

УДК 691

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ДОБАВКИ СУЛЬФОАЛЮМИНАТНОГО ТИПА НА СВОЙСТВА ТОРКРЕТ – БЕТОНА**

И.П. Павлова, К.Ю. Беломесова

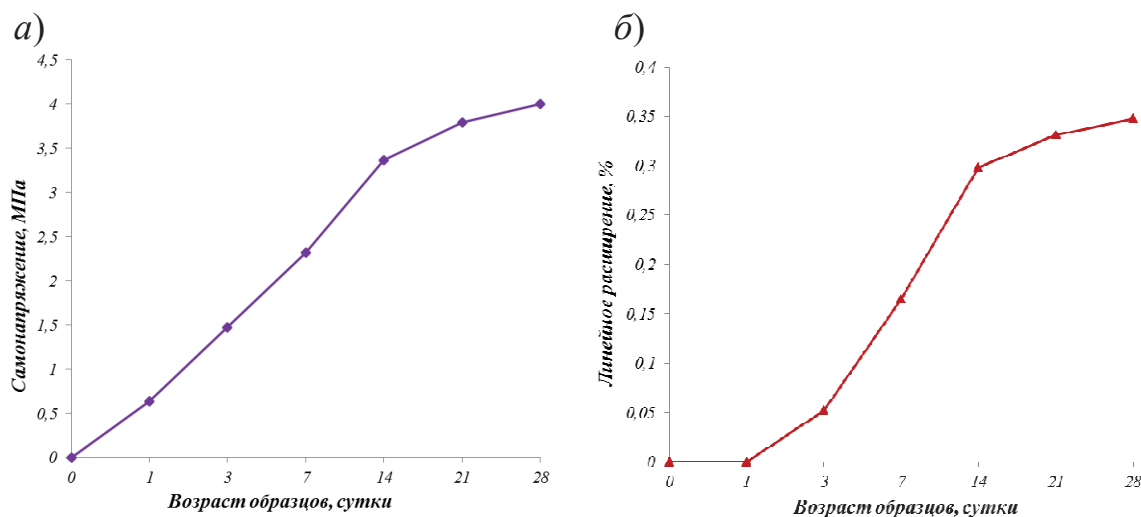
Брестский государственный технический университет, г. Брест

Прогрессивная технология торкретирования бетона в современном строительстве вызывает все больший интерес, как универсальный способ и метод бетонирования. Торкретирование целесообразно в тех случаях, когда необходимо бетонировать строительные конструкции сложной конфигурации, при сооружении пространственных конструкций покрытий зданий (куполов, оболочек), резервуаров различного типа и назначения, плавательных бассейнов, также в тех случаях, когда к бетону предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости и морозостойкости. Для получения торкрет-бетона применяют сырьевые компоненты, как и в традиционных тяжелых бетонах. Применяя в качестве вяжущего для торкрет-бетона портландцемент, а с учетом специфики технологии – в достаточно больших количествах, велик риск возникновения усадочных деформаций. Усадка вызывает появление дополнительных внутренних напряжений, которые приводят к микротрещинообразованию структуры, и, как следствие, к снижению эксплуатационной надежности, в том числе водонепроницаемости и морозостойкости, что для торкрет-бетона, который в основном используется для ремонта и гидроизоляции, является серьезной проблемой. Одним из эффективных способов компенсации или частичного снижения усадочных деформаций является применение расширяющихся модифицированных вяжущих, механизм расширения, которых происходит за счет образования повышенного количества этtringита (так называемый «первичный этtringит») [1, с.102].

Цель работы заключается в исследовании влияния расширяющейся сульфоалюминатной добавки на собственные деформации торкрет-бетона, а также влияние расширяющегося вяжущего на прочностные показатели данного бетона.

Основными компонентами расширяющейся добавки, полученной в лабораторных условиях, являются: высокоактивный метакаолинит (ВМК) и природный гипс. Процентное содержание компонентов назначается исходя из условий появления собственных деформаций расширения, что соответствует следующему процентному соотношению ПЦ:ВМК:Г = 80:10:10.

Основными контролируемыми параметрами напрягающего цемента являются величина самонапряжения и линейного расширения согласно [2]. Для определения основных показателей напрягающего цемента (НЦ) использованы методы и оборудование, подробно описанные в СТБ 1335 [2]. На рисунке 1 представлено графическое изображение процесса развития собственных деформаций напрягающего цемента.

