

## О СТРУКТУРЕ БЕТОНА

**Кучеренко А.А.** (Государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**Экспериментально подтверждено наличие разных по качеству внутренней и наружной структуры бетона. Указано на необходимость защиты наружной структуры еще на ранних стадиях твердения бетона.**

Структура бетона – это количественное и качественное содержание и взаимное расположение твердой, жидкой и газообразной фаз в единице объема его и в исследуемый момент времени. Количественно составляющие структуру  $1 \text{ м}^3$  бетона  $V_{\text{тв}}+V_{\text{ж}}+V_{\text{г}}=1000$  л. Поэтому изменение количества одной из фаз влечет обязательное изменение количества двух других. Эта взаимосвязь должна быть учтена, когда изучают структуру (состав-технология-структура) и не обязательно, когда изучают свойства бетона (состав-технология-свойства).

Разнообразие фаз структуры бетона объединяют два элемента: положительно заряженные протоны и отрицательно – электроны. «В природе нет ничего, кроме электричества протонов и электронов. Все явления природы – проявления свойств этих электрических зарядов» говорил А. Ф. Иоффе [1]. И все же в бетоне, из всех фаз, конструкционной является твердая фаза, т.е. два твердых тела: протон и электрон. Они никогда не соприкасаются друг с другом и всегда находятся в движении. Количественное изменение протонов и электронов приводит к качественному преобразованию их в атом (ион), который также всегда находится в движении. Синтез атомов (ионов) – это молекула, кристалл, твердое вещество с орбиталями общих, постоянно движущихся, электронов. И каждая молекула (вещество) находится в силовом поле другой молекулы (вещества). А эти вещества из разных атомов и молекул, разной их плотности, разных связей и силовых полей. Последние не только электростатические (заряды, диполи, квадруполь, октуполь и др.), но и магнитные (диполи и т.п.), индукционные (взаимное влияние атомов друг на друга), ориентационные (взаимно поворачивающиеся с учетом заряда каждой материальной частицы) и динамические (квантовые, частотные силы). Все вместе эти силы и связи обеспечивают получение твердого вещества (бетона), обладающего организованным движением материи (протонов, электронов и др.), т.е. через движение

протонов и электронов в движении (постоянной «живучести») твердое вещество – бетон.

Таким образом, структура бетона – это определенным образом организованное движение твердой фазы (аналогично жидкой и газообразной). При этом часть электронов покидает твердое вещество бетона, внедряясь в среду других фаз (жидкой или газообразной) и, наоборот, из последних электроны (ионы) могут переходить в твердую среду бетона. Ход этих процессов определяется факторами технологическими (нормальные или повышенные температуры и др.) и эксплуатационными (свойства окружающей среды и др.).

С учетом изложенного и мы должны изучать твердое вещество бетона в периоды: создания (ранние технологические сроки), становления (послетехнологический период до 28 суток) и эксплуатационный (долговечность). Изучение структуры бетона в движении и есть попытка обеспечить требуемую долговечность его. При этом надо учитывать наличие внутренней твердой фазы бетона и наружной (поверхность изделия, конструкции). Первая находится в среде двух остальных внутренних фаз: жидкой (вода затворения и др.) и газообразной (воздух и др.). Причем количество жидкой фазы, очевидно, постоянно уменьшается (испарение, реакции гидратации и др.), а газообразной – увеличивается (взамен части жидкой фазы, усадки твердой фазы и т.п.). Наружная же твердая фаза (структура) находится в окружающей бетон среде. А эта окружающая среда может быть сложена из одной, двух и даже трех (твердой, жидкой и газообразной) фаз, причем как пассивной, так и химически активных фаз.

Окружающая бетон среда, в свою очередь, представляет собой организованное движение материи (электрон, ион и т.п.). Взаимодействие организованного движения фаз бетона и окружающей среды неизбежно. Именно и это определяет необходимость различать структуру бетона внутреннюю и структуру бетона наружную. В самом процессе создания бетона, т.е. не только генетически, но и эксплуатационно это различие предопределено: структура наружных слоев отличается от структуры внутренних одного и того же бетона (изделия, конструкции). Степень воздействия окружающей среды на наружные и внутренние слои бетона разная. И степень ответа и преобразования каждой из этих структур разная: напряженность, дефектность, прочность и др.

Для наружной структуры бетона окружающей средой является та среда, в которой он эксплуатируется (газообразная – воздух, жидкая – водные растворы, твердая – удобрения и т.п.)

