

Строительные растворы на вторичном сырье и мелких местных песках и оценка экономической эффективности их применения

© 2012 С.-А.Ю. Муртазаев

доктор технических наук, профессор

© 2012 Т.В. Куладжи

кандидат технических наук, доцент

© 2012 А.С. Успанова, М.С. Сайдумов

Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. академика М.Д. Миллионщикова

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,

г. Архангельск

E-mail: s.murtazaev@mail.ru, aset0584@mail.ru, saidumov_m@mail.ru

Статья посвящена анализу экономической эффективности использования вторичного сырья и местных мелких песков для производства строительных растворов, обладающих повышенными технологическими и физико-механическими свойствами.

Ключевые слова: строительные растворные смеси, вторичное сырье, отсеы дробления бетонного лома, золошлаковая смесь, внедрение результатов, себестоимость продукции, экономический эффект.

Одной из важнейших проблем современного строительного материаловедения, как известно, является разработка ресурсо- и энергосберегающих строительных композитов на основе комплексного использования вторичного сырья¹.

Строительные композиты на вторичном сырье, обладающие повышенными технологическими и физико-механическими свойствами, широко востребованы в строительной индустрии, однако строительные растворы на некондиционных мелких песках и техногенных отходах изучены недостаточно обширно и представляют особую актуальность². В многочисленных источниках отечественной и зарубежной литературы практически не уделено внимания применению мелких песков в строительных растворах. Исследованиями установлено, что при использовании любого вида заполнителя соотношение 1:2,33 (цемент : песок) по абсолютному объему всегда обеспечивает получение строительного раствора слитного строения³. Однако в этом случае требуется расход значительного количества цемента, что не только невыгодно экономически, но и нецелесообразно с технической точки зрения, так как жирные растворы обладают повышенной усадкой, значительными деформациями, быстро теряют необходимую для работы подвижность и расслаиваются. Резкое обезвоживание растворных смесей обуславливает при прочих равных условиях получение жестких, трудно укладываемых раство-

ров с пониженными прочностными показателями вследствие недостаточного количества влаги, обеспечивающей процессы гидратации клинкерных минералов и кристаллизации гидратных новообразований. В этом случае водоцементное отношение не обеспечивает надежных прогнозов прочностных показателей строительных растворов. Специфика строительных растворов заключается в том, что они применяются в виде тонких слоев, наносимых на основания без механического уплотнения. Это обстоятельство предъявляет особые требования к свойствам растворов, которые должны не только обладать высокой подвижностью, но и не терять ее быстро, вследствие отсоса воды пористым основанием.

К тому же к таким растворным смесям предъявляются повышенные требования по удобоукладываемости⁴. Удобоукладываемость раствора зависит от степени подвижности свежеприготовленного раствора, определяемой его назначением, и его водоудерживающей способности. Раствор, обладающий высокой водоудерживающей способностью, отдает пористому основанию излишнюю часть воды постепенно, от чего становится плотнее и, следовательно, прочнее. Вследствие повышения водоудерживающей способности растворные смеси сохраняют требуемую подвижность длительное время. Удлинение сроков загустевания раствора или повышение жизнеспособности, т. е. способности растворов сохранять

удобоукладываемость спустя некоторое время после хранения, создает благоприятные условия влажностного твердения растворов.

Растворная смесь будет удобоукладываемой в том случае, если теста вяжущего достаточно для заполнения межзернового пространства и обмазки поверхности зерен песка. Отсутствие крупного заполнителя в растворах существенно увеличивает общую поверхность зерен и пустотность раствора, заполнение которой требует значительного расхода цемента, являющегося, с точки зрения невысоких прочностных требований, предъявляемых к растворам, часто экономически нецелесообразным. Снижение расхода цемента по условию заданной прочности ведет к получению неудобоукладываемого, легко отдающего воду раствора.

В данной связи особый интерес представляют исследования влияния добавок органического и минерального происхождения как на стадии приготовления растворных смесей, так и в процессе создания структуры затвердевшего раствора. Однако анализ применения в строительных растворах различных добавок минерального происхождения свидетельствует о неоднородности их минерального, фазового, гранулометрического составов и о значительном содержании вредных примесей⁵.

Эффективность использования минеральных добавок может быть повышена за счет оптимизации рецептурных и технологических параметров их введения в строительные растворы. Изменение гранулометрии минеральных добавок при помоле обеспечит получение однородной массы. В ряде случаев помол способствует выделению из составов вредных примесей или значительному снижению их содержания.