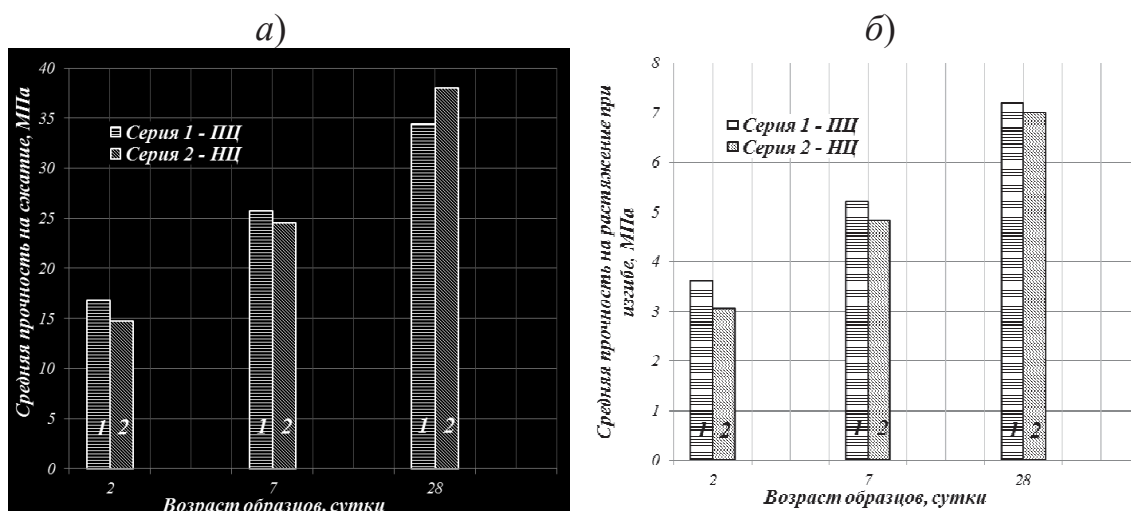


**Рисунок 1 – График развития самонапряжения (а) и линейного расширения (б) во времени**

Таким образом, в результате обработки полученных данных величина самонапряжения цемента образцов-балочек в возрасте 28 суток составила: 4,2 МПа. Полученное значение соответствует марке цемента по самонапряжению НЦ-4 в соответствии с СТБ 1335 [2]. Величина линейного расширения цемента образцов-призм в возрасте 28 суток составила: 0,351 %. Полученное значение величины свободного линейного расширения находится в допустимых пределах, приведенных в СТБ 1335 [2].

Для оценки степени влияния расширяющегося вяжущего на прочностные характеристики торкрет-бетона были сформованы две серии образцов: серия 1 – ПЦ (портландцемент); серия 2 – НЦ (напрягающий цемент). Для исследования смесей было принято  $const \text{ В/Ц} = 0,5$ . Опытные образцы подвергались испытаниям в возрасте 2, 7, 28 суток. Результаты, полученных данных представлены в виде гистограмм на рисунке 2.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что опытные образцы на НЦ показали некоторый спад прочности по сравнению с эталоном и в случае испытания на сжатие, и на растяжение при изгибе.



**Рисунок 2 – Прочностные характеристики опытных образцов на сжатие (а) и на растяжение при изгибе (б)**

Минимальный спад прочности можно объяснить следующими эффектами:

1. Использование достаточно активного НЦ (самонапряжение – 4,2 МПа, линейное расширение – 0,351 %), что обусловлено расклинивающим действием этtringита и частичным разуплотнением структуры).

2. Испытание образцов проводилось в возрасте 2, 7 и 28 суток, в то время как для НБ характерен набор прочности и в более поздние сроки твердения.

Анализ выполненных экспериментальных и теоретических исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Экспериментальным путем получен состав напрягающего цемента с высокими показателями свободных деформаций расширения на основе ПЦ, модифицированного РД (представленной высокоактивным метаксаолинитом (ВМК) и природным гипсом (Г)).

2. Применение НЦ в качестве вяжущего для торкрет-бетона позволяет компенсировать негативные усадочные напряжения и создать в ряде случаев деформации расширения;

3. Бетонам на основе напрягающего цемента свойственно набирать прочность в более поздние сроки твердения (после 28 суток), что впоследствии может привести к еще более высоким показателям прочности [3].

4. Для нейтрализации эффекта частичного разуплотнения в высокоактивных напрягающих бетонах в качестве армирующего компонента следует использовать базальтовую фибру, создающую эффект

3D- армирования и позволяющую использовать химическое преднапряжение, что является предметом дальнейших исследований [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Павлова, И. П. Исследование влияния расширяющихся сульфоферритных и сульфоалюминатных добавок на прочностные показатели и собственные деформации цементных систем / И. П. Павлова, Т. В. Каленюк, К. Ю. Беломесова // Весн. БрГТУ., Сер. Строительство и архитектура. – 2016. – №1. – С. 123-127.

2. Цемент напрягающий. Технические условия: СТБ 1335-2002. – Введ. 01.01.2003 – Мн.: Минстройархитектуры, 2002. – 11 с.

3. Тур, В. В. Экспериментально-теоретические основы предварительного напряжения конструкций при применении напрягающего бетона. – Брест, 1998. – 244 с.

4. Беломесова, К. Ю. Цементно-песчаные растворы, армированные базальтовым волокном / К. Ю. Беломесова // Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И. Н. Ахвердова и С. С. Атаева : в 2 ч. / БНТУ. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 34 – 39.

УДК 691:620.1

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО СОДЕРЖАНИЯ АММИАКА В ЦЕМЕНТЕ И БЕТОНЕ**

А.Г. Губская, Т.И. Дегтярева, А.П. Гапотченко  
Государственное предприятие «Институт НИИСМ», г. Минск

В настоящий момент в развитых странах мира, включая Республику Беларусь, исключительное внимание уделяется проблеме качества жилой среды в помещениях. Проводимые в этой области исследования показывают, что все чаще в воздухе жилых и общественных зданий содержание вредных веществ значительно выше, чем в атмосферном воздухе городов.

Одним из источников химического загрязнения воздушной среды помещений специалисты видят строительные материалы, применяемые при возведении зданий и сооружений. Если для полимерных материалов уже давно проводится большая работа по их санитарно-гигиенической оценке и разработке норм допустимого применения, то для бетона объем таких исследований недостаточен.

Бетон в традиционном понимании как искусственный камень, состоящий из портландцемента, заполнителей на основе горных по-