

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА НАЧАЛЬНЫЕ ОБЪЕМНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ТВЕРДЕЮЩЕГО ЦЕМЕНТА

Коробко О.А.

Исследовано влияние переменного минералогического состава цемента на его начальные объемные изменения. Величина и характер интегрального изменения объема цемента зависит от процентного содержания в его составе основных клинкерных минералов.

Одной из основных проблем современной технологии бетона является получение строительных материалов с высокими показателями качества на основе обычных портландцементов. В условиях эксплуатации изделия из цементных бетонов должны обладать требуемой механической прочностью и долговечностью, которую можно определить как устойчивость цементного камня и бетона к физическим, физико-

химическим и химическим воздействиям как внутреннего, так и внешнего происхождения.

Цементные бетоны являются характерными представителями строительных материалов композиционного типа, включающие в себя заведомо разнородные компоненты. Деформативные характеристики и эксплуатационная надежность таких материалов во многом определяются степенью дефектности их структур [1]. Согласно представлениям механики разрушения [2] практически все виды строительных материалов имеют в своей структуре различного рода дефекты, совокупность которых определяет общую поврежденность бетона трещинами. Часть дефектов присутствует в материалах еще до приложения к ним эксплуатационных нагрузок. К таким дефектам относят трещины, возникающие в период формирования структуры. Подобные дефекты носят наследственный характер и занимают главенствующее положение по сравнению с дефектами, образующихся под действием эксплуатационных нагрузок, в силу эволюционного развития трещин в материале. Наследственные дефекты определяют кинетику эксплуатационных трещин, а также несут ответственность за обеспечение необходимых свойств цементного бетона. От количества, вида и распределения наследственных дефектов зависят механические и технические характеристики цементных и бетонных изделий и конструкций.

Причины зарождения и механизм развития наследственных дефектов обусловлены особенностями строения и структурообразования бетонных изделий. В период становления цементных бетонов возможно появление трещин в результате деформаций, вызванных изменением объема цементной составляющей на ранних стадиях ее твердения.

Знакопеременные объемные изменения цементного теста, состоящего из взаимодействующих между собой, но качественно различных по составу и свойствам фаз, обусловлены действием процессов гидратационного структурообразования минеральных вяжущих. Комплекс физико-химических поверхностных явлений и физико-механических взаимодействий частичек цемента с водой приводит к изменению удельных объемов исходных фаз, а также всех элементов, образующихся при гидратации и составляющих структуру формирующегося цементного камня [3]. Суммарный результат локальных деформаций объема структурных компонентов определяет интегральную величину и характер изменения объема твердеющей системы [4].

Существенное влияние на механизм и особенности процессов, определяющих объемные деформации на внутренних и наружных поверхностях раздела цементной составляющей композиционных материалов, оказывают природа и количественное соотношение клинкерных минералов, входящих в состав портландцемента. В связи с

этим была поставлена задача выяснения зависимости кинетики и абсолютных значений объемных деформационных процессов цемента в начальный период твердения от его минералогического состава.

При проведении экспериментальных работ использовали клинкерные минералы: C_3S , C_2S , C_3A и C_4AF , полученные опытным заводом НИИЦЕМЕНТА г. Подольска (Россия) в лабораторных условиях из химически чистых компонентов. На их основе изготавливали цементы с различным минералогическим составом путем тщательного смешивания в сухом состоянии (Табл.1). Количественные значения и характер объемных изменений твердеющих систем определяли с помощью специальных датчиков, состоящих из полого металлического цилиндра, на боковых сторонах которого расположены сквозные отверстия. Цилиндр плотно обтянут податливой резиновой оболочкой и закрыт жесткой пробкой с вмонтированной в нее мерной стеклянной трубкой с капиллярным каналом. Подготовленный датчик помещался в форму постоянного объема, заполненную цементным тестом.

Таблица 1

Минералогический состав исследуемых цементов

Номер состава	Содержание клинкерных минералов, %			
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
1	45	30	10	15
2	50	20	10	15
3	40	35	10	15
4	45	30	15	10
5	45	30	5	20

Измерения проводились в течение 5 часов через каждые 0.5 часа. Изменение объема ΔV выражалось в процентах. Результаты исследования отражены в виде графика зависимости (Рис 1).

Проведенный эксперимент служит основой для выяснения интегральных значений начальных объемных изменений твердеющих цементов при переменном минералогическом составе. Количество основных минералов в составе обычных портландцементных клинкеров, используемых в строительстве, колеблется в пределах: $C_3S = 45-60\%$; $C_2S = 20-30\%$; $C_3A = 3-15\%$; $C_4AF = 10-20\%$. В ходе эксперимента установлено, что даже незначительное варьирование процентного содержания клинкерных минералов в цементе приводит к резкому изменению количественных значений его объемных деформаций.

