

УДК 538.911

DOI: 10.17223/00213411/63/9/126

*В.В. ШЕХОВЦОВ, В.А. ВЛАСОВ, Н.К. СКРИПНИКОВА, М.А. СЕМЕНОВЫХ***ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ МАТРИЦ БЕТОННЫХ СИСТЕМ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕКОНДИЦИОННЫМИ ЧАСТИЦАМИ \***

Проведены теоретические и экспериментальные исследования формирования матрицы бетонной системы при вводе некондиционных частиц (НКЧ) концентрацией  $0 \leq k \leq 0.5$  в состав исходной дисперсной фазы. Установлено, что в бетонных дисперсных системах происходит возникновение и развитие пространственных структурных каркасов с различной степенью заполнения их НКЧ. Введение НКЧ в состав матрицы бетонной системы приводит к формированию прочных структурных связей за счет контактирования частиц через адсорбционные и диффузионные слои, образованных в процессе формирования субмикроструктурного геля, обтекаемого новообразованными дисперсными областями (С-С-Н). Это обусловлено высоким содержанием FeO в исходном составе НКЧ, который влияет на сцепление между собой частиц дисперсной фазы, обладающих высоким коэффициентом электростатического и электромагнитного притяжения, формирующих кристаллизационные центры на контактных поверхностях границ раздела фаз.

**Ключевые слова:** матрица бетона, некондиционные частицы, структурообразование, капиллярно-пористые и дисперсные системы, гидросиликаты.

**Введение**

Физическая природа структурообразования тел основывается на изменении энергии межмолекулярного взаимодействия частиц между собой, вследствие чего в дисперсной среде наблюдается развитие новообразованных связей исследуемой матрицы материала. Рассматривая процессы структурообразования матрицы на основе вяжущих веществ необходимо выделить главную особенность – термодинамический эффект, за счет которого понижается степень насыщения системы влагой, что приводит к изменению активности обводнения (образование гидросиликатов). Этим отличается степень насыщения матрицы в типичных капиллярно-пористых телах [1–3]. Одной из перспективных капиллярно-пористых систем, рассматриваемой на сегодняшний день, представляется матрица бетона [4–6]. Основными новообразованиями, определяющими конечные свойства матрицы бетона, является концентрация гидросиликатов кальция различной модификации (С-С-Н – обозначение по Х. Тейлору). Размеры кристаллов гидросиликатов кальция варьируются от  $10^{-7}$  до  $10^{-3}$  см, т.е. в пределах от коллоидно-дисперсных до грубодисперсных частиц. Стоит отметить, что матрица бетонных изделий представляет собой около 85 % массы затвердевшего материала. В матрице бетонной системы гидросиликаты кальция могут находиться как в гелеобразном состоянии, так и в виде монокристаллов и кристаллических сростков. Основным стабильным морфологическим аспектом существования гидросиликатов в бетонной матрице являются сростки кристаллов, представленные метасоматическим микрорельефом с кавернами и трещинами на поверхности [7].

В настоящее время активно проводятся исследования в области модификации матрицы бетонных систем [8, 9] путем ввода некондиционных частиц (НКЧ) различной морфологии для улучшения компактности заполняемых ячеек (кластеров) дисперсной фазы, внутренней структуры и устойчивости к физико-механическим нагрузкам. В качестве НКЧ в большей степени используют шламы, шлаки и зольные остатки тепловых и металлургических предприятий, которые являются продуктом техногенного характера [10–12]. Однако увеличение содержания НКЧ в матрице бетонной системы вызывает такие проблемы, как низкая прочность, интенсивная подвижность дисперсной системы на ранней стадии твердения [13, 14], вследствие чего снижается долговечность конечного продукта.

Для оценки процессов структурообразования матрицы бетонной системы с учетом взаимодействия НКЧ необходимо отталкиваться от их физической природы образования. Большинство таких масс формируются за счет тепловых нагрузок на исходные сырьевые материалы, используемых на тепловых и металлургических предприятиях, вследствие чего выделяется побочный продукт (отходы), представленный мелкодисперсной скагулированной массой [15–17]. В рабо-

\* Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2020-0004.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>