

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

alfimovan@mail.ru

Рассмотрены возможности применения композиционных вяжущих с использованием техногенного сырья как минерального наполнителя для производства стеновых камней. Пески различного происхождения проранжированы по степени их пригодности в качестве компонента вяжущего.

Ключевые слова: стеновые камни, композиционное вяжущее, техногенные пески, контактная зона, адгезия.

В настоящее время в связи с развитием малоэтажного и каркасно-монолитного строительства особо испытывается потребность в мелкоштучных стеновых материалах. Наиболее перспективных с этой точки зрения являются стеновые камни, которые могут применяться для возведения стен, перегородок, цокольных этажей зданий, парапетов, опорных стен, декоративных заборов и т.п. Пустотелые камни имеют повышенные теплоизоляционные свойства за счет 30% пустотности и предназначены для возведения наружных и внутренних стен жилых и производственных зданий. Перегородочные камни имеют 25% пустотности и используются при возведении внутренних перегородок в зданиях, но могут использоваться и для наружных малонагруженных стен [1].

Особое внимание стоит уделить стеновым камням из мелкозернистого бетона.

В последние годы именно мелкозернистые бетоны получили наибольшее развитие, благодаря простоте технологии их приготовления и производства изделий из них.

Мелкозернистый бетон отличается повышенным расходом вяжущего, это связано с тем, что с уменьшением крупности заполнителя возрастает его удельная поверхность, что ведет к увеличению суммарного объема цементного теста для смазки, это, в свою очередь, требует существенного изменения водоцементного отношения. Поэтому при производстве изделий из данного вида бетона целесообразно применять композиционные вяжущие (КВ), такие как вяжущее низкой водопотребности (ВНВ) и тонкомолотый цемент (ТМЦ) [2].

В настоящее время уже есть достаточно большое количество разработанных и апробированных в заводских условиях оригинальных в экономическом и экологическом аспектах КВ [3–5].

Получение высокоэффективных вяжущих нового поколения сегодня сопровождается ис-

пользованием 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 их создания положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторых других приемов [2].

Идея получения композиционных вяжущих не нова. Ранее были получены тонкомолотые цементы (ТМЦ) и вяжущие низкой водопотребности (ВНВ). ТМЦ получают в результате дополнительного измельчения портландцемента совместно с кремнеземистым компонентом. В составе же ВНВ помимо портландцемента и активных наполнителей присутствует добавка суперпластификатора. Данные вяжущие были детально изучены, и была доказана их эффективность. Однако следует отметить, что зачастую в качестве кремнеземистого компонента ТМЦ и ВНВ использовались природные пески, содержание кварца в которых составляет порядка 95 %. Поэтому вопрос о качестве минерального компонента долгое время не поднимался.

В тоже время необходимо принять во внимание тот факт, что в результате деятельности человека на планете Земля сформированы месторождения с запасами от 10–20 тыс. м³ до нескольких миллиардов рыхлых отходов промышленности с размером частиц от 10–1000 нм до 5 мм. Данные отходы, породообразующими минералами которых являются кварц, кальцит, силикаты (полевые шпаты, пироксены, оливин и т.д.), представляют собой техногенные пески. В сложившейся ситуации острого дефицита не только вяжущих, но и качественных заполнителей, использование техногенных песков в каче-

стве компонента КВ приобретает существенную актуальность.

Техногенные пески весьма разнообразны по своему происхождению, условиям формирования и дальнейшего преобразования, химико-минеральному составу, строению и свойствам. Наибольшее распространение получили механогенные пески, представленные преимущественно отсевами дробления и отходами обогащения [6].

Основной особенностью техногенных песков с точки зрения их использования в КВ является их химико-минеральный состав. Природные пески представлены преимущественно кварцем, а техногенные пески включают в свой состав различные минералы. Полиминеральность техногенных песков не однозначно влияет на их пригодность для производства КВ. С одной стороны, более низкое содержание кварца в составе техногенного песка вызывает некоторое снижение активности КВ на его основе, с другой же стороны, полиминеральный состав способствует снижению энергоемкости помола КВ. Снижение энергоемкости является одним из ключевых факторов, способствующим снижению себестоимости КВ и бетонов на его основе.

В связи с необходимостью оценки пригодности того или иного песка и их ранжирования по эффективности была предложена методика определения качества техногенных песков как компонента КВ. Для упрощения методики с це-

лью устранения влияния большого количества факторов предложено использовать ТМЦ. Методика заключается в определении активности ТМЦ, приготовленных на различных песках, и сопоставлении ее с активностью контрольного ТМЦ, приготовленного с использованием песка Вольского месторождения. Для испытаний приготавливались ТМЦ-50 с удельной поверхностью $\approx 500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Коэффициент качества минерального компонента (K_k) рассчитывается по следующей формуле [7]:

$$K_k = \frac{R_a^n}{R_a^{в.п.}}$$

где R_a^n – активность ТМЦ-50, приготовленного с использованием изучаемого песка, МПа;

$R_a^{в.п.}$ – активность ТМЦ-50, приготовленного с использованием песка Вольского месторождения, МПа.

