

УДК 691.32

В. В. ЩЕРБА, А. А. ШИШКИН
Криворожский национальный университет

СТЕКЛОЦЕМЕНТ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗОМ

Рассмотрены вопросы получения композиционных материалов на основе боя стекла, приведены результаты теоретических исследований процессов, происходящих на поверхности щелочно-силикатных стекол, определены возможности активации поверхности стекла различными веществами, в частности, используя теорию флотации железных руд, установлена эффективность активизации поверхности стекла ионами железа. Показано, что прочность получаемого композиционного материала зависит от размеров частиц стекла. Установлено, что с уменьшением размера частиц стекла менее 0,05 мм увеличивается прочность при сжатии получаемого композиционного материала, а наименьшую прочность имеет материал, полученный с применением стекла с размерами частиц 0,3–0,5 мм. Прочность получаемого композиционного материала зависит от размеров частиц стекла. Обработка поверхности стекла ионами железа позволяет еще более повысить прочность получаемого материала без опасности его дальнейшего разрушения во времени. Полученный материал обладает способностью твердеть и набирать прочность во времени.

композиционный материал, прочность, стекло, железо, поверхность, частицы

Стеклобой, как один из основных компонентов твердых бытовых отходов (ТБО), при захоронении негативно воздействует на окружающую среду в связи с выщелачиванием из него ряда веществ. Кроме того, стеклобой оказывает высокое травматологическое воздействие на живые организмы в отличие от других компонентов ТБО, практически не разлагается в естественных условиях.

Общее количество неиспользуемого стеклобоя, только обычного натрий-кальций силикатного стекла, составляет от 10 до 75 % от всего ежегодно производимого стекла. Образующийся во время производства брак или бой стекла в большинстве случаев используется этими же заводами повторно. Такое стекло имеет стабильный (в рамках данной технологии) химический состав и находит применение в процессе плавки шихты. Несортированный же бой различных видов стекол (оконного, тарного, оптического и пр.) имеет довольно широкий диапазон химического состава. Плюс возможны посторонние примеси, попадание которых в сырьевую смесь не допустимо, если желательнее получить стекло с определенным составом или качеством. Поэтому несортированный стеклобой, в огромных количествах образующийся в отвалах и на свалках, до сих пор не находит должного применения.

С точки зрения химического и физического строения стеклобой можно рассматривать как минеральный ресурс – аморфный силикатный материал антропогенного происхождения. Получение композиционных строительных материалов – пеностекла, легких бетонов из несортированного стеклобоя позволит решить следующие задачи: экономия природных ресурсов, снижение объемов накопления стеклобоя.

Стекло как материал обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию различных сред. Однако его использование как заполнителя в бетонах крайне ограничено вследствие возможного взаимодействия между поверхностью стекла и портландцементом.

В различных работах были рассмотрены различные варианты подавления щелочно-силикатного взаимодействия при использовании в качестве наполнителей бетона стеклобоя [1–4].

Зависимости прочности на сжатие от времени выдержки бетонов позволили выявить аномально высокое значение прочности при использовании наполнителей минимальной исследованной фракции. Причем прочность получаемых бетонов значительно превосходит прочность бетонов без

стеклянного наполнителя. Полученные зависимости прочности бетонов от размеров зерен наполнителя представлены на рис. 1.

