

## ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

© 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 М.С. Сайдумов

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им. академика М.Д. Миллионщикова

E-mail: kniiran@mail.ru, s.murtazaev@mail.ru, saidumov\_m@mail.ru

Приведены данные об экономическом анализе внедрения результатов исследований бетонных композитов с использованием техногенного сырья. Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009 - 2013 гг.

*Ключевые слова:* техногенное сырье, механоактивация, внедрение результатов, себестоимость продукции, экономический эффект.

К концу XX в. человечество накопило такое количество техногенных отходов, что их можно условно назвать новыми месторождениями. Поэтому на сегодня остро стоит задача по их использованию с минимальными затратами на переработку. К тому же производство композиционных строительных материалов с использованием доступного, дешевого местного сырья, к которому можно отнести как природные ресурсы, так и отходы строительства и сноса (ОСС) и производственных предприятий, является важной задачей современной строительной индустрии<sup>1</sup>.

В настоящее время в строительстве применяется ряд композиционных материалов на различных органических и неорганических вяжущих веществах. Эффективность их получения с использованием техногенных отходов, а также побочных продуктов промышленных предприятий обусловлена наличием широкой местной сырьевой базы. Применение продуктов техногенного происхождения в качестве составляющих композиционных строительных материалов в значительной степени позволит решать вопросы, связанные как с улучшением экологии окружающей среды, так и со значительным удешевлением стоимости готового композита. Широкие возможности в области утилизации техногенных отходов имеет промышленность строительных материалов. Учитывая высокую энергоемкость используемых

на сегодня технологических процессов в производстве композиционных строительных материалов, экономически целесообразно проведение их исследований на основе отсевов дробления бетонного лома и горных пород<sup>2</sup>.

Обширным исследованиям в области использования техногенных отходов в практике строительного материаловедения посвящены работы научных школ Ю.М. Баженова, В.И. Соломатова, П.Г. Комохова, Т.М. Петровой, П.П. Будникова, В.Д. Глуховского и других российских ученых, а также зарубежных авторов Д.М. Роя, Г.Р. Гоуда и др.

Производство строительных композитов может быть осуществлено с использованием техногенного сырья<sup>3</sup>. Проблема вторичного применения бетонных и других отходов в практике строительного материаловедения, возникающих в результате сноса зданий и сооружений, а также многотоннажных отходов переработки горных пород в производстве крупного заполнителя, в настоящее время весьма актуальна, особенно для крупных мегаполисов страны и мира. Это актуально и потому, что связано с отсутствием возможности размещать ОСС и отходы промышленности в огромных количествах на специально отведенных полигонах, приводящих к значительному загрязнению экологии городов. По разным источникам<sup>4</sup>, в России ежегодно образуется около 15-



**Рис. 1. Техногенное сырье в виде железобетонного лома от разрушенных зданий и сооружений**

17 млн. т ОСС (рис. 1), 60 % которых составляют кирпичные, бетонные и железобетонные отходы. Темпы роста объема ОСС составляют 25 % в год.

Помимо ОСС общий объем отсевов дробления горных пород, образующихся ежегодно в стране на предприятиях по производству щебня, составляет в настоящее время до 50 млн. м<sup>3</sup>. Только в одной Чеченской Республике (ЧР) на предприятиях ГУП «Чеченкарьеруправление» и Департамента автомобильных дорог ЧР «Государственный унитарный комбинат дорожно-строительных материалов» ежегодно перерабатывается более 1 млн. м<sup>3</sup> горной породы в год с образованием до 500 тыс. м<sup>3</sup> отходов камнедробления.

Широкое применение ОСС и некондиционных продуктов промышленности, а также отсевов дробления горных пород в производстве строительного композиционных материалов является важной задачей научно-технического прогресса, диктуемой как экономическими, так и экологическими требованиями<sup>5</sup>.

Использование местного сырья техногенного происхождения в значительной степени позволит расширить сырьевую базу для производства строительных материалов и изделий, существенно снижая при этом себестоимость готовой продукции. В работе<sup>6</sup> приведены результаты исследований экономической целесообразности перехода на использование строительных растворов и мелкозернистых бетонов, получаемых с использованием композиционных вяжущих веществ и органоминеральной добавки на основе тонкомоло-

того наполнителя из золошлаковых отходов, как при возведении монолитных конструкций, так и для производства ремонтно-восстановительных работ.

