

6 Леонович, С.Н. Особенности объемной гидрофобизации бетонов / С.Н. Леонович, Г.Л. Щукин, А.Л. Беланович, В.П. Савенко, А.И. Пелюшкевич // Строительная наука и техника – 2008 – № 2(17) – С. 23–26

7 Леонович, С.Н. Особенности пластификации и разжижения цемент-содержащего теста композицией гидрофобизирующего и гидрофилизующего ПАВ / С.Н. Леонович, А.И. Пелюшкевич, Г.Л. Щукин, А.Л. Беланович // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. тр. XV Международ. науч.-метод. семинара, г. Новополоцк, 27–28 нояб. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь (и др.). – Новополоцк: ПГУ, 2008 – Т. 2 – С. 9–13

8 Растворы строительные. Методы испытаний: ГОСТ 5802-86 – Введ. 01.07.1986. – М. ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстрой СССР, 1986 – 22 с.

УДК 666.972.69

ФАЗОВО-СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ДОБАВКОЙ МОЛОТОГО ОТСЕВА

Смоляков А.В., Батяновский Э.И.

Введение. Использование многотоннажных отходов дробления гранитной породы на РУПП «Гранит» Брестской области, является важной народнохозяйственной задачей. Результаты исследований, выполненных авторами в последние годы, свидетельствуют о возможности полного и эффективного использования гранитного отсева как в качестве минеральной добавки в цемент (раствор, бетон), для получения которой рекомендуется «отсев» мелких фракций (менее 1,25 мм), так и в качестве обогащающих мелкие (природные, речные) пески крупных фракций (1,25–5,0 мм) предварительно рассеянного на сите №1,25 вновь образующегося и отвального гранитного отсева [1, 2]. Отделение мелких (менее 1,25 мм) фракций отсева облегчает условия последующего помола и обеспечивает получение минеральной добавки с $S_{уд} \sim 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ за 15 мин. работы шаровой мельницы. Продукт помола, введенный в цемент в количестве 10%–30% от его массы, способен существенно повысить прочность цементного камня (из теста нормальной густоты), несмотря на уменьшение доли клинкерной составляющей в смешанном вяжущем. Сущность «механизма» данного эффекта рассматривается в настоящей статье.

Прочность цементного камня. На рис. 1 приведены данные об изменении коэффициента нормальной густоты цементного теста и относительной прочности цементного камня (образцы: размерами 2×2×2 см), полученного на «чистом» цементе и при различных дозировках минеральной добавки.

Из результатов испытаний следует, что введение добавки с $S_{уд} \sim 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ не только не снижает прочность пропаренного (режим: 2+3+6+(12-13) ч.) цементного камня, но и в дозировке до 20–30% от массы цемента способствует ее росту. При этом оптимум приходится примерно на 15–20%-ю дозировку добавки; увеличение дозировки > 20 % сопровождается вначале замедлением роста, а затем и снижением прочности пропаренного цементного камня из смешанного вяжущего, в сравнении с образцами, изготовленными на чистом цементе.

Результаты испытаний образцов цементного камня естественного твердения (образцы размерами 2×2×2 см) подтвердили общие закономерности, установленные при испытаниях образцов-аналогов после пропаривания.

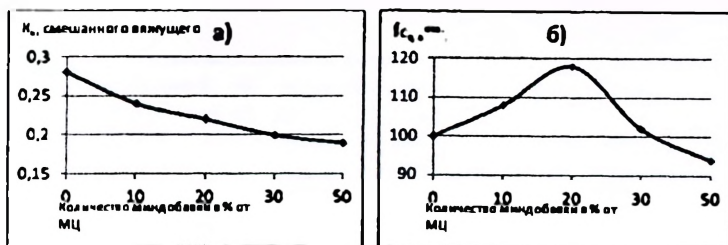


Рисунок 1 – а) тенденция изменения $K_{мг}$ смешанного вяжущего;
б) тенденция изменения прочности на сжатие

Результаты экспериментов, свидетельствующие о росте прочности цементного камня с добавкой измельченного гранитного отсева при $S_{уд} \sim 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ в дозировке до 30% от массы цемента, могут быть связаны с активизирующим воздействием тонкодисперсных частиц SiO_2 на процессы его твердения. С целью подтверждения этой гипотезы был выполнен комплекс исследований с помощью «ДТА-анализа» и рентгенофазового анализа. Во всех случаях исследования выполняли в сравнительном варианте, испытывая пробы измельченного до порошкообразного состояния чистого цементного камня и камня с миндобавкой (от 0 до 50% от МЦ), твердевших в одинаковых условиях (нормально-влажностные и пропаривание по ранее приведенному режиму) равное время: 28 суток и 24 ч соответственно, и испытанных предварительно на сжатие.