С помощью данной методики был определен K_k широкого спектра техногенного сырья, сформировавшегося как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами, в частности было исследовано вулканическое сырье Республики Эквадор, Острова Сицилии, отходы алмазобогащения Южно-Африканской Республики (табл. 1) и география постоянно расширяется.

Таблица 1

Показатели коэффициент качества техногенного сырья как минерального компонента композиционных вяжущих

№	Наименование минерального компонента ТМЦ	Коэффициент качества, K_k
1	Отсев дробления кварцитопесчаника, фракции 0,315-5	1,29
2	Вулканический пепел аморфизированный (р. Эквадор)	1,29
3	Вулканический песок (р. Эквадор)	1,25
4	Вулканический пепел кристаллический (р. Эквадор)	1,05
5	Вулканический туф (о. Сицилия)	1,05
6	Песок Стодерева карьера	1,02
7	Отходы мокрой магнитной сепарации Лебединского месторождения	1,02
8	Песок Вольского месторождения	1
9	Отсев дробления кварцитопесчаника	0,96
10	Песок Нижне-Ольшанского месторождения	0,95
11	Отходы мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения	0,92
12	Отсев Солдато-Александровского карьера	0,77
13	Отходы алмазобогащения (ЮАР)	0,40
14	Отходы алмазобогащения Архангельской алмазонасной провинции	0,31

Так как одной из определяющих характеристик, влияющей на активность КВ, является адгезия минерального наполнителя, нами был проведен сравнительный анализ микроструктуры

контактной зоны цементного камня с активированным в процессе помола компонентом вяжущего (рис. 1).