Эффект от использования техногенных отходов достигается как за счет меньших транспортных расходов, связанных с доставкой данного сырья, так и за счет минимальных дополнительных энергозатрат из-за отсутствия необходимости использования при добыче и обработке ее специального карьерного оборудования и транспорта, а также за счет низкой стоимости самих техногенных ресурсов<sup>7</sup>. При этом полностью отсутствует риск остановки процесса производства из-за возможных перебоев с поставкой сырьевых материалов и полуфабрикатов.

Однако вторичное сырье используется в нашей стране крайне мало. По оценке А.Н. Протопопова<sup>8</sup>, в России за год из лома бетона и железобетона выпускается лишь около 1,5 млн. т щебня и дробленого песка. В европейских странах - десятки миллионов (рис. 2), в США - более 100 млн.

Вторичное сырье в нашей стране мало используется еще и потому, что не до конца изучены его составы и свойства, но в последнее время производство вторичных материалов растет и набирает темпы, и они становятся серьезной альтернативой традиционным стройматериалам.

Вторичный крупный заполнитель из бетонного лома применяют для обустройства щебеночных оснований под полы и фундаменты зданий, под асфальтобетонные покрытия дорог всех классов, в качестве крупного заполнителя в бетонах,

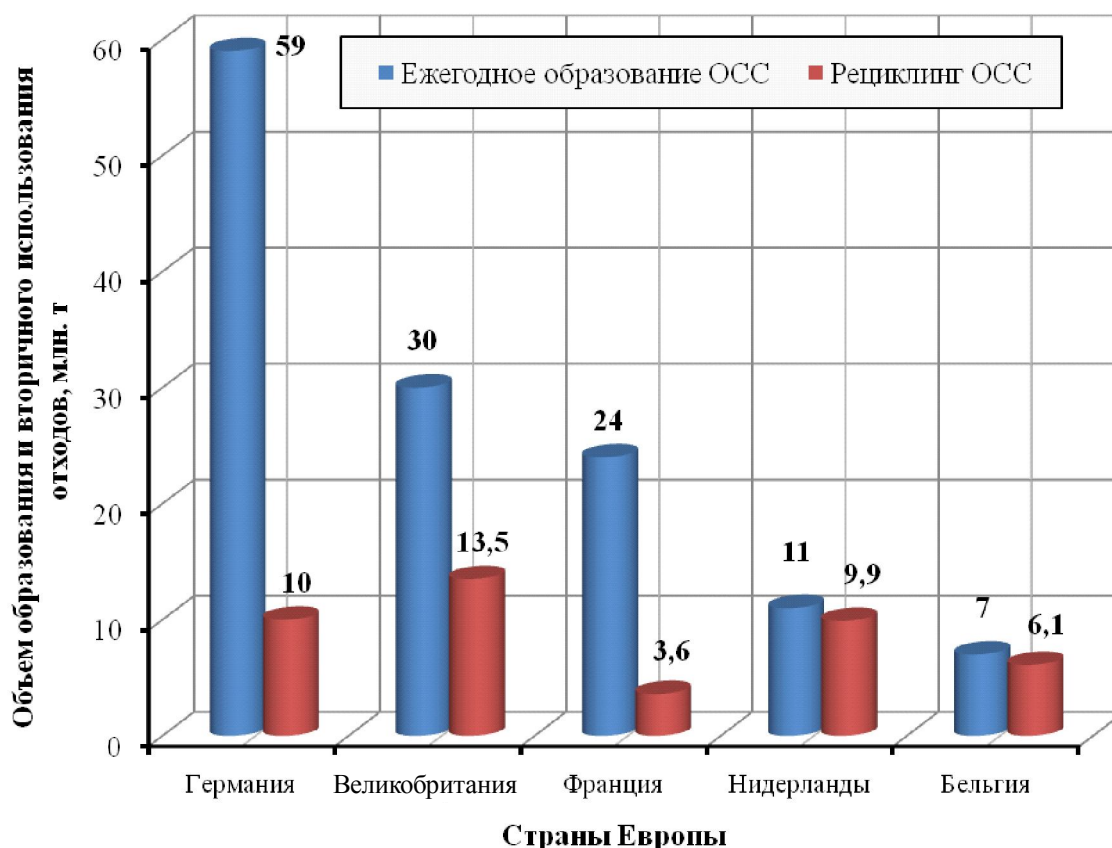


Рис. 2. Объемы образований и рециклинга OCC в европейских странах

при отсыпке временных дорог, при подсыпке под все виды тротуарных дорожек, в ландшафтной архитектуре и т.д.

