

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 связи с этим была поставлена задача разработать научно обоснованные рецептуры получения комплексных вяжущих с использованием техногенных отходов, предназначенных для изготовления бетонных композитов с задан-

ными 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 не только достигается 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 веществным

составом, который, как правило, обладает весьма 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-

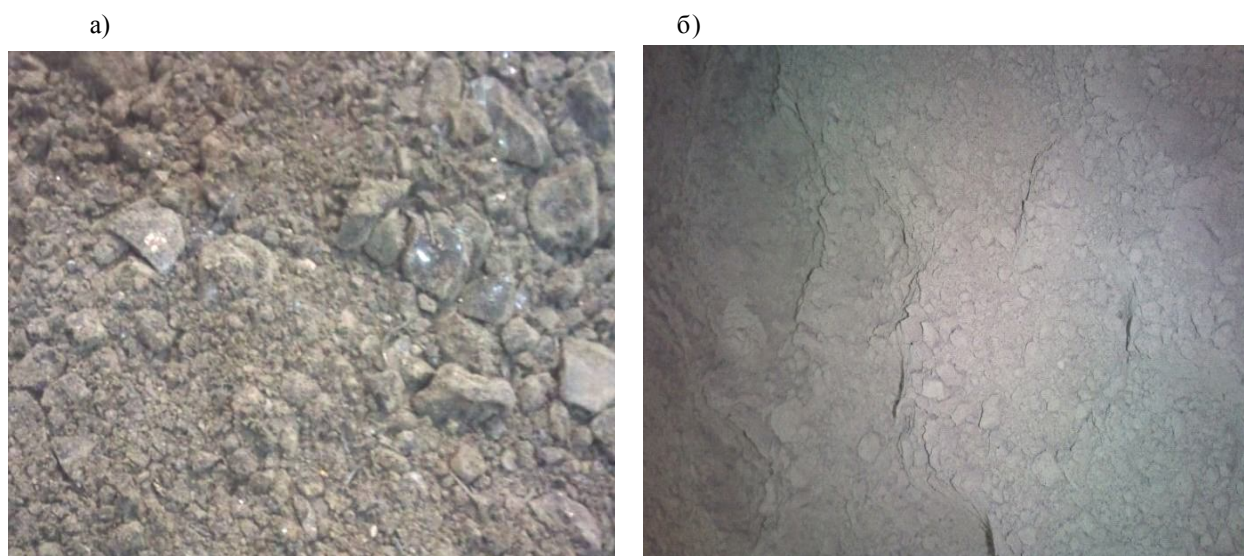


Рис. 1. Техногенное сырье в виде золошлаковых смесей ТЭЦ, г. Грозный: а) в естественном виде; б) после переработки

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

ются более дешевым материалом, чем аналогич-ные бетоны на цементе, помимо этого, примене-ние гелиотермообработки для ускорения тверде-ния бетонных смесей также способствует сни-жению их себестоимости. Экономический эффект складывается из следующих факторов:

- значительное снижение доли цемента, ко-торый является одним из дорогих компонентов бетонного композита;

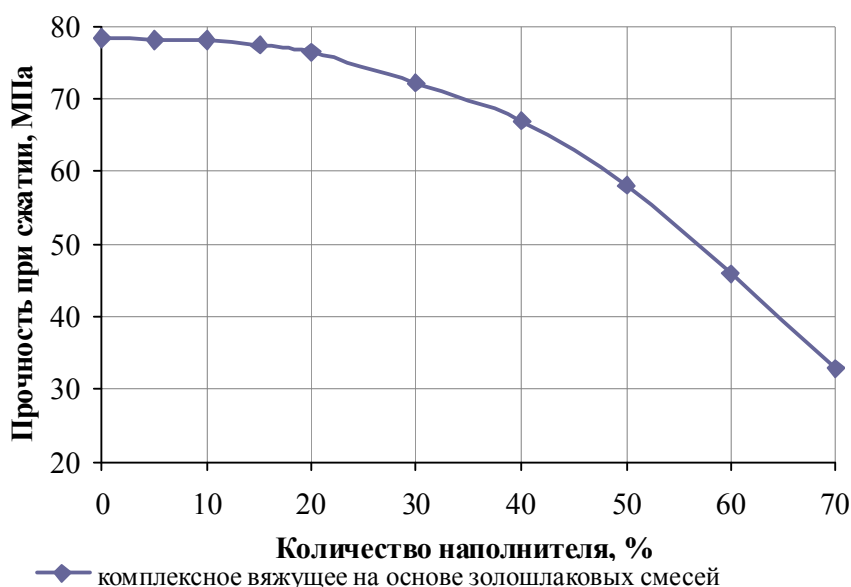


Рис. 2. Эффективность замещения портландцемента золошлаковой смесью ТЭЦ, г. Грозный

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

- существенное снижение расхода пластифи-цирующей добавки на приготовление бетонного композита;

- энергосбережение при тепловлажностной обработке.

