

**Рентгенодифрактометрическое исследование кинетики схватывания  
цементного камня модифицированного наноразмерными добавками  
Артамонова Ольга Владимировна, Хонякина Мария Николаевна**

*доцент, студентка*

*Воронежский архитектурно-строительный университет,  
строительно-технологический факультет, Воронеж, Россия*

*E-mail: Ol\_artam@rambler.ru*

**Введение**

Одним из направлений управления свойствами высокопрочных материалов (керамик и бетонов) является модифицирование их структуры наноразмерными частицами различной формы. Управление структурой, модифицирование и совершенствование структуры материала достигается комплексным подбором химического состава, введением новых структурных элементов на соответствующих уровнях структуры. Главный акцент сделан на решающую роль многочисленных поверхностей раздела в наноматериалах, как основе для существенного изменения свойств твердых тел путем модификации структуры и электронного строения.

**Методы**

В данной работе исследовали кинетику схватывания цементного камня модифицированного наночастицами SiO<sub>2</sub> (5-10 нм), с различным значением pH маточного раствора. Для этого проведены рентгенодифрактометрические исследования процесса схватывания, водоцементное отношение исследуемых образцов составляло 0,3 – 0,33 (по массе). Эксперимент проводили от начала смешивания компонентов с интервалом 1 час. Съемку рентгенограмм проводили на дифрактометре Siemens D-500HS с фильтрованным CuK<sub>α</sub>-излучением ( $\lambda=1.54178\text{\AA}$ ). Обработку рентгенограмм проводили автоматически, используя программное обеспечение PDWin 4.0.

**Результаты**

Проведенные исследования выявили роль микронаполнителей в формировании структуры цементного камня. Она является многоплановой: во-первых, частицы нанодисперсного кремнезема заполняют пространство микропор, тем самым повышая плотность и прочность системы; во-вторых, наноразмерные частицы могут являться активными центрами кристаллизации; в-третьих – они участвуют в химических реакциях образования новой фазы, обеспечивая формирование кристаллических сростков низкоосновных гидросиликатов кальция с соотношением C/S  $\leq 1,0$  вместо первичных кристаллогидратов типа портландита и высокоосновных гидросиликатов кальция.

Принципиально важным отличием наночастиц является их размеры, которые могут быть на два порядка меньше размеров частиц микрокремнезема и составлять от 1 до 10 нм; удельная площадь поверхности наноразмерного SiO<sub>2</sub> может достигать 200 000 м<sup>2</sup>/кг и более. Это создает ситуацию, когда большинство связей атомов наночастиц выходит на поверхность, тем самым, обеспечивая чрезвычайно высокую удельную поверхностную энергию, отнесенную к массе частиц. Например, удельная поверхностная энергия 1 кг микрокремнезема может составлять от 10 до 18 кДж, а поверхностная энергия 1 кг наноразмерного SiO<sub>2</sub> – до 250 кДж.

**Заключение**

Наноразмерные частицы наиболее перспективные модификаторы цементного камня и бетонов на его основе, так являются зародышами центров кристаллизации новой фазы, проявляют высокую химическую активность и обеспечивают снижение внутренних напряжений в системе, тем самым, повышая прочность и долговечность материала.