Решение задачи может быть связано с разработкой способов повышения физико-механических и эксплуатационных свойств строительных растворов с возможностью применения вторичного сырья и местных мелких песков. Это особенно важно в современных условиях, когда образовавшееся вторичное сырье требует утилизации и максимально возможной эффективной переработки, позволяющей получать растворы с повышенными показателями качества, меньшей себестоимостью и одновременно улучшить экологическую обстановку в регионе. К тому же в России объем ежегодно образующихся техногенных отходов в виде бетонного лома сноса зданий и некондиционных конструкций достигает около 15-17 млн. т, а на ТЭС, работающих на угле, образуются до 1 тыс. т золы и шлака за сутки (рис. 1)⁶.

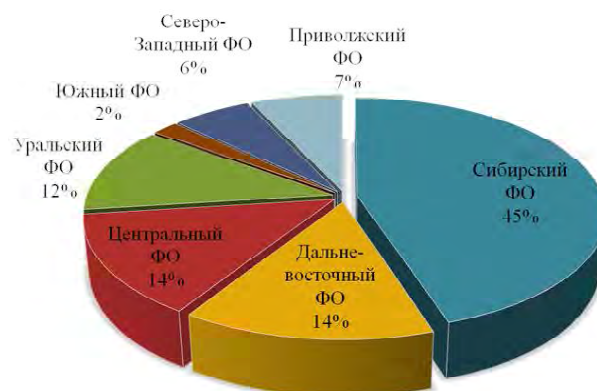


Рис. 1. Распределение энергопредприятий, образующих золошлаковые отходы, по федеральным округам Российской Федерации

Также известно, что огромные запасы природного песка в многочисленных регионах страны не востребованы в строительной индустрии из-за низкого модуля крупности и наличия в них глинистых и илистых примесей, хотя использование местной сырьевой базы значительно снижает себестоимость выпускаемой продукции. Кроме того, на территории Чеченской Республики имеются значительные отвалы вторичного сырья, нуждающиеся в переработке для их вторичного использования в качестве составляющих строительных композитов⁷.

Проведенные в лаборатории строительного факультета Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова исследования показали, что на основе техногенных отходов можно получать эффективные строительные композиционные материалы, в том числе и штукатурные растворные смеси с повышенными показателями качества и меньшей себестоимостью. С этой целью была разработана комплексная модифицирующая добавка с использованием вторичного сырья в виде золошлаковых смесей и мелких песков для модификации растворных смесей, улучшающая их физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства.

Анализ рынка строительных растворных смесей Чеченской Республики показал, что наиболее востребованы кладочные и отделочные растворы марок М50-М150, обладающие улучшенными технологическими свойствами.

Для повышения технологических и физико-механических свойств растворных смесей используются обогащенные отсевами дробления бетонного лома (ОДБЛ) мелкие пески, что позволяет существенно сэкономить на стоимости сырьевых материалов и получить значительный экономический эффект за счет получения высокопрочных штукатурных смесей при использовании

дешевого вторичного сырья. Разработанная комплексная модифицирующая добавка (КМД) представляет собой механически активированные золошлаковые смеси, суперпластификатор С-3 и органические ПАВ, роль которых играют примеси в мелких песках, способствующие стабилизации составов (табл. 1) с получением высококачественного строительного штукатурного раствора.

ных площадках выполнен в соответствии с существующими методиками определения экономической эффективности⁸, он основывался на сопоставлении приведенных затрат по базовой и новой технике, где приведенные затраты представляли собой сумму себестоимости и нормативной прибыли:

$$Z = C + E_n K, \quad (1)$$

Таблица 1. Составы строительных штукатурных смесей, кг/м³

№ состава	Расход компонентов, кг/м ³			
	Ц	П+ОДБЛ	В	КМД
А	410	668,3+287	240	12,3
Б	450	734+315	270	13,5

Разработанные составы строительных штукатурных смесей на основе обогащенных песков и комплексной модифицирующей добавки позволяют получать строительные штукатурные растворы марок М100 и М150 (табл. 2).