Приведем некоторые подтверждения изложенному. В процессе *создания* и контроля прочности бетона были заформованы образцы-кубы с ребром 10 см. В возрасте 28 суток все грани кубика (верхние, нижние и боковые) поверхностно прозвучили пульсаром 1.1 с базой 12 см по всем диагоналям граней. На каждой грани по 8 определений. Приводим усредненные результаты по прочности при сжатии, МПа: верх – 33,8, боковые грани – 35,4 и низ – 37,1. При этом прочность при сжатии на прессе этого же кубика – 42,4 МПа.

В период *становления* прочность наружных и внутренних слоев бетона также такая. Так, при возведении монолитного жилого дома в длительное жаркое лето 2006 г. ряд крайних колонн был расположен относительно частей света так, что одна сторона их всегда была в тени, а противоположная – всегда под прямым воздействием лучей солнца. Неразрушающие методы контроля (поверхностное прозвучивание и молоток Кашкарова) контроля прочности бетона при сжатии показали: теневой стороны колонн 27,8 МПа, солнечной – 21,3 МПа, т.е. меньше на 23%. Это, очевидно, результат быстрого испарения влаги и преждевременная консервация зерен цемента. Кубиковая прочность бетона этих колонн с учетом внутренней структуры бетона – 34 МПа. На стадии становления бетона при монолитном домостроении добавляется еще одна проблема: умение исправить те ошибки, которые были допущены за те 28 суток пока возраст кубиков достиг необходимости их испытания. К ним относится недобор прочности бетона по ряду причин: смесь подвижнее требуемой, простой автобетоновоза, ошибки зимнего бетонирования из-за неточного прогноза или, как было в колоннах, отсутствие ухода за бетоном. Такие ошибки обнаруживаются поздно или слишком поздно, так как за этот срок возведено уже несколько этажей. Как «завести» конструкции, чтобы достигнуть проектной прочности, какие при этом активные вещества применить в воде для полива, инъекций ее внутрь бетона, как использовать тепловлажностную обработку и т.п. Технолог должен становиться своего рода «лекарем» бетона, особенно монолитных конструкций. И пока исследователь к этому подходит с иронией, производитель ходит с тоской.

Де Jong и др. [2, с.123] отмечают, что в наружной структуре бетона гидросиликаты кальция богаче известью, чем во внутренней и имеют волокнистое строение.

Р.Кондо и М. Даймон [2, с.251] выделили внутренний и внешний виды CSH, причем количество внутреннего намного превышает количество внешнего CSH.

Прочность цементного камня в контактных слоях с заполнителем всегда отличается от прочности в его объеме [3], чаще в худшую сторону.

В период *эксплуатации* воздействие на бетон окружающей среды чаще бесконечно и преобразовать структурой (информационными полями) бетона структуру (информационные поля свойств) окружающей среды нельзя (бетон свай, гидротехнических сооружений и др.). Даже в жилом доме по ул. Среднефонтанской 30А, кв. 25 г. Одессы пустотная плита ПК 58-12 перекрытия лоджии последнего этажа за 30 лет эксплуатации достигла катастрофического состояния. Около 70% поверхности оголена арматура (рабочая и монтажная). На длину около 2 м обвал наружной грани ребра. По всем рабочим стержням от их коррозии продольные трещины в защитной зоне бетона. Три рабочих стержня оголены полностью, на всю длину плиты. У остальных по торцам плиты на длину до 1 м еще обеспечивается сцепление бетона с арматурой. Визуально плита прогнулась. Причина: постоянная течь кровли, интенсивная сушка белья, особенно в осеннее-зимний период, когда влага, конденсируясь на поверхности плиты, сразу превращается в лед, отсутствие ухода за бетоном. Все остальные плиты перекрытий лоджий этого дома защищены краской или известковой побелкой, отсутствием течи кровли и потому находятся в хорошем состоянии.

#### Выводы

Отмечена необходимость учета существования внутренней и худшей наружной структуры бетона. Практически нет бетона, не требующего защиты от воздействия особенно влажной окружающей среды наружной поверхности его. А обеспечение последнего и есть забота о повышении долговечности бетона.

#### Литература

1. А. Ф. Иоффе. О физике и физиках Л.: Изд-во «Наука», 1985. 544 с.
2. Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976.
3. Структура, прочность и деформации бетонов, Тр. НИИЖБ, стройиздат, 1976.