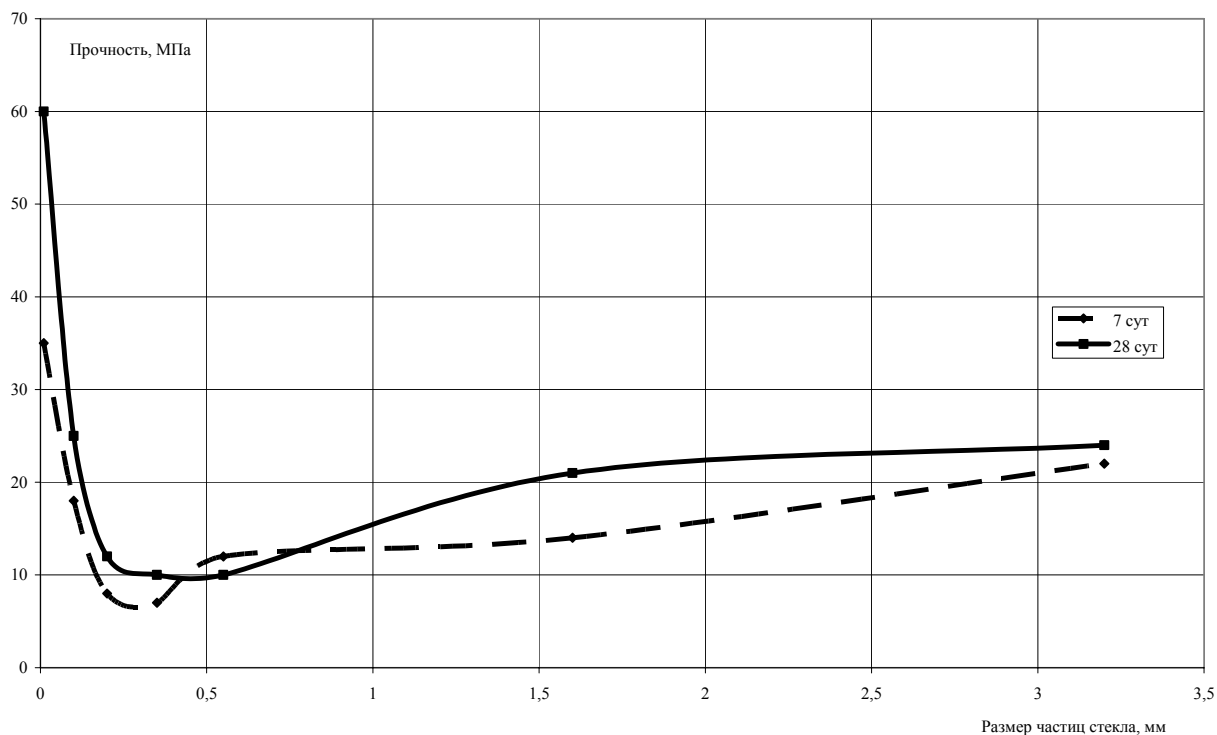


Рисунок 1 – Зависимость прочности композиций от размера стеклянного наполнителя в различный период времени при наличии и отсутствии дополнительной щелочи.

Особенно интересным является то обстоятельство, что при размере частиц наполнителя менее 0,05 мм (менее 50 мкм) происходит аномальный рост прочности, значительно превышающий прочность композиций на стандартном наполнителе из кварцевого песка. Такое увеличение прочности может быть объяснено способностью дисперсного стекла вступать в процессы образования новых фаз при образовании цементного камня за счет высокой удельной поверхности порошков стекла.

Для направленного изменения свойств стекла, с целью придания ему вяжущих свойств, рассмотрим свойства поверхности силикатного стекла.

Из практики флотации [5, 6] хорошо известна способность кварца активироваться ионами железа даже в процессе измельчения руды в металлической мельнице. Многочисленными исследованиями установлено, что активирующее действие ионов железа проявляется даже при ничтожной концентрации ионов Fe^{+++} , отвечающей произведению растворимости $Fe(OH)_3$. Кроме этого незначительное количество ионов железа в растворе сильно активирует кварц, в отличие от ионов кальция, ионы железа практически не отмываются водой с поверхности кварца. Следовательно, стекло в дисперсном состоянии легко подвергается активации ионным обменом с образованием на поверхности химически активной фазы.

Сущность взаимодействия поверхности стекла с водой заключается в выщелачивании ионов Na^+ с поверхности с заменой их на H^+ либо Fe^{+++} . Таким образом, силикатное стекло при взаимодействии с водой способно подвергаться гидролизу с выделением в водную фазу ионов натрия. При этом на поверхности образуется пленка либо гидратированного оксида кремния, либо силикатного железа. Учитывая химическую активность указанных соединений, следует предположить образование новых веществ на поверхности при наличии в растворе необходимых соединений. В случае использования стекла с высокой дисперсностью поверхность материала становится высокой и, значит, возможность направленного использования такого взаимодействия многократно возрастает.

