

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКТИВАЦИИ ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ

Е.Е.Шамис<sup>1</sup>, А.А.Избында<sup>2</sup>, М.И.Присяжнюк<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Технический университет Молдовы*

<sup>2</sup> *НИИ „INCERCOM”, Кишинёв*

<sup>3</sup> *Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Долгое время развитие технологии бетонов шло по пути изучения свойств и возможностей эффективного использования цемента и заполнителей. Меньше внимания уделялось исследованиям свойств воды затворения. Вместе с тем вода является равноправным участником формирования структуры цементного камня и бетона, а её состояние и способ подготовки во многом определяют характер процессов гидратации и структурообразования цементных систем [1].

Вода – единственный компонент цементных систем, инициирующий реакции для получения композитного материала.

Несмотря на элементарность химического состава, вода обладает довольно сложной структурой.

Известно, что на образование молекулы  $H_2O$  в атоме кислорода используются два внешних электрона с 2р оболочки для соединения с атомами водорода. Два оставшихся электрона на 2р оболочке и два электрона на 2s образуют между собой пары, и химически менее активны [3]. Орбитали электронов на оболочках 2s и 2р гибридизируются таким образом, что четыре неспаренных электрона могут образовывать водородные связи с соседними молекулами воды (рис. 1 и 2).

Проблема структуры воды вот уже более ста лет остается в центре внимания исследователей различных специальностей, так как до сих пор полностью не определено то качество, которое понимается под термином «структура жидкости».

Возникновение водородной связи в молекуле воды объясняется свойством атома водорода взаимодействовать с сильно электроотрицательным элементом – кислородом другой молекулы.

Исследования структуры воды начались довольно давно. Ещё в прошлом веке некоторыми исследователями были сделаны робкие попытки по изучению и классификации этого явления. Работы Д. Эйзенберга и В. Кауцмана "Структура и свойства воды" [10], Японский исследователь Масару Эмото (Masaru Emoto) приводит еще более удивительные доказательства информационных свойств воды. За время работы он сделал более 10 000 фотографий. Доктор Эмото использовал анализатор магнитного резонанса для нескольких

функций, включая качественный анализ воды, где форма кристаллов отражает свойства воды и каждый раз кристаллы не одинаковы.

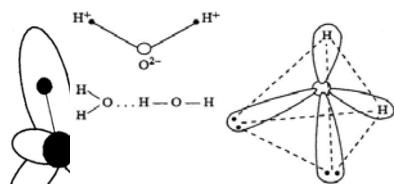


Рисунок 2. Конфигурация электронных облаков

Рисунок 1. Взаимодействие двух соседних внешних электронов кислорода в молекуле воды и ориентация электронных орбиталей кислорода

Работы Г.Г. Маленкова показали, что молекулы воды соединены водородными связями, образующими непрерывную трехмерную сетку, что характеризует наличие тетраэдрической упорядоченности в расположении частиц. Однако в работах Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Староверова В.Д. по моделированию воды подчеркивается структурная неоднородность сетки водородных связей, проявляющаяся в неравномерном распределении в пространстве молекул.

Подобного рода идею развивал и В.И. Яшкичев в рассматриваемой им модели коллективного движения молекул  $H_2O$ , связанных в трехмерную сетку с тетраэдрическим направлением водородных связей. Основной характеристикой движения молекул в воде является трансляционное их движение и наличие разорванных водородных связей. В этом случае структура воды может рассматриваться как трехмерная сетка с изогнутыми, растянутыми и частично разорванными водородными связями. Коллективное движение молекул в такой сетке стремится сохранить их тетраэдрическую координацию.

При этом наличие коллективного движения характеризует способность молекул воды образовывать кластеры – группы молекул  $(H_2O)_n$  (рис. 3). Под кластером обычно понимают группу атомов или молекул, объединенных физическим взаимодействием в единый ансамбль, но сохраняющих внутри него индивидуальное поведение [2, 11].

С развитием нанотехнологий возникают новые возможности влияния на структуру и свойства воды, появляется возможность целенаправленного управления процессом структурообразования и свойствами цементных композитов, представляющих собой сложную иерархическую систему, включающую и наноуровень.