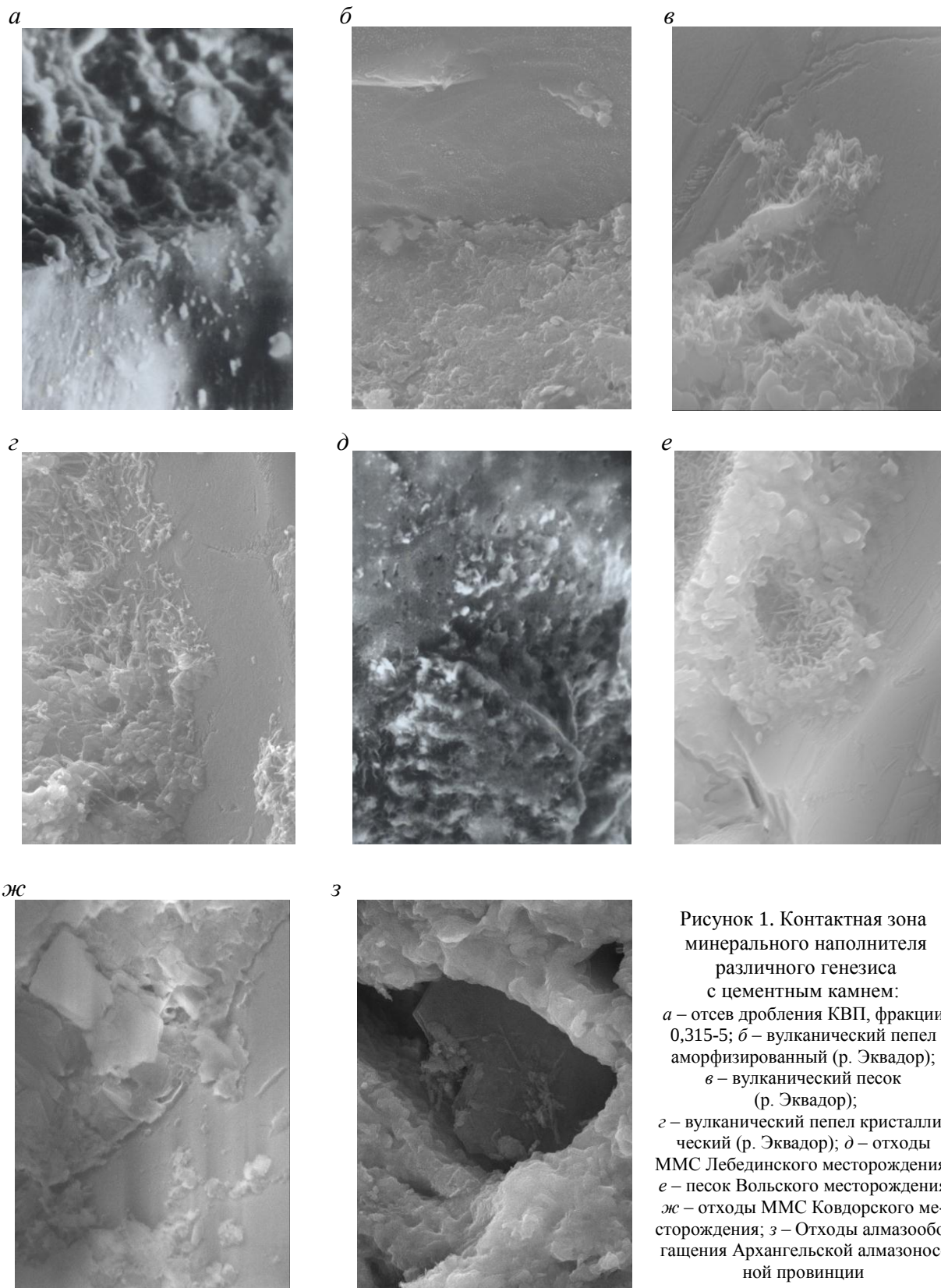


Рисунок 1. Контактная зона минерального наполнителя различного генезиса с цементным камнем:
 а – отсев дробления КВП, фракции 0,315-5; б – вулканический пепел аморфизированный (р. Эквадор); в – вулканический песок (р. Эквадор); г – вулканический пепел кристаллический (р. Эквадор); д – отходы ММС Лебединского месторождения; е – песок Вольского месторождения; ж – отходы ММС Ковдорского месторождения; з – Отходы алмазообогатения Архангельской алмазоносной провинции

Анализ показателей K_k и адгезии сырья различного происхождения, позволил ранжиро-

вать его по степени пригодности в качестве минерального компонента композиционного вя-

жущего в порядке убывания эффективности использования: «метаморфические породы зеленосланцевой степени метаморфизма – частично аморфизированные продукты вулканической деятельности – закристаллизованные продукты вулканической деятельности – механогенные пески, сформированные при обогащении магнетитовых кварцсодержащих пород – осадочные кварцсодержащие горные породы – магматические породы ультраосновного состава – частично выветренные породы ультраосновного состава».

Согласно приведенному ряду, для производства композиционных вяжущих наиболее целесообразно применять метаморфические породы зеленосланцевой степени метаморфизма и частично аморфизированные продукты вулканической деятельности. Это объясняется тем, что данное сырье является генетически активированным, оно оказывает интенсивно влияние на процессы структурообразования в контактной зоне и на фазовый состав цементного камня (рис. 1, а, б), что в свою очередь позволит получить бетон высокого качества с заданными характеристиками.

Наименее эффективными признаны техногенные пески ультраосновного состава. Их низкий показатель коэффициента качества обусловлен, в первую очередь спецификой их минералогического состава, в частности, низким содержанием кварца и высоким содержанием серпентина, а также наличие глинистых минералов, что ведет к увеличению количества воды затворения при одинаковой удобоукладываемости смесей ТМЦ, а так же предопределяет низкую адгезию (рис. 1, з).

При использовании ультраосновных пород в качестве минерального наполнителя композиционных вяжущих необходимо вводить суперпластификаторы, которые позволяют снизить их негативное влияние на активность КВ, а сами вяжущие, целесообразней всего применять для изготовления низкомарочных изделий и закладных растворов.

Таким образом, применение разработанной методики позволило ранжировать сырье различного происхождения по степени его пригодности в качестве минерального компонента КВ, что будет способствовать не только расширению сырьевой базы композиционных вяжущих, но и позволит существенно облегчить подбор составов для производства изделий с заданными характеристиками, а также прогнозировать их свойства.

На основе полученных результатов были разработаны составы бетонных смесей для произ-

водства стеновых камней. Прочность бетона разработанных составов, соответствует проектным значениям, предъявляемым к материалам при производстве данного вида изделий. При этом применение композиционных вяжущих позволяет экономить от 30 % до 50 % клинкерной составляющей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик, Р.В. Стеновые камни из мелкозернистого бетона на основе техногенного сырья [Текст] / Р.В. Лесовик, Н.И. Алфимова, М.Н. Ковтун // Известие вузов. Строительство. – Новосибирск, 2007. – №11. – С. 46 – 49.
2. Баженов, Ю.М. Новому веку – новые бетоны [Текст] / Ю.М. Баженов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2000. – № 2. – С. 10–11.
3. Лесовик, В.С. Проблемы расширения номенклатуры вяжущих веществ [Текст] / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Р.В. Лесовик // Международный конгресс производителей цемента: сб. докл. – Белгород. – 2008. – С. 30–34
4. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / Алфимова Н.И. [и др.]//НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С. 30–33.
5. Лесовик, В.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов [Текст] / В.С. Лесовик, Ф.Е. Жерновой, Е.С. Глаголев // Строительные материалы. – 2009. – №6. – С. 84–87.
6. Шейченко, М.С. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения [Текст] / М.С. Шейченко, В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова // НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – С. 10–14.
7. Лесовик, Р.В. К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе [Текст] / Р.В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – Приложение «Наука». – № 10. – С. 13 – 15.
8. Лесовик, Р.В. Влияние кремнеземистых компонентов на свойства композиционных вяжущих [Текст] / Р.В. Лесовик, М.Н. Ковтун, Н.И. Алфимова // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: междунар. науч.-практич. конф., Белгород, 18–19 сент. 2007 г. / Изд-во БГТУ. – Белгород, 2007. – Ч.2. – С. 157 – 160.