где Z - приведенные затраты на единицу продукции (работы), руб.;

C - себестоимость единицы продукции (работы), руб.;

K - удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.;

Таблица 2. Строительные штукатурные смеси на обогащенных песках и КМД

Месторождение заполнителя	Прочность на сжатие, МПа	Подвижность, см	Водоудерживающая способность, %	Адгезия, МПа	Расслаиваемость, %	Жизнеспособность, ч
Червленное	15,3	12,1	98,0	0,69	5,7	5,5 – 6,0
	14,3	11,6	97,3	0,51	5,8	3,5 – 5,0
Веденское	12,8	10,9	98,5	0,54	8,4	5,5 – 6,0
	12,5	13,2	97,5	0,42	8,7	3,0 – 4,5
Толстой-Юртовское	14,5	12,0	98,0	0,45	6,2	5,5 – 6,0
	14,3	12,2	98,2	0,50	6,4	3,5 – 5,0
Бено-Юртовское	11,6	11,9	98,1	0,40	7,5	5,5 – 6,0
	11,2	12,0	97,9	0,42	7,6	3,0 – 4,0

Примечание. Над чертой - результаты исследований при расходе КМД -3%; под чертой - 10 % от массы цемента.

Таким образом, приготовление штукатурных растворов с использованием методов активации КМД обеспечивает повышение технологических и физико-механических свойств строительных растворов.

Представленная рецептура штукатурных растворов на мелких песках отвечает нормативным требованиям.

В стоимость предлагаемых строительных растворов с КМД на основе золошлаковой смеси включены затраты на транспортирование их на завод, операции по сушке и первоначальному помолу, а также по последующему совместному помолу с суперпластификатором.

Расчет ожидаемого годового экономического эффекта от их использования на строитель-

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Текущие затраты себестоимости - затраты, связанные непосредственно с производством и реализацией продукции. Поэтому интерес представляет "смета затрат на производство", где однообразные затраты формируются по признаку "общности экономического содержания" с отношением их к переменным и условно-постоянным (рис. 2).

Смета затрат обычно представляется в следующем виде:

- сырье;
- основные и вспомогательные материалы;
- топливо и энергия;

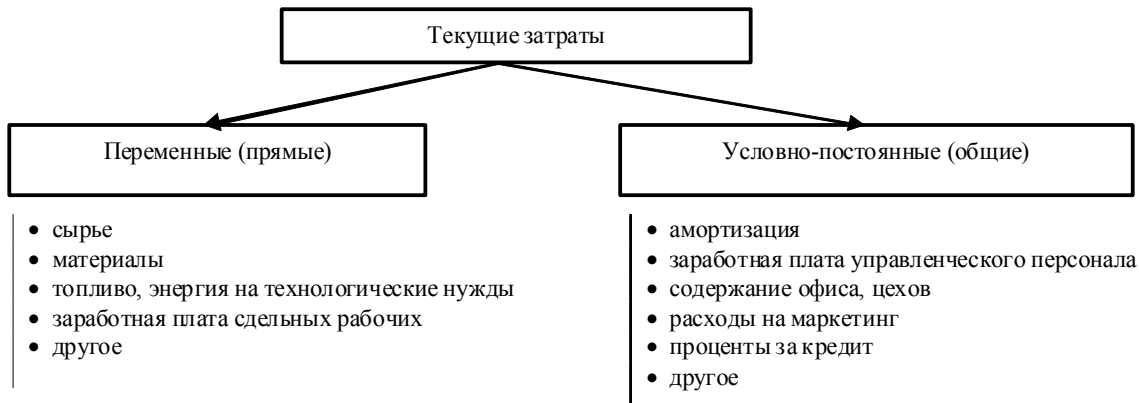


Рис. 2. Деление текущих затрат на переменные и условно-постоянные

- амортизация;
- заработная плата и отчисления на социальные нужды;
- прочие текущие затраты.

Если общую сумму по смете затрат за какой-то период (год, квартал, месяц) разделить на количество произведенной (или реализованной) за этот период времени продукции, то мы получим себестоимость единицы продукции (произведенной или реализованной). И тогда основным показателем становится годовой экономический эффект (Э), рассчитывавшийся как разность приведенных затрат по предлагаемым вариантам Z_1 и Z_2 :

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2. \quad (2)$$

При расчетах годового экономического эффекта новой технологии учитывается фактор времени в тех случаях, когда капитальные вложения осуществляются в течение ряда лет, а также когда текущие издержки и результаты производства вследствие изменения режима работы объекта новой разработки существенно меняются.

Далее необходимо учитывать фактор времени путем приведения к одному моменту времени (началу расчетного года) единовременных и текущих затрат на создание и внедрение новой и базовой технологии и результатов ее применения.