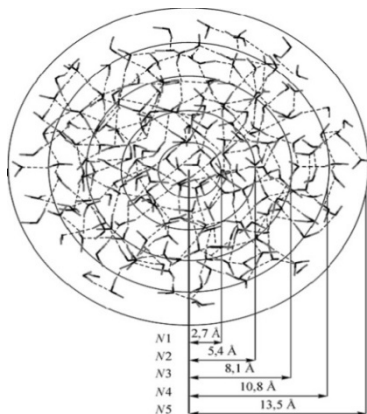


Рисунок 3. Кластер из 216 молекул воды с свойств. выделенными слоями толщиной 2,7А

Научное обоснование совместимости между собой контактных материалов в эксплуатации, технологии и комплексе составляющих активированную формовочную смесь, предлагаемое авторами, отражено в [5, 8] и защищено тремя сертификатами авторского права и других смежных прав [7, 8, 9].

Исследование авторов направлено на создание теоретических основ принципиально новой методологии конструирования преимущественно строительных формовочных смесей и энергоэффективных способов их изготовления. Одновременно

отрабатываются возможности реализации результатов теоретических изысканий в практике с получением инновационного активированного продукта, то есть активированных формовочных смесей.

В результате образуется новый продукт - активированная формовочная смесь акформикс (acformix), отличающаяся широким диапазоном возможностей, в том числе полноценным использованием вяжущего, конструкцией структуры, экологичностью, высокой прочностью, обусловленной проработкой компонентов на атомарном уровне, экономичностью на основе ресурсосберегающих технологий и т.д.

Это позволяет направленно воздействовать на процессы, происходящие в цементных системах. Такие виды воздействия можно условно разделить на несколько групп: физическое модифицирование (безреагентное); химическое модифицирование (реагентное); их сочетание (комбинированное воздействие).

Необходимо отметить, что в данном случае под физическим и химическим модифицированием понимается направленное регулирование параметров цементных систем, происходящее на стадии взаимодействия цемента с водой.

При этом модифицированная вода обладает большей активностью

вследствие изменения ионного состава, влияющего на величину рН, и удельную электрическую проводимость и другие параметры.

Общими недостатками всех физических методов являются трудность определения количественных параметров, характеризующих степень активации водной среды в производственных условиях; необходимость дооснащения технологических линий специальным оборудованием для активации воды; переработки технологических регламентов и прочей документации.

Анализ использования химических модификаторов (добавок) и проведенный анализ в строительстве показывает, что наибольший удельный вес принадлежит пластификаторам и суперпластификаторам.

Применение последних позволяет: снизить водопотребность бетонной смеси на 23-26%; сократить расход вяжущих; значительно повысить прочность бетона; применять при возведении бетонных и железобетонных конструкций литые самоуплотняющиеся смеси; получать не расслаивающиеся бетонные смеси.

Отрицательной стороной использования добавок в бетонах является существенное повышение стоимости конечного продукта, а также вредное воздействие на человека и экологию.

Система выбора и исследования методов активации компонентов формовочных смесей, предложенная авторами, приведена в [6].

В наших исследованиях заданную пластичность смеси на портландцементе удалось обеспечить при меньшем на 12...15% расходе предварительно структурированной воды при одинаковом объеме структурированной воды из различных источников и времени активации.

Предлагаемый способ модифицирования (активации) воды затворения позволяет за счет сокращения расходов дорогостоящих компонентов (цемента и добавок) снизить себестоимость бетона, при этом физико-механические свойства конечного продукта не ухудшаются.

Проведены эксперименты по определению свойств воды (рис.4). В экспериментальных исследованиях использовались материалы с размером частиц от 20 до 200 нм. Интенсивность неионизирующего излучения ( $E$ , ед. изм.  $E_n$  (einstein)), необходимую для структуризации единицы объема воды за единицу времени предлагается вычислять по формуле:

$$E=V/t,$$

где,  $V$  - объем воды,  $m^3$ ;

$t$  - время, необходимое для её структуризации, сек.

Углубление данного процесса приводит к возникновению вторичной наноструктуры — фрактальной объемной сетки, которая

располагается во всем объеме воды и локально изменяет концентрацию гидроксильных групп, что приводит к объемному изменению pH. Выявленное подкисление суспензии благоприятно сказывается на особенностях реологии цементной системы и на процессах формирования цементного камня.