Однако отсева находят малое применение в промышленности строительных материалов и залеживаются в отвалах на территории дробильно-сортировочных комплексов<sup>9</sup>, повышая запыленность городского воздуха из-за содержания в его составе так называемой каменной муки - частиц менее 0,16 мм в количестве до 30 %.

Перспектива вторичного использования отсева камнедробления связана с тем, что при существующих технологиях процесс дробления и измельчения занимает около 50 % всех затрат, в первую очередь энергетических<sup>10</sup>.

Использование отсева дробления при производстве строительных композитов позволит почти без затрат увеличить объем производства продукции более чем на 10 % и даст значительный экономический эффект.

Проведенные исследования в лаборатории строительного факультета Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова показали,

что повышенное содержание пылевидной фракции в отсевах приводит к значительному снижению физико-механических показателей бетонных композитов, а существующие технологии промывки, обогащения и фракционирования отсева связаны с огромными дополнительными энергетическими и трудовыми затратами, что существенно влияет на себестоимость конечной продукции. В связи с этим была поставлена задача разработать рецептуру бетонных композитов на необогащенных и нефракционированных отсевах дробления бетонного лома и горных пород на основе использования комплекса малоэнергоёмких технологических приемов для их получения. Существенное снижение себестоимости при изготовлении железобетонных изделий из бетонных композитов на необогащенных отсевах камнедробления было достигнуто за счет использования специальных приемов механоактивации поверхности заполнителя и бетонной смеси путем раздельного перемешивания компонентов и поличастотного виброуплотнения и модификации бетонокомпозита различными химическими добавками, а также благодаря использованию многокомпонен-

тных вяжущих веществ с наполнителем их техногенного сырья и заменой дефицитного привозного крупно- и среднезернистого природного песка отсевами камнедробления.

Экономическая эффективность применения разработанных в рамках настоящей работы бетонных композитов определялась по разности произведенных затрат в расчете на сопоставимую единицу выполняемых работ.

Расчет годового экономического эффекта от внедрения механоактивированных бетонных композитов на основе необогащенных отсевов и многокомпонентных вяжущих с наполнителем их техногенного сырья на предприятиях ООО СКФ "АРТ" при строительстве 6-этажного монолитного жилого дома по пр. им. В.В. Путина производился по следующей формуле<sup>11</sup>:

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) \cdot B_2, \quad (1)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - затраты на единицу продукции (1 м<sup>3</sup> бетона изделия), производимую по базовой и предлагаемой технологии, соответственно, руб.;

$B_2$  - годовой объем бетона, производимого по предлагаемой технологии, в расчетном году.

Исходные данные для расчета экономической эффективности использования бетонных композитов на многокомпонентных вяжущих для монолитного строительства подсчитаны по фактическим данным расхода материалов и затрат при их производстве на ООО СКФ "АРТ".

При производстве бетонных композитов использовались многокомпонентные вяжущие вещества (МКВ), полученные путем совместного помола портландцемента (ПЦ) ЦЕМ I 42,5 Н Чирч-Юртовского цементного завода, активного минерального вещества (Д) и наполнителя (Н) из техногенного сырья следующей рецептуры (табл. 1).

Активность разработанных многокомпонентных вяжущих веществ с удельной поверхностью 541-579 м<sup>2</sup>/кг с наполнителем из техногенного сырья возрастает в 1,5-2 раза с одновременным снижением водопотребности до 30 %. Бетонные композиты на основе многокомпонентных вяжущих отличались повышенной плотностью до 2400 кг/м<sup>3</sup>, прочностью до 87 МПа, меньшим радиусом пор (пористость уменьшается на порядок), а следовательно, повышенной стойкостью и водонепроницаемостью, более длительным до 4-6 ч периодом формирования структуры по сравнению с бетонами на портландцементе и имели умеренные относительные деформации усадки, не превышающие 0,69-0,84 мм/м.