Цемент со средним минералогическим составом (состав 1) имеет общую величину ΔV за 5 часов с начала твердения равную 0.7% (Рис.1). Повышая содержание четырехкальциевого алюмоферрита C_4AF в составе цемента до 20%, одновременно уменьшив количество трехкальциевого

алюмината C_3A до 5 % (состав 5), можно снизить этот показатель в 3 раза. Изменение количества трех- и двухкальциевого силикатов C_3S и C_2S при среднем содержании алюминатов и алюмоферритов кальция приводит к значительному росту ΔV твердеющего цемента. Высокое содержание C_3S (состав 2) и C_2S (состав 3) в составе цемента вызывает увеличение интегрального изменения его объема в 3 и 2 раза, соответственно. Количество трехкальциевого алюмината C_3A (состав 4) практически не влияет на значения начальных деформаций цемента.

Таким образом, установлено, что величина и характер изменения объема цементной составляющей композиционных строительных материалов в значительной степени зависит от количественного и качественного составов цемента. Управление объемными деформационными процессами твердеющих систем позволит прогнозировать дефектность структуры КСМ, а значит улучшить их прочностные характеристики.

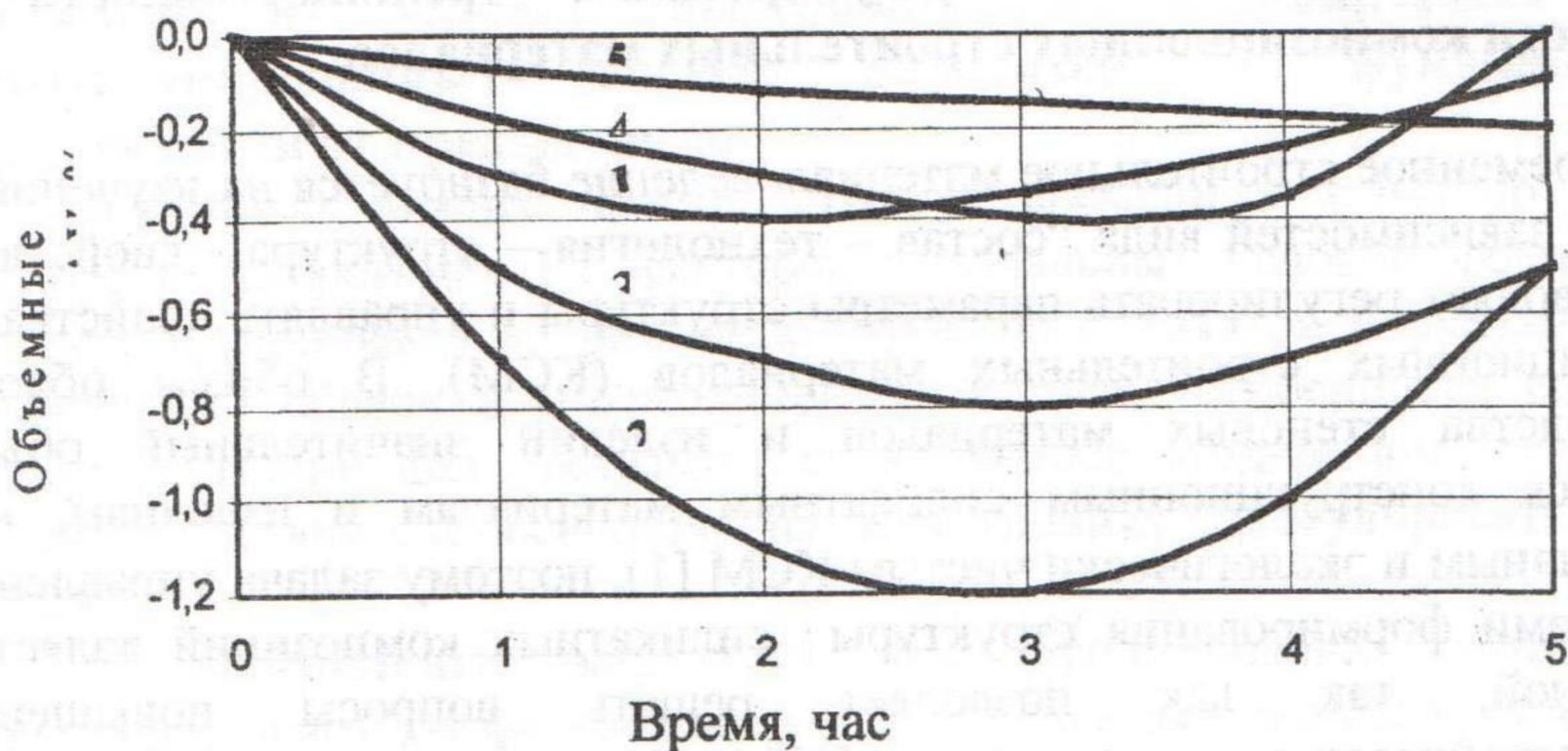


Рис. 1. График зависимости объёмных изменений цемента от количественного содержания основных клинкерных минералов

Литература.

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Соломатов В.И. Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций : Уч. Пособие. – К.: УМК ВО УССР, 1989. – 8 с
2. Броек Д. Основы механики разрушения. – М.: Высш. шк., 1980.- 368 с.
3. Теория цемента / Под ред. Пащенко А.А. – К.: Будівельник, 1991, - 123 с.
4. Красильников К.Г., Никитина Л.В., Скоблинская Н.Н. Физико-химия собственных деформаций цементного камня. – М.: Стройиздат, 1980.- 256 с.