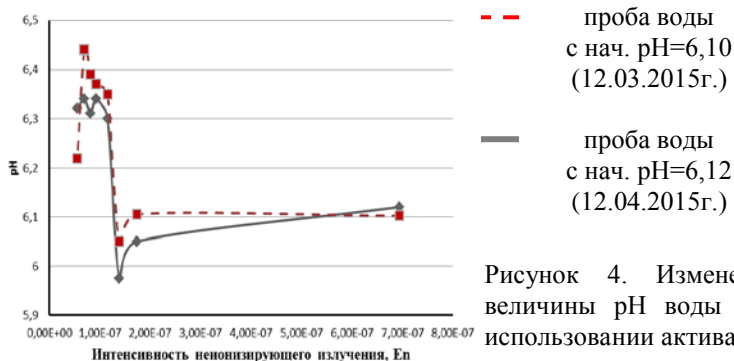


Рисунок 4. Изменение величины pH воды при использовании активации

Анализ полученных результатов показывает, что при активации водной среды происходит изменение величины водородного показателя: наблюдается сдвиг в кислотную область. Объяснить данный эффект можно только с позиций изменения ионного произведения воды, вызванного специфической сорбцией гидроксильных групп  $\text{OH}^-$  на поверхности зон активации в жидкость, сопровождающейся образованием ионов водорода  $\text{H}^+$  оксония  $\text{H}_3\text{O}^+$  (рис. 5).

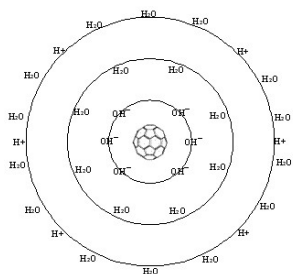


Рисунок 5. Ориентация молекул воды вокруг зон активации

### Выводы

Анализ свидетельствует об изменении свойств цементных систем, приготовленных с использованием активации воды затворения что позволяет сделать следующие выводы:

- при активации воды затворения различной по времени в диапазоне 2-10 часов, наблюдается понижение pH,

имеет место некоторое удлинение сроков схватывания, увеличение подвижности цементного теста при сохраняемости его реологических характеристик во времени;

- наноструктурирование воды затворения не оказывает значительного влияния на размер пор и однородность их распределения в объеме цементного камня;

- выявленно существенное снижение величины водопоглощения при капиллярном подсосе свидетельствует об увеличении объема условно замкнутых пор, недоступных проникновению воды.

- проведенные исследования физико-механических характеристик цементного камня выявили тенденцию к увеличению прочностных характеристик в пределах 15-20% в зависимости от вида цемента, водоцементного отношения и других факторов в интервале концентраций излучений 12-25 часов, что соответствует интенсивности неионизирующего излучения  $1,15 \cdot 10^{-7}$  -  $5,56 \cdot 10^{-8}$  Еп с изменение pH в диапазоне 6,22 - 6,44 для проб отобранных 12.03.2015г. и pH 6,32 - 6,34 - 12.04.2015г.

### Summary

**Modern techniques now make it possible to obtain nano composites based on resource-saving technologies. The distinguishing feature is activated composites, which are prepared by casting their physical and mechanical properties.**

### *Литература*

1. Волженский А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия / А.В. Волженский, В.И. Стамбулко, А.В. Ферронская. - М.: Стройиздат, 1971. – 318 с.

2. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Кластерообразование композиционных строительных материалов //Технологическая механика бетонов. Рига:Рижский политехнический инт, 1985. – С. 521.

3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Ин-т Компьютерных исследований, 2002. – 656 с.

4. Гусев Б.В. Механизм кавитационной активации цемента / Б.В. Гусев, В.Ф. Юдаев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2003, №6. - С.24-25.

5. Шамис Е.Е. Строительство XXI - инновационные идеи совершенствования индустриальных методов / Е.Е. Шамис. - Кишинёв: „TEHNICA-INFO”, 2010. - 262 с.

6. OŞ №2624/2814. Системный анализ проблемных ситуаций (структура системы выбора и исследования физических методов

активации компонентов формовочных смесей) / Е.Е. Шамис, В.Д. Иванов, М.И. Холдаева. - АГЕРІ RM, 02.12.2010.

7. ОҖ №975/3035. Эксплуатационная совместимость контактных материалов (структура системы исследования) / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева. - АГЕРІ RM, 21.04.2011.

8. ОҖ №974/3034. Технологическая совместимость контактных материалов (общие представления и структура системы исследования) / М.И. Холдаева. - АГЕРІ RM, 21.04.2011.

9. ОҖ №976/3036. Комплексная совместимость контактных материалов (общие представления и структура системы исследования) / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева, В.Д. Иванов. - АГЕРІ RM, 21.04.2011.

10. Эйзенберг Д. Структура и свойства воды/ Д. Эйзенберг В. Кауцман//. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.

11. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Моделирование конструкций как сложных систем //Вестник ОГАСА, выпуск 28, Одесса: Внешрекламсервис, 2007. – С. 64-70.

12. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Системный подход при анализе структуры строительных конструкций // Сб. Ресурсоэкономные материалы, конструкции, здания и сооружения. – Ровно: НУВХ, выпуск 16, ч.1., 2008. – С. 133-139.