

и 21,0%). Микроструктура представляет смесь упрочняющих составляющих (бейнита и мартенсита), окруженных пластичным и вязким остаточным аустенитом, расположенным в основном, в области межчастичных границ. Образцы Шарпи нагружали до заданной нагрузки и выдерживали до разрушения, погружая в ячейку с электролитом (0,05 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 20 мг/л (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CS) и с помощью источника постоянного тока проводили электролитическое наводороживание при плотности тока 5 мА/см<sup>2</sup> [5]. Установлено, что для порошковой стали 45Н4Д2М, содержащей мартенсит, характерны три стадии развития замедленного разрушения, вызванного водородом: инкубационный период (зарождение трещины), стабильный (медленный) рост и катастрофическое разрушение. Расчет максимальных локальных растягивающих напряжений проводили с помощью метода конечных элементов по методике [1, 2]. По результатам испытаний находили для каждой степени пористости П пороговые максимальные локальные напряжения  $\sigma_{11th}^H$  (П) и пороговые коэффициенты интенсивности напряжений  $K_{1th}^H$ .

С ростом пористости величины критического локального напряжения при активном разрушении и порогового локального напряжения при замедленном разрушении, вызванном водородом, линейно снижаются, причем коэффициенты линейности для этих кривых одинаковы и установлены аналитически. Эти зависимости носят линейный характер и могут быть описаны выражениями вида:

$$\sigma_F = \sigma_F^0 - k \cdot П \quad (1)$$

$$\sigma_{11th}^H = \sigma_{11th}^{H(0)} - m \cdot П \quad (2)$$

где  $\sigma_F^0$  – критическое локальное напряжение, соответствующее «нулевой» пористости;  $k$  – коэффициент;  $П$  – пористость,  $\sigma_{11th}^{H(0)}$  – пороговое максимальное локальное напряжение, соответствующее «нулевой» пористости;  $m$  – коэффициент.

Влияние пористости на сопротивление материала распространению трещины имеет аналогичную тенденцию:

$$K_{1th}^H = K_{1th}^{H(0)} - n \cdot П, \quad (3)$$

где  $n$  – коэффициент;  $K_{1th}^H$  – пороговый коэффициент интенсивности напряжений;  $K_{1th}^{H(0)}$  – пороговый коэффициент интенсивности напряжений, соответствующий разрушению стали без пор.

Установлено, что физически, разность  $\Delta\sigma = \sigma_F - \sigma_{11th}^H$  представляет собой вклад водорода при замедленном хрупком разрушении в понижение прочности границ между поршинками. В связи с изложенным выше, можно отметить, что в этом случае  $\Delta\sigma$  не зависит от пористости и характеризует избыточное давление

водорода, молизующегося в порах, т.е.  $\Delta\sigma \approx P_{H_2}$ . По-видимому, в рассматриваемом случае водородное охрупчивание протекает по известному механизму избыточного давления газообразного водорода [1]. Обнаружено также, что и для коэффициентов интенсивности напряжений их разность  $\Delta K = K_{1C} - K_{1th}^H$  также не зависит от пористости.

#### Список литературы

1. Волоконский М.В., Мишин В.М. Оценка прочности границ зёрен стали, ослабленных фосфором и остаточными напряжениями // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 3. – С. 104–105.
2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Кинетическая модель замедленного разрушения закаленной стали. // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2008. – № 3. – С. 28–33.
3. Мишин В.М., Сибилёв А.В. Критерий хладноломкости стальных деталей. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11. – С. 102.
4. Мишин В.М., Шиховцов А.А. Разделение силовой и термоактивационной компонент разрушения. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11. – С. 104–105.
5. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Кинетика и микромеханика замедленного разрушения стали. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4. – С. 858–861.

#### ИМИТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Молева Н.Ю., Сидоренко Ю.В., Блатова О.А.

*Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара,  
e-mail: sm-samgasa@mail.ru*

Развитие технологий в современном строительстве и сфере отделки позволяет более активно применять искусственные материалы, имитирующие природные древесину, горные породы и т.д. В частности, интересны покрытия, изготавливаемые на основе гипса с добавлением пластификаторов, которые придают гипсовым изделиям достаточную прочность. К преимуществам искусственного камня для внутренней облицовки относятся влагостойкость, огнестойкость, небольшой вес и низкая стоимость. Литевой полимербетон, имитирующий гранит, мрамор, применяется для изготовления облицовочных панелей, столешниц, подоконников. Стеклофибробетон обеспечивает трещиностойкость, водонепроницаемость бетона и в целом – долговечность конструкции в сочетании с архитектурной выразительностью. Ценные породы древесины заменяются имитационной отделкой: окраской обычных пород под цвета ценных пород; нанесением рисунка текстуры методом печати; облицовкой листовым пластиком и др. Таким образом, существует немало аналогов натуральным декоративно-отделочным материалам, которые дешевле, но по техническим характеристикам не уступают природным. В результате истощения естественных запасов природного сырья имитационные материалы постепенно становятся одной из возможностей, позволяющей строительной отрасли

динамично развиваться. На стадии разработки составов имитационных материалов необходимо, в частности, уделять больше внимания экологической безопасности применяемого сырья и вспомогательных компонентов (добавок, модификаторов и т.п.) [1]. Также актуальны вопросы оптимизации структуры и свойств имитационных материалов на основе минеральных вяжущих с применением нанотехногенных продуктов; создание программ для регулирования технологических параметров производства долговечных энерго- и ресурсоемких штучных стеновых, отделочно – облицовочных изделий, материалов специального назначения и т.д. [2–13].