Дериватографический анализ. На рисунках 2 соответственно выборочно приведены дериватограммы (прибор-дериватограф Q-1500Д) термического разложения проб молотого чистого цементного камня (в возрасте 28 суток), содержащего 30% от МЦ добавки и пробы гранитного отсева. Очевидно, что общий характер графиков «ТГ» (изменения веса), «ДТГ» (скорость изменения веса) и «ДТА» (термическое превращение) не изменяется и дополнительных экстремумов не наблюдается, что свидетельствует об отсутствии дополнительных химических превращений под влиянием вещества добавки на цемент, продукты его гидратации и новообразования. Вместе с тем, имеются отличия в графиках «ТГ» и «ДТГ», которые в результате отражаются в расширении оснований пиков (и площади пиков) на графике «ДТА» в диапазоне низких температур (до 150°C), средних ($400\text{--}480^\circ\text{C}$) и высоких ($700\text{--}800^\circ\text{C}$), что свидетельствует об увеличении времени испарения физически и химически связанной воды и разложения разнообразных продуктов гидратации цемента с добавкой. Это свидетельствует, в частности, об увеличении количества разлагающихся новообразований в пробах цементного камня с добавкой без изменения их морфологии (состава).

Рентгенофазовый анализ. На рисунке 3 представлены записи дифрактограмм (получены на рентгеновском дифрактометре ДРОН-7) идентичных (исследованным дериватографическим методом) проб гранитного отсева, чистого цементного камня и с минеральной добавкой в возрасте 28 сут. Оценка характеристических пиков рентгеновского сектора приведенных и всех исследованных проб затвердевшего цементного камня показывает, что они присущи одним и тем же кристаллогидратным новообразованиям во всех случаях. Визуальное отличие и большая «насыщенность» дифрактограммы цементного камня с добавкой молотого отсева связана с присутствием ее вещества и «дополнением» рентгеновского спектра данного цементного камня спектром вещества гранитного отсева (определено до проведения основного эксперимента).

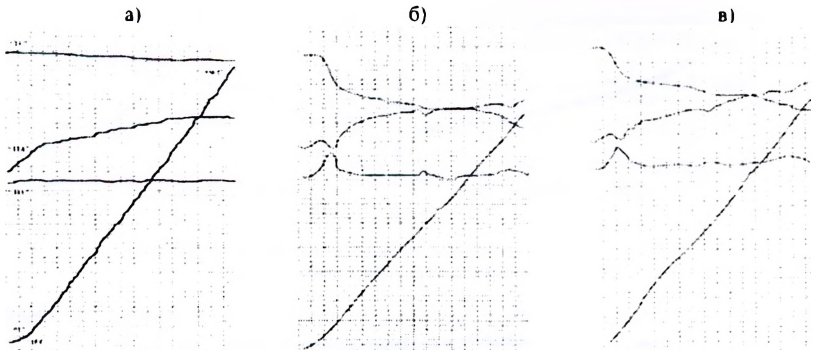
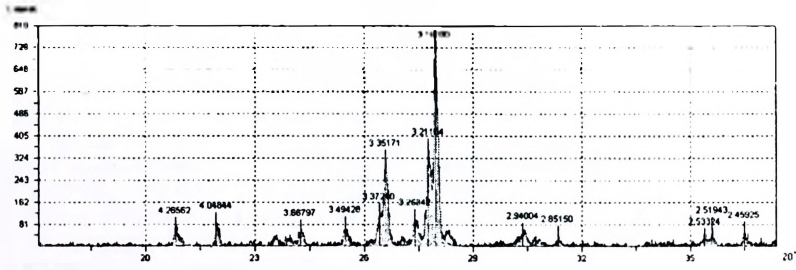
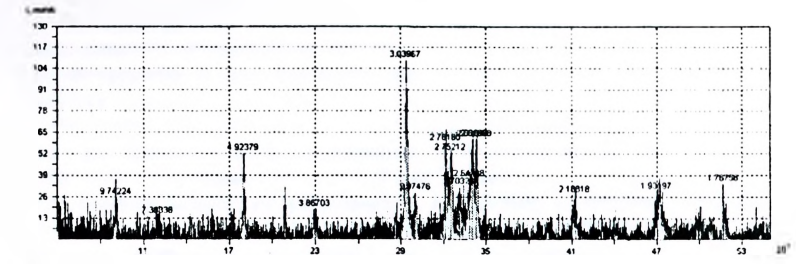