Экспериментами было выявлено, что аналогично ведут себя композиции дисперсного стекла с водным раствором силикатов натрия (жидким стеклом). Объяснить этот факт можно высокой щелочностью паст дисперсного стекла (рН до 10). Однако, как и предполагалось, высокие вяжущие свойства проявило железо-модифицированное стекло (F-стекло). Результаты изменения прочности образцов при затворении F-стекла раствором жидкого стекла представлены на рис. 2.

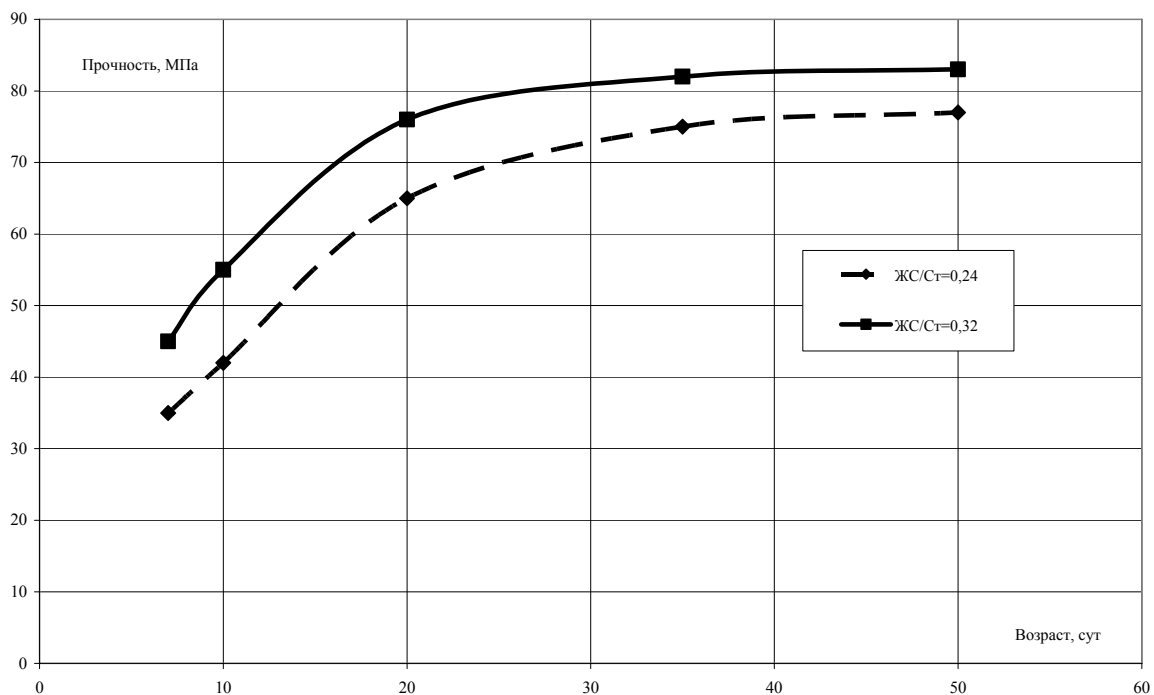


Рисунок 2 – Изменение прочности при сжатии во времени для различного соотношения «жидкое стекло/Ф-стекло» (ЖС/Ст).

Очевидно, что Ф-стекло может служить основой для создания вяжущих композиций с высокими структурно-механическими свойствами. Это свойство может быть использовано для создания качественного полупродукта в технологии пеностекла.

