

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКТИВАЦИИ ВОДЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНОВ

Присяжнюк М.И., Яким Я.

Одесская государственная академии строительства и архитектуры,
Одесса, Украина

В статье приведены результаты анализа активации воды неионизирующими излучениями, что способствует формированию улучшившей структуры бетонов и композиционных материалов на основе цементного вяжущего на легких заполнителях.

У статті наведено результати аналізу активації води неіонізуючими випромінюваннями, що сприяє формуванню поліпшеної структури бетонів та композиційних матеріалів на основі цементного в'язучого на легких заповнювачах.

To the article the results of analysis of activating of water are resulted by unionizing radiations, that is instrumental in forming of improving structure of concretes and composition materials on the basis of cement astringent on easy fillers.

Изготовление бетонов с улучшенными физико-техническими свойствами возможно при осуществлении технологических процессов, включающих химические и/или другие воздействия на сырьевые материалы и/или формовочные смеси, приводящие к получению дисперсных систем с необходимой химической активностью.

Развитие технологии бетонов шло по пути изучения свойств и возможностей эффективного использования цемента и заполнителей. Вместе с тем вода является равноправным участником формирования структуры цементного камня и бетона, а ее состояние и способ подготовки во многом определяют характер процессов гидратации и структурообразования цементных систем. Материал – акформикс, показал лучшие прочностные показатели, чем обычные формовочные смеси формикс на пресной питьевой воде.

Работы Г.Г. Маленкова показали, что молекулы воды соединены водородными связями, образующими непрерывную трехмерную сетку. 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 в работах Староверова В.Д. отмечено наличие коллективного движения что характеризует способность молекул воды образовывать кластеры – группы молекул $(H_2O)_x$. Под кластером обычно понимают группу атомов или молекул, объединенных физическим взаимодействием в единый ансамбль (рис.1), но сохраняющих внутри него индивидуальное поведение, однако в работах Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У. по моделированию воды подчеркивается структурная неоднородность сетки водородных связей, проявляющаяся в неравномерном распределении в пространстве молекул. Вода – единственный компонент цементных систем, инициирующий реакции для получения композитного материала.

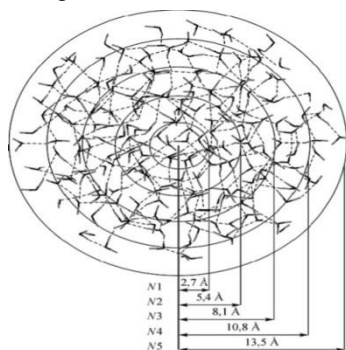


Рисунок 1. Кластер из 216 молекул воды выделенными слоями толщиной 2,7 Å

Активация воды неионизирующими излучениями способствует формированию улучшенной структуры бетонов. К физической активации воды относят следующие виды воздействия: магнитную; электромагнитную обработку, механическую; термическую, акустическую, плазменную, разрядно-импульсную, электрохимическую с помощью гибких концентраторов и др.

Исходя из изложенного, в качестве ведущих физических методов активации формовочных смесей нами приняты: регулируемая по мощности (управляемая) гидродинамическая кавитация в потоке

смешиваемых отдельно от остальных компонентов воды и вяжущего вещества; структурирование воды (жидкости) обработкой неионизирующими излучениями с помощью гибких концентраторов [3].

На основе авторских исследований по предложенной модели с одновременным анализом информации по теме [1, 2, 3 и др.] установлено, что при использовании существующих методов конструирования и изготовления формовочных смесей, как сказано выше, значительная часть вяжущего вещества не гидратируется, то есть вода не проникает внутрь слипающихся частиц материала. Этому препятствуют «реакционные каёмки» из гидратированного вяжущего, образующиеся на частицах и упрочняющиеся со временем. Отсюда следует значительный перерасход вяжущего и воды, необходимых для получения конечного продукта с заданными показателями. При этом излишнюю воду потом необходимо удалить, что влечёт за собой неэффективный расход времени и энергии. Гидродинамическая кавитация возникает, как известно, при сужении поперечного сечения потока и не влечёт за собой затрат энергии, как при других методах создания очагов кавитации в потоке (ультразвуковом, акустическом и пр.). При этом слипающиеся при гидратации частицы вяжущего становятся зародышами (ядрами) кавитационных микропузырьков, в которых при схлопывании развивается давление 1000...4000 атм. и резко повышается температура. Известные методики расчёта кавитации использованы нами [4]. В результате удаётся раздробить частицы до атомарного уровня, увеличив тем самым степень гидратации вяжущего, следовательно, уменьшать его расход, необходимый для получения акформикса с заданными техническими показателями, расход вяжущего уменьшается на 27...30%.

Используемая в изготовлении смеси вода предварительно структурируется, то есть два атома водорода и атом кислорода располагаются под углом $104,7^\circ$ по отношению друг к другу. В нашем исследовании это достигается воздействием на воду неионизирующим излучением через гибкий концентратор, обработанный по специальной методике.