Стоимость многокомпонентных вяжущих веществ определялась по формуле

$$C_{МКВ} = C_{ПЦ} Ц + C_H H + C_D Д, \quad (2)$$

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

$Ц$ ,  $H$  и  $Д$  - количество цемента, наполнителя и добавки "Био-НМ", 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 по последующему совместному помолу с цементом и добавкой.

Количество компонентов бетонной смеси на 1 м<sup>3</sup> замеса по разработанной и базовой рецептуре, а также их стоимость приведены в табл. 2 и 3, соответственно.

Таким образом, согласно табл. 2 и 3, экономический эффект от внедрения результатов работы получен за счет механоактивации бетонных смесей из отсевов камнедробления и применения химических добавок-водопонижителей, а

Таблица 1

Рецептура составов разработанных многокомпонентных вяжущих для бетонных композитов

Вид вяжущего	Состав МКВ, % по массе			Нормальная плотность, %
	ПЦ	Н	Д	
МКВ80	80	20	2	16
МКВ60	60	40	2	17
МКВ40	40	60	2	18

Таблица 2

Количество компонентов бетонной смеси на 1 м<sup>3</sup> замеса

№ п/п	Вид вяжущего	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>							Расход на 1 м <sup>3</sup> , кг
		ПЦ	ОД	П	Щ	В	Н	Д	
1	МКВ60	247	1740	-	-	161	165	8	2321
2	ПЦ 500 Д0	275	-	427	1480	186	-	-	2368

Таблица 3

Стоимость 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси

№ п/п	Вид вяжущего	Стоимость компонентов 1 м <sup>3</sup> бетона, руб.							Стоимость 1 м <sup>3</sup> бетона, руб.
		Щ	ОД	П	Щ	В	Н	Д	
1	МКВ60	988	426	-	-	13	248	176	1851
2	ПЦ 500 Д0	1100	-	184	1036	15	-	-	2335

также значительного снижения расхода цемента в бетонных композитах путем замены его активированным наполнителем.

Принимая во внимание тот факт, что стоимость цемента с каждым годом возрастает, учитывая темпы роста цен, связанные со значительным увеличением объемов строительства, можно констатировать, что предлагаемые бетонные композиты на многокомпонентных вяжущих веществах с наполнителем из техногенного сырья только увеличат свою конкурирующую способность.

<sup>1</sup> См.: Мелкозернистые бетоны из техногенного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю.М. Баженов [и др.]. Грозный, 2011. С. 342; Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Использование местных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 57.

<sup>2</sup> См.: Отсевы дробления - эффективный способ повышения качества бетонов / Д.Д. Хамидулина [и др.] // Строительные материалы. 2003. № 11. С. 50-51; Использование техногенных песков в мелкозернистых бетонах / Р.В. Лесовик [и др.] // Композиционные строительные материалы, теория и практика: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 50-летию Пензен. гос. ун-та архитектуры и строительства. Пенза, 2008. С. 11-16; Артамонов В.А., Воробьев В.В., Свитов В.С. Опыт переработки отсева дробления // Строительные материалы. 2003. № 6. С. 28-29.

<sup>3</sup> Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М., 1988.

<sup>4</sup> См.: Александров А.В. Снос зданий и переработка строительного мусора // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века. 2003. № 1. С. 50; Новые строительные материалы и материалы из промышленных отходов / К.Н. Попов [и др.]. М., 2002.

<sup>5</sup> См.: Гусев Б.В., Загурский В.А. Указ. соч.; Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами // Изв. вузов. Строительство. 1996. № 7. С. 55-58; Муртазаев С.-А.Ю. Эффективные бетоны и растворы на основе техногенного сырья для ремонтно-строительных работ : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 2009.

<sup>6</sup> Муртазаев С.-А.Ю. Эффективные бетоны и растворы на основе техногенного сырья для ремонтно-строительных работ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 2009.

<sup>7</sup> См.: Мелкозернистые бетоны из техногенного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений; Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Указ. соч.; Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Указ. соч. С. 55-58.

<sup>8</sup> Буткевич Г.Р. Нужно увеличивать производственную мощность карьеров // Технологии строительства. 2007. № 7 (55). С. 146-147.

<sup>9</sup> Горностаева Т.А. Мелкозернистые бетоны с использованием отсева дробления щебня изверженных горных пород: дис. ... канд. техн. наук. М., 2005.

<sup>10</sup> Там же.

<sup>11</sup> СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

Поступила в редакцию 06.01.2012 г.