Таким образом, использование натрий-кальциевого силикатного стекла в качестве сырья для производства вяжущих веществ выглядит вполне закономерным – многие аморфные силикаты используются в виде компонентов или сырья при производстве вяжущих. Кроме того, использование в качестве сырья стеклобоя представляет интерес с экономической точки зрения для снижения себестоимости продукта и с экологической стороны – для снижения антропогенного воздействия массы отходов на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кетов, А. А. Опыт производства пеностеклянных материалов из стеклобоя [Текст] / А. А. Кетов, И. С. Пузанов, Д. В. Саулин // Строительные материалы. – 2007. – № 3. – С. 70–72.
2. Пузанов, С. И. Комплексная переработка стеклобоя в производстве строительных материалов [Текст] / С. И. Пузанов, А. А. Кетов // Экология и промышленность России. – 2009. – № 12. – С. 4–7.
3. Кетов, А. А. Нанотехнологии при производстве пеностеклянных строительных материалов нового поколения [Текст] / А. А. Кетов, И. С. Пузанов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2010. – № 1. – С. 15–19.
4. Puzanov, S. I. Utilization of Glass Cullet for the Production of Binding Materials [Текст] / A. I. Puzanov, S. I. Puzanov, A. A. Ketov // Role for Concrete in Global Development : Proceeding of the International Conference, Scotland, UK on July 2008 / University of Dundee ; by R. K. Dhir, P. C. Hewlett, Laszlo J. Csetenyi. – Dundee : Taylor & Francis Group, 2008. – P. 317–324.
5. Вопросы теории и технологии флотации [Текст] : Сб. научн. трудов института Механообр / Под ред. О. С. Богданова. – Л. : Отраслевое бюро технической информации института Механообр, 1959. – Вып. 124. – 392 с.
6. Глембицкий, В. А. Флотация железных руд [Текст] / В. А. Глембицкий, Г. А. Бехтля. – М. : Недра, 1964. – 238 с.

Получено 25.11.2011

В. В. ЩЕРБА, О. О. ШИШКІН
СКЛОЦЕМЕНТ, МОДИФІКОВАНИЙ ЗАЛІЗОМ
Криворізький національний університет

Розглянуто питання отримання композиційних матеріалів на основі бою скла, наведено результати теоретичних досліджень процесів, що відбуваються на поверхні лужно-силікатних стекл, визначено можливості активації поверхні скла різними речовинами, зокрема, використовуючи теорію флотації залізних руд, встановлено ефективність активізації поверхні скла іонами заліза. Показано, що міцність отриманого композиційного матеріалу залежить від розмірів частинок скла. Встановлено, що із зменшенням розміру частинок скла менше 0,05 мм збільшується міцність при стискуванні отриманого композиційного матеріалу, а найменшу міцність має матеріал, отриманий із застосуванням скла з розмірами частинок 0,3–0,5 мм. Міцність отриманого композиційного матеріалу залежить від розмірів частинок скла. Оброблення поверхні скла іонами заліза дозволяє ще більш підвищити міцність отриманого матеріалу без небезпеки його подальшого руйнування в часі. Отриманий матеріал має здатність тверднути і набирати міцність в часі.

композиційний матеріал, міцність, скло, залізо, поверхня, частинки

VLADIMIR SCHERBA, ALEXANDER SHISHKIN
STEKLOCEMENT, MODIFIED OF IRON
Krivoy Rog National University

The questions of receipt of composition materials have been considered on the basis of fight of glass, the results of theoretical researches of processes, on-the-surface of alkali and silicate glasses are resulted, possibilities of activating of surface of glass have been determined by different matters, in particular, using the theory of flotation of iron-stones, efficiency of activation of surface of glass have been found by the ions of iron. It has been given that durability of the obtained composition material depends on the sizes of particles of glass. It has been found that with diminishing of size of particles of glass less than 0,05 mm durability in the process of compression of obtained composition material enlarge, the material, obtained with the use of glass with the sizes of particles 0,3–0,5 mm has the least durability. Durability of the composition material depends on the sizes of particles of glass. Treatment of surface of glass allows to raise durability of the material without the risk of its further destruction in time. The obtained material possesses ability to harden and gain durability in time.

composition material, durability, glass, iron, surface, particles

Щерба Володимир Вікторович – аспірант кафедри технології будівельних виробів, матеріалів і конструкцій Криворізького національного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали і вироби.

Шишкин Олександр Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів і конструкцій Криворізького національного університету. Академік Академії гірничих наук України. Наукові інтереси: фізико-механічні властивості будівельних матеріалів і виробів.

Щерба Владимир Викторович – аспірант кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского национального университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

Шишкин Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского национального университета. Академик Академии горных наук Украины. Научные интересы: физико-механические свойства строительных материалов и изделий.

Vladimir Scherba – is a graduate student; Department of Technology of Building Products, Materials and Constructions, Krivoy Rog National University. Scientific interests: build materials and wares.

Alexander Shishkin – DSc (Eng), professor; Head of the Department of Technology of Building Products, Materials and Constructions, Krivoy Rog National University. Academician of Academy of mining sciences of Ukraine. Scientific interests: properties of building materials and products.