Основным условием образования коагуляционных контактов является наличие во всей совокупности частиц твёрдой фазы частиц коллоидных размеров, способных совершать броуновское движения. Они в совокупности с более мелкими и более крупными, образуют трёхмерный каркас с фиксацией в положении дальнего энергетического минимума коагуляционного структурообразования. По мере увеличения дисперсности частиц растёт и количество

контактов между ними и, одновременно, вероятность перехода в область ближнего энергетического минимума коагуляционного структурообразования, такой переход связан с синхронизацией динамических параметров движения частиц.

При взаимодействии молекул воды с частицами коллоидной дисперсности, обладающими гидрофильными свойствами, их поверхность покрывается тонким слоем воды, который удерживается благодаря адсорбционным силам, источником которых является нескомпенсированные ионные или молекулярные силы на поверхности раздела двух фаз. С явления связывания воды начинается процесс гидратации частиц, протекающий обычно в две стадии. На первой происходит разрыв водородных связей между молекулами воды. На второй – молекулы воды вступают в водородную связь с кислородными и гидроксильными группами на поверхности частиц. Возникает реакция на границе раздела двух фаз: твёрдое тело-жидкость.

Гибкие концентраторы неионизирующих излучений могут быть сконструированы с разной степенью интенсивности воздействия на жидкость. Ввиду отсутствия методологии по установлению степени интенсивности неионизирующих излучений авторами предлагается следующий подход.

При этом модифицированная вода обладает большей активностью вследствие изменения ионного состава, влияющего на величину pH, удельную электрическую проводимость и другие параметры. Это позволяет направленно воздействовать на процессы, происходящие в цементных системах.

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.

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 нануровень.

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. С целью получения ячеистых бетонов естественного твердения с повышенными физико-механическими характеристиками был разработан способ изготовления ячеистых бетонов на основе микросфер и активацией воды неионизирующими излучениями. Проведены эксперименты по определению свойств воды. В экспериментальных исследованиях использовались материалы с размером частиц от 20 до 200 нм.

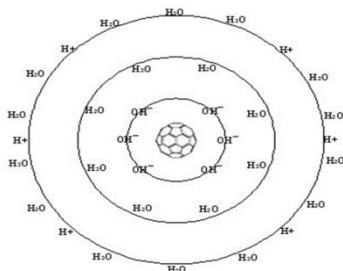


Рисунок 2.
Ориентация молекул воды
вокруг зон активации

По результатам испытаний, которые были выполнены в ОГАСА, установлены следующие эксплуатационные характеристики ячеистых бетонов:

- средняя плотность – 648...676 кг/м³;
- прочность при сжатии – 42,7...45,8 кг/см²;
- сорбционная влажность при относительной влажности воздуха 40% - 2,68 масс. %, при относительной влажности воздуха 80% - 2,79 масс. %, при относительной влажности воздуха 90% - 5,83 масс. %, при относительной влажности воздуха 97% - 11,30 масс. %;
- потеря прочности после 50 циклов замораживания и оттаивания – 6,0 %;
- потеря массы после 50 циклов замораживания и оттаивания – 1,2 масс. %;
- коэффициент паропроницаемости – 0,23 мг/(м·ч·Па);
- коэффициент размягчения – 0,91;
- теплопроводность ячеистого бетона средней плотности 670 кг/м³ в стандартных условиях - 0,18 Вт/(м·К), в расчётных условиях эксплуатации А – 0,21 Вт/(м·К), в расчётных условиях эксплуатации Б - 0,23 Вт/(м·К).

Высокие физико-механические характеристики ячеистых бетонов, изготовленных по разработанной технологии, позволили производителю организовать производство стеновых ячеистобетонных

панелей размером 3300×1500×500 мм, которые были использованы при возведении жилых малоэтажных зданий.

Анализ свидетельствует об изменении свойств цементных систем, приготовленных с использованием структурированной воды, и позволяет сделать следующие выводы:

- при различной по времени активации воды затворения в диапазоне, соответствует интервалу пониженных рН, имеет место некоторое удлинение сроков схватывания, увеличение подвижности цементного теста и сохраняемости его реологических характеристик во времени;

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

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

- при активации в водной среде происходит изменение величины водородного показателя: наблюдается сдвиг в кислотную область.

Данный эффект объясним с позиций изменения ионного произведения воды, вызванного специфической сорбцией гидроксильных групп ОН⁻ на поверхности зон активации в жидкость, сопровождающейся образованием ионов водорода Н⁺ оксония Н₃О⁺ (рис. 2).

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

2. Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции. Структура, самоорганизация, свойства: монография / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. – Одесса: Изд-во «ТЭС», 2010. – 169с.

3. Шамис Е.Е. Активация воды затворения для бетонов / Е.Е.Шамис, М.И. Холдаева, В.Д. Иванов //Bulletin incercom Scientific Reserch Institute of Construction, 2012. Chisinau, republik of Moldova./ p.231 – 235. ISSN 1857-3762.

4. Кнапп Р. Кавитация. М.: Мир, 1974. – 688 с.