Рисунок 2 – Дериватограмма термического разложения пробы гранитного отсева – а; дериватограмма термического разложения чистого цементного камня – б; дериватограмма термического пробы цементного камня с 30% добавки от МЦ – в

а)



б)



в)

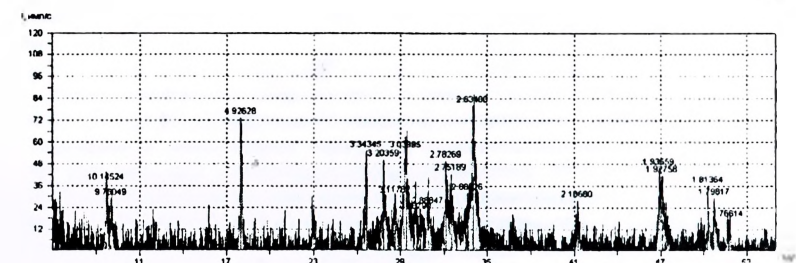


Рисунок 3 – Дифрактограммы: а) проба гранитного отсева. б) чистого цементного камня, в) пробы цементного камня с 30% добавки от МЦ

На этом основании можно сделать вывод, дополняющий результаты дериватографических испытаний, об отсутствии изменений морфологии продуктов гидратации цемента и соответствующих химических реакций под влиянием вещества минеральной добавки из гранитного отсева. Оценка результатов исследований по данным, приведенным в материале статьи, позволяет сделать следующие выводы.

Заключение. Установлено, что минеральная добавка из гранитного отсева не изменяет морфологию новообразований в цементном камне, т.е. не проявляет химической активности по отношению к продуктам гидролиза и гидратации клинкерным минералов. В основе выявленного эффекта роста прочности цементного камня с ней лежит физико-химический процесс, сопровождающийся формированием большего количества традиционных кристаллогидратных новообразований (благодаря наличию в минеральной добавке ультрадисперсных частиц кремнезема), более плотной взаимной «упаковки» их, с увеличением «площади» взаимных контактов и энергии связи между ними, чему способствует и понижение общего водоцементного отношения теста нормальной густоты смешанного вяжущего.

Список цитированных источников

- 1 Батяновский, Э И Гранитный отсев РУПП «Гранит» – направления использования и свойства / Э И Батяновский, А В. Смоляков, П.В. Рябчиков // Строительная наука и техника – 2008. – № 5 (20) – С. 7–15.
- 2 Батяновский, Э И Свойства цемента и цементного камня с минеральной добавкой в виде молотого гранитного отсева / Э И Батяновский, А А Дрозд, А В Смоляков // Строительная наука и техника – 2009. – № 1. – С. 73–79.
- 3 Навржин, Ф., Крмча, Р. Химические добавки в строительстве – М.: Стройиздат, 1964 – 288 с
- 4 Добавки в бетон. Справочное пособие, под ред. В С Рамачандрана – М., 1988 – С 261–269
5. Тейлор, Х. Химия цемента, пер с англ. – М.: Мир, 1996 – 560 с
- 6 Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны / В.Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с
- 7 Ратинов, В.Б., Розенберг, Т.И. Добавки в бетон – 2-е изд., перераб и доп – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с
- 8 Демьянова, В.С. Рациональное использование отходов камнедробильного производства в технологии смешанных вяжущих / В.С. Демьянова, Н.М. Дубошина, Г.Д. Фадеева // Промышленное и гражданское строительство, 1999 – № 10 – С 33–35
- 9 Калашников, В.И. Реакционная активность измельченных горных пород в цементных композициях / В.И. Калашников, В.С. Демьянова, С.В. Калашников, Ю.С. Кузнецов // Изв. Тульского гос. ун-та – № 7. – 2004 – С. 26–33
- 10 Ковалев, Я.Н. Активизированные технологии дорожных композиционных материалов / Монография – Мн. Беларуская Энциклапедыя, 2002 – 334 с
- 11 Демьянова, В.С., Калашников, В.И., Казина, Г.Н. Дисперсно-наполненные клинкерные цементы на основе отходов камнедробления // Известия вузов. Строительство – 2006. – № 5. – С 30–36