Таким образом, предлагается изготовление и ис-пользование бетонных композитов на основе комплек-

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 желе-зобетонных конструкций в условиях сухого жаркого климата. При этом бетонные компози-ты с применением комплексных вяжущих явля-

ются в условиях сухого жаркого климата, ко-торые позволяют одновременно решить несколько за-дач, 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 свето-

изменения конструктивных решений изготавливаемых изделий, производится по формуле (1)⁵.

$$\Delta = (Z_1 - Z_2)B_2 = [(C_1 + E_H K_1) - (C_2 + E_H K_2)]B_2, \quad (1)$$

где Δ - годовой экономический эффект (за один год эксплуатации новой техники), руб.;

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

C_1 и C_2 - себестоимость 1 м^3 бетона, производимых 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.

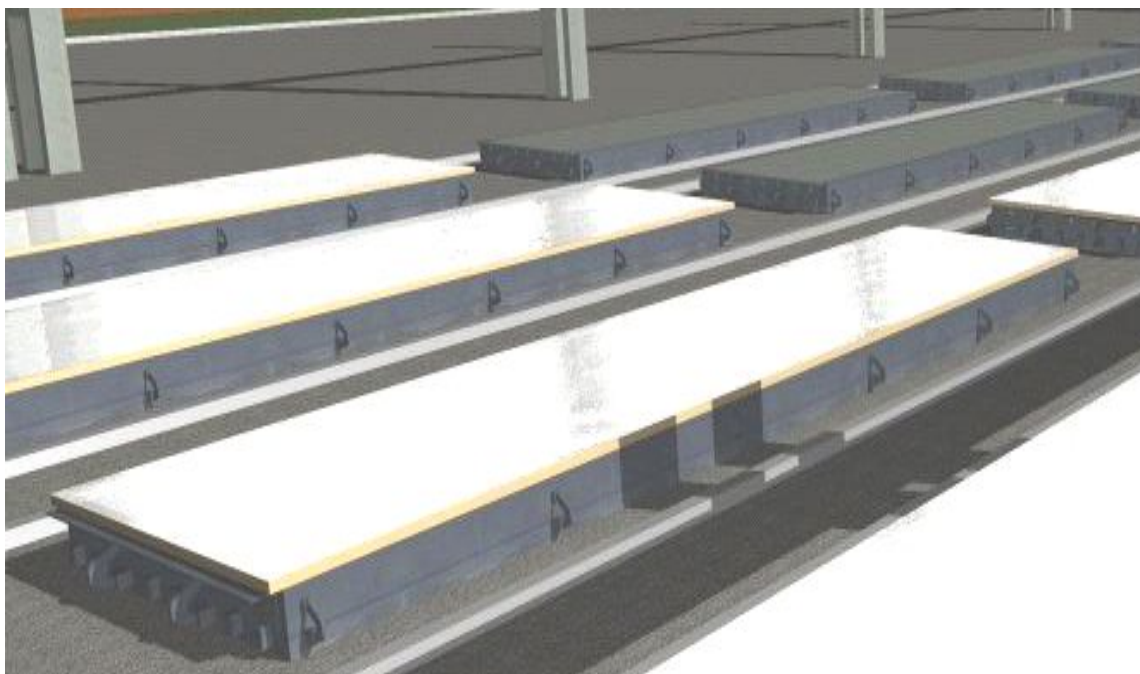


Рис. 3. Гелиотермообработка железобетонных изделий из бетонов на комплексных вяжущих с наполнителем из золошлаковых смесей

прозрачных и теплоаккумулирующих покрытий (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

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.;

$Ц$, 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.

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 значениях 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 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. Требуется дополнительные капитальные затраты на изготовление гелиоформы</p> <p>6. Увеличиваются цеховые расходы на содержание гелиоформы и хранение наполнителей</p>

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 потребности 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 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.

⁵ СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники...

Поступила в редакцию 06.01.2012 г.