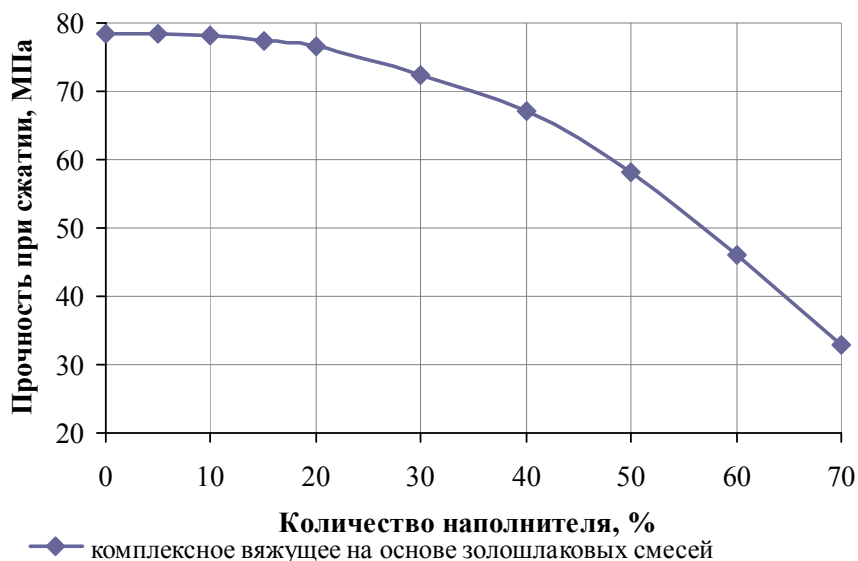


Рис. 2. Эффективность замещения портландцемента золошлаковой смесью ТЭЦ, г. Грозный

ковой смеси, характеризовались пониженной прочностью в 28-суточном возрасте нормально-го твердения. Однако при наполнении цементного вяжущего техногенными отходами в количестве 10...15 % существенного падения прочности не наблюдалось, что позволяет предположить возможность снижения соответствующего расхода цемента при изготовлении бетонов с заданной прочностью (см. рис. 2).

Таким образом, в ходе дальнейших исследований рецептура комплексного вяжущего, предназначенного для изготовления высокопрочных бетонов, содержала не более 15 % техногенных отходов. Для изготовления бетонных композитов иной прочности содержание техногенных отходов могло превышать 15 % (табл. 1).

более дешевым материалом, чем аналогичные бетоны на цементе. Кроме того, применение ге-лиотермообработки для ускорения твердения бетонных смесей также способствует снижению их себестоимости. Экономический эффект складывается из следующих факторов:

- значительное снижение доли цемента, который является одним из дорогих компонентов бетонного композита;
- существенное снижение расхода пластифицирующей добавки на приготовление бетонного композита;
- энергосбережение при тепловлажностной обработке.

Таким образом, предлагается изготовление и использование бетонных композитов на основе комплекс-

Таблица 1

Составы комплексных вяжущих на основе золошлаковых смесей (КВЗ)

Вид вяжущего	Кол-во цемента, %	Кол-во наполнителя, %	Кол-во добавки "Био-НМ", % (от массы цемента)	Прочность при сжатии, МПа
КВ 100	100	-	2	78,5
КВЗ 70	70	30	2	72,3
КВЗ 50	50	50	2	60,2
КВЗ 30	30	70	2	32,8

Проведенные исследования показали, что разработанные бетонные композиты обладают требуемыми свойствами и поэтому могут быть использованы при производстве бетонных и железобетонных конструкций в условиях сухого жаркого климата. Причем бетонные композиты с применением комплексных вяжущих являются

связанных вяжущих в условиях сухого жаркого климата, которые позволяют одновременно решить несколько задач, возникающих в процессе проводимых работ:

- оздоровление экологической ситуации за счет утилизации отходов;
- снижение затрат на производство бетонных композитов;

- значительное улучшение технологических свойств бетонных композитов;

- снижение затрат на тепловлажностную обработку изделий из бетонных композитов.

Расчет ожидаемого годового экономического эффекта от использования комплексных вяжущих для получения бетонных композитов и их гелиотермообработки на предприятиях ЖБИ выполнен в соответствии с существующими методиками определения экономической эффективности³.

При изготовлении железобетонных изделий толщиной до 40 см из бетонов на комплексных вяжущих с наполнителем из золошлаковых смесей в теплый период года предлагается их гелиотермообработка (рис. 3) с применением светопрозрачных и теплоаккумулирующих покрытий

Z_1 и Z_2 - затраты на единицу продукции (1 м^3 бетона изделия), производимой по базовой и предлагаемой технологии, руб.;

C_1 и C_2 - себестоимость 1 м^3 бетона, производимого по базовой и предлагаемой технологии, руб.;

K_1 и K_2 - удельные капитальные вложения по базовой и гелиотехнологии, приходящиеся на 1 м^3 бетона, руб.;

B_2 - годовой объем бетона, производимого по предлагаемой в расчетном году;

E_H - планируемая прибыль предприятия.