Такое приведение выполняется умножением (делением) затрат и результатов соответствующего года на коэффициент приведения, определяемый по формуле

$$a_t = (1 + E_n)^t, \quad (3)$$

где a_t - коэффициент приведения;
 E - норматив приведения, равный 0,1;
 t - число лет, отделяющих затраты и результаты данного года от начала расчетного года.

Затраты и результаты, осуществляемые и получаемые до начала расчетного года, умножаются на коэффициент приведения (a_t), а после начала расчетного года делятся на этот коэффициент.

Из формул (1) и (2) можно получить:

$$\mathcal{E} = \Delta C - E_n \cdot K, \quad (4)$$

где ΔC - снижение себестоимости, руб.;
 K - удельные капитальные вложения на производство новой продукции или удельные дополнительные капитальные вложения, связанные с повышением качества продукции, руб.

Расчет годового экономического эффекта от применения новых технологий производства строительных материалов, обеспечивающих экономию производственных ресурсов при выпуске одной и той же продукции, производится по формуле

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) A_2, \quad (5)$$

где \mathcal{E} - годовой экономический эффект, руб.;
 Z_1 и Z_2 - приведенные затраты единицы продукции (работы), производимой с помощью базовой и новой технологии, определяемые по формуле (1), руб.;
 A_2 - годовой объем производства продукции (работы) с помощью новой технологии в расчетном году, в натуральных единицах.

Расчет годового экономического эффекта от производства новой продукции повышенного качества для производственного внедрения можно определять по формуле

$$\mathcal{E} = (P - E_n K) A_2, \quad (6)$$

где \mathcal{E} - годовой экономический эффект от производства и внедрения новой продукции повышенного качества, руб.;
 P - прибыль от реализации новой продукции или прирост прибыли ($P_2 - P_1$) от реализации продукции повышенного качества (P_2 - прибыль от реализации продукции повышенного качества, P_1 - прибыль от реализации продукции прежнего качества), руб.;
 K - удельные капитальные вложения на производство новой продукции или удельные дополнительные капитальные вложения, связанные с повышением качества продукции, руб.;
 E_n - нормативный коэффициент эффективности (0,15);
 A_2 - годовой объем новой продукции повышенного качества в расчетном году, в натуральных единицах.

Экономическая эффективность утилизации вторичного сырья и мелких местных песков посредством их применения в производстве строительных растворов в расчетах получена из двух основных факторов: экономии за счет малоэнергоемкой технологии производства и использования недефицитных вторичных сырьевых материалов.

Таким образом, для разработанных составов растворов на вторичном сырье и обогащенных мелких песках с улучшенными технологическими характеристиками (повышенная жизнеспособность, высокая водоудерживающая способность, низкая расслаиваемость и повышенные физико-механические свойства) предложена оценка технико-экономической эффективности их использования, которая позволяет на текущий период наиболее объективно отразить возможные затраты при внедрении предлагаемых строительных растворов в реальный сектор производства.

¹ Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Использование местных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // *Строительные материалы*. 2008. □ 3. С. 57.

² См.: Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Указ. соч.; Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю.М. Баженов [и др.]. Грозный, 2011.

³ См.: URL: <http://www.pol-beton.ru/organo.html>; Муртазаев С.-А.Ю. Эффективные бетоны и растворы

на основе вторичного сырья для ремонтно-строительных работ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 2009.

⁴ Черноус Г.Г. Штукатурные работы. М., 2009.

⁵ Баранов Н.П. Эффективные кладочные растворы с использованием пылевидного отхода сушки песка: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2009.

⁶ 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; Отсевы дробления - эффективный способ повышения качества бетонов / Д.Д. Хамидулина [и др.] // *Строительные материалы*. 2003. □ 11. С. 50-51; Артамонов В.А., Воробьев В.В., Свитов В.С. Опыт переработки отсева дробления // *Строительные материалы*. 2003. □ 6. С. 28-29; 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 Пенз. гос. ун-та архитектуры и строительства*. Пенза, 2008. С. 11-16; Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М., 1988.

⁷ См.: Баженов Ю.М. Указ. соч.; Муртазаев С.-А.Ю. Эффективные бетоны и растворы на основе вторичного сырья для ремонтно-строительных работ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 2009.

⁸ СН 509-78. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

Поступила в редакцию 06.01.2012 г.