#### Список литературы

1. Сидоренко Ю.В. Строительная экология материалов, изделий и конструкций. // Международный журнал экспериментального образования. – М.: Академия Естествознания, 2015. – № 10-2. – С. 162–163.
2. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. К вопросу о долговечности цементосодержащих материалов на основе техногенного сырья. // Научное обозрение. – 2015. – № 12. – С. 124–127.
3. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Методология научного исследования материалов общестроительного и специального назначения. // Международный журнал экспериментального образования. – М.: Академия Естествознания, 2015. – № 10-2. – С. 158–159.
4. Sidorenko Y.V., Strelkin Y.V. About the role of hydrodynamical factors, influencing the gas phase of foam concretes. // Моделирование. Теория, методы и средства: материалы V Междунар. науч.- практ. конф., г. Новочеркасск, 8 апр. 2005 г.: в 5 ч. / Юж.- Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005. – Ч. 1. – С. 47–49.
5. Сидоренко Ю.В., Никонова И.О., Нетишина К.А. Региональные материалы как основа современного строительства. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – М.: Академия Естествознания, 2014. – № 1. – С. 51–52.
6. Сидоренко Ю.В., Рогова Ю.С., Биндер В.П., Мруз Е.С., Мухатаева О.Л., Михайленко М.А. Учебно-исследовательская работа студентов по дисциплине «Строительные материалы». // Международный журнал экспериментального образования. – М.: Академия Естествознания, 2015. – № 5 – С. 87–88.
7. Сидоренко Ю.В., Мруз Е.С. Добавки для регулирования качественных характеристик цементных бетонов. // Международный журнал экспериментального образования. – М.: Академия Естествознания, 2015. – № 8–1. – С. 107–108.
8. Korenkova S.F., Sidorenko Y.V. Improving durability of cement composite materials. // Procedia Engineering. – 2015. – Т. 111. – P. 420–424. Av. at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.110>.
9. Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф. Неавтоклавные силикатные материалы в строительстве. // Научное обозрение. – 2015. – № 13. – С. 111–114.
10. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Обоснование направлений утилизации силикатных, кальциевых, глиноземистых и поликомпонентных промышленных отходов в составах специальных вяжущих, строительных растворах и бетонах. // Наука и образование в глобальных процессах. – 2015. – № 1 (2). – С. 34–36.
11. Коренькова С.Ф., Гурьянов А.М., Сидоренко Ю.В. Нанодисперсное техногенное сырье для получения многокомпонентных сырьевых смесей. // Сухие строительные смеси, 2012. – № 3. – С. 17–19.
12. Korenkova S.F., Sidorenko Y.V. Application of non-ferrous metallurgy's wastes in the binder compositions and concretes for special uses. // European Journal Of Natural History. – 2015. – № 3. – P. 38–39. Av. at: [http://world-science.ru/euro/pdf/2015/2015\\_03.pdf](http://world-science.ru/euro/pdf/2015/2015_03.pdf).
13. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. К вопросу о фракционной размерности нанотехногенного сырья. // Нанотехнологии в строительстве: научный Интер-

нет-журнал. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2010. – Т. 2. – № 3. – С. 26–32. URL: [http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild\\_3\\_2010.pdf](http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2010.pdf).

### РЕГИОНАЛЬНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф.

*Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара,  
e-mail: sm-samgasa@mail.ru*

Успешное развитие промышленного и гражданского строительства во многом зависит от решения задач, связанных с наличием определенной сырьевой базы как природного, так и вторичного (техногенного) происхождения. Известно, что запасы высококачественных сырьевых продуктов резко уменьшаются, и альтернативой им могут быть промышленные отходы и продукты, запасы которых (в отличие от природных ископаемых) периодически возобновляются. Годовой объем запаса отходов превышает несколько десятков млн. кубометров, что значительно больше потребностей строительной промышленности. Снижение себестоимости готовой строительной продукции при этом может быть весьма существенным: промышленные отходы содержат энергетический потенциал, позволяющий в целом уменьшить производственные затраты. Среди отходов имеется значительное количество таких, которые могут быть отнесены к комплексным добавкам, в т.ч. нано- и микродисперсным. Например, для производства обширной группы минеральных вяжущих требуется провести системный анализ отходов, как базы для получения различных видов бетонов, растворов, сухих смесей и т.п. Учитывая условия образования отходов, составы и свойства, их воздействие на цементосодержащие материалы должно быть полифункциональным и включать: уплотнение структуры, снижение объема открытых пор, повышение адгезионной прочности и соответственно долговечности. Именно этот показатель является одним из основных в оценке качества готовой продукции [1–4]. Однако при введении нано- и микронаполнителей может возрасти водопотребность цементосодержащих смесей, что является нежелательным фактором, влияющим на эксплуатационные свойства материала. Простым и недорогим приемом рациональной оптимизации является одновременное введение в смесь химических добавок и наполнителей (комплексных добавок). Имеется опыт применения бинарных наполнителей, подобранных таким образом, что каждый компонент выполняет свою определенную функцию [1–6]. К числу наполнителей нанотехногенного происхождения относятся, в частности, шламы водоочистки и водоумяг-