Стоимость комплексного вяжущего определяется по формуле (2):

$$C_{КВ} = C_{пц} \cdot Ц + C_H \cdot H + C_{СП} \cdot Д, \quad (2)$$

где $C_{пц}$, C_H и $C_{Д}$ - стоимость 1 кг цемента, наполнителя и добавки "Био-НМ", соответственно, руб.;

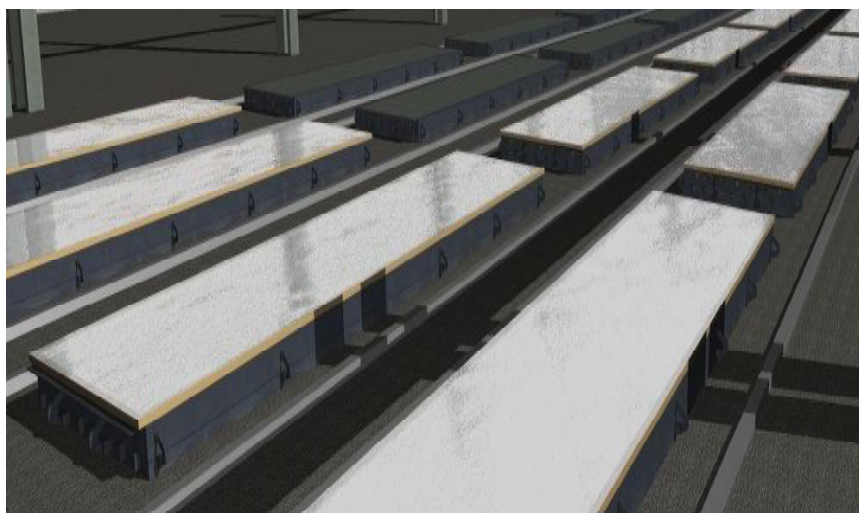


Рис. 3. Гелиотермообработка железобетонных изделий из бетонов на комплексных вяжущих с наполнителем из золошлаковых смесей

(СВИТАП), а в холодный период года термообработка осуществляется в пропарочных камерах.

Согласно п. 2.10⁴ экономическая эффективность применения разработанных бетонных композитов и использования солнечной энергии для ускорения их твердения определяется по разности произведенных затрат в расчете на сопоставимую единицу выполняемых работ.

Расчет годового экономического эффекта от применения предлагаемых решений, обеспечивающих экономию производственных ресурсов без изменения конструктивных решений изготавливаемых изделий, производится по формуле (1)⁵.

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = (Z_1 - Z_2)B_2 = & [(C_1 + E_H K_1) - \\ & - (C_2 + E_H K_2)]B_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathcal{E} - годовой экономический эффект (за один год эксплуатации новой техники), руб.;

$Ц, H$ и $Д$ - количество цемента, наполнителя и добавки "Био-НМ" в КВ, соответственно, кг.

Стоимость наполнителя C_H включает в себя затраты на транспортирование ее на завод и на операции по сушке и первоначальному помолу, а также последующему совместному помолу с цементом и добавкой.

В табл. 2 указаны преимущества, а также влияние на формирование себестоимости изменений, связанных с использованием бетонных композитов на комплексных вяжущих, а также с внедрением гелиотехнологии в их заводское изготовление.

Экономический эффект от внедрения в производство разработанной технологии, предназначенной для применения в условиях сухого жаркого климата, возникает в результате снижения по-

Таблица 2

**Преимущества и влияние на формирование себестоимости продукции
гелиотермообработки бетонных композитов**

Характер изменения предлагаемых решений	Преимущества и дополнительные требования	Влияние изменений на формирование себестоимости
<p>1. Использование комплексных вяжущих для получения бетонных композитов</p> <p>2. Применение гелиопокрытий для термообработки плит перекрытий в теплый период года - 150 дн. (7 мес.)</p>	<p>А. Проектирование бетонных композитов на комплексных вяжущих с низкими значениями В/Ц и с повышенными показателями долговечности</p> <p>Б. Исключается вариант с тепловой обработкой бетонного композита насыщенным паром</p> <p>В. Улучшается качество изготавливаемых изделий из-за более плотной структуры, полученной за счет улучшенных структурных характеристик композита и мягкого режима их прогрева</p> <p>Г. Требуется дополнительное помольное оборудование и производственные площади</p>	<p>1. Сокращаются в текущих издержках затраты на приобретение дорогостоящего цемента и на тепловую энергию (пар)</p> <p>2. Исключаются в текущих издержках затраты на амортизацию и ремонт коммуникаций паропровода</p> <p>3. Сокращаются частично цеховые расходы на содержание ямных пропарочных камер</p> <p>4. Сокращаются капитальные вложения в эти производственные фонды</p> <p>5. Требуются дополнительные капитальные затраты на изготовление гелиоформы</p> <p>6. Увеличиваются цеховые расходы на содержание гелиоформы и хранение наполнителей</p>

требности в расходе цемента и отказа от затрат на тепловую энергию при осуществлении тепло-влажностной обработки. Расчеты показали, что экономический эффект составляет 25-30 % на 1 м³ изделий, в отличие от базового варианта производства железобетонных изделий.

¹ См.: Мелкозернистые бетоны на основе наполнителей из вторичного сырья / С.-А.Ю. Муртазаев [и др.]. М., 2009; Баженов Ю.М., Муртазаев С.-А.Ю. Энерго- и ресурсосберегающие материалы и технологии для ремонта и восстановления зданий и сооружений. М., 2006.

² Заседателев И.Б., Малинский Е.Н., Темкин Е.С. Гелиотермообработка сборного железобетона. М., 1990. С. 20.

³ См.: Заседателев И.Б., Малинский Е.Н., Орозбеков М.О. Роль экзотермии цемента при комбинированной гелиотермообработке бетона // Архитектура и строительство Узбекистана. 1986. С. 34-36; СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

⁴ Заседателев И.Б., Малинский Е.Н., Орозбеков М.О. Указ. соч. С. 34-36.

⁵ СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности...

Поступила в редакцию 06.01.2012 г.