

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА  
НА НАЧАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАРБОНИЗАЦИИ

Д. С. СТЕПАНЦОВ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Гомель, Беларусь

В последние годы проблеме долговечности железобетонных элементов (ЖБЭ) уделяется много внимания. Значительные масштабы применения этих строительных изделий и разнообразие условий их эксплуатации ставят задачу гарантировать требуемые сроки службы железобетона. Однако, в процессе эксплуатации под воздействием внешней среды, возникают различного рода повреждения железобетонных элементов, т. е. происходят изменения свойств материалов, снижающие их качество, несущую способность и долговечность.

Одним из основных факторов, влияющих на долговечность ЖБЭ, является карбонизация бетона, представляющая собой процесс взаимодействия углекислого газа воздуха с продуктами гидратации вяжущего. Этот процесс вызывает потерю защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, что способствует развитию процессов ее коррозии. А интенсивное коррозионное разрушение арматуры, в свою очередь, приводит к постепенной потере несущей способности элемента. Эти факторы обуславливают актуальность изучения процессов карбонизации и создания методики ее оценки и прогнозирования. Но для того чтобы точно определять и прогнозировать развитие карбонизации бетона необходимо предварительно определить ее начальные параметры.

Основными показателями защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре являются показатель рН (водородный показатель водной вытяжки цементного камня), который является универсальной характеристикой состояния бетона и его защитных свойств по отношению к арматуре, а также показатель КС (карбонатная составляющая), характеризующий количественное содержание карбонатов в цементно-песчаной фракции бетона в массовых процентах в исследуемой пробе, который позволяет оценить влияние роста карбонатов на изменение показателя рН.

Целью проведенных исследований было определение начальных параметров  $pH_0$  и  $КС_0$  бетона в зависимости от условий его твердения (нормальные условия либо тепло-влажностная обработка (ТВО)).

Для исследования  $pH_0$  и  $КС_0$  применялись кубы бетона размерами  $100 \times 100 \times 100$  мм из тяжелого бетона составов, применяемых для массивных железобетонных конструкций с В/Ц =  $(0,3 \div 0,35)$  и классов по прочности на сжатие  $C^{12}/_{15}$  и  $C^{18}/_{22,5}$ . Было изготовлено три серии образцов по три контрольных образца в каждой. В качестве вяжущего при приготовлении образцов использовался цемент типа ПЦ-500-Д20 цементного завода в

г.Костюковичи. В качестве заполнителей использовался гранитный щебень с наибольшей крупностью зерен 20 мм и речной природный мелкий песок. После изготовления, половина образцов проходила ТВО по стандартному режиму, вторая половина хранилась в камере нормального твердения. Отбор проб бетона производился выбуриванием с шагом по глубине 5 мм. Выбуривание производилось для бетонных кубиков нормального твердения в возрасте 28 суток, а для кубиков, подвергнутых ТВО – в возрасте 1 суток.

Параметры  $pH_0$  и  $KC_0$  определялись методами pH- и карбометрии. Результаты измерения указанных показателей защитных свойств бетона представлены в табл. 1 (указанные значения являются средними из трех образцов для каждого состава бетона).

Табл. 1. Результаты измерений показателей  $pH_0$  и  $KC_0$

Глубина отбора пробы, мм	Состав №1 (класс бетона по прочности $C^{12}/_{15}$ , условия твердения – нормальные)		Состав №2 (класс бетона по прочности $C^{12}/_{15}$ , условия твердения – ТВО)		Состав №3 (класс бетона по прочности $C^{18}/_{22,5}$ , условия твердения – нормальные)		Состав №4 (класс бетона по прочности $C^{18}/_{22,5}$ , условия твердения – ТВО)	
	$KC_0$ , %	$pH_0$	$KC_0$ , %	$pH_0$	$KC_0$ , %	$pH_0$	$KC_0$ , %	$pH_0$
0÷5	7,9	11,49	8,7	11,31	9,1	11,56	9,4	11,43
5÷10	6,7	11,89	7,5	11,67	7,5	11,96	8,3	11,74
10÷15	4,9	12,02	5,9	11,87	6,1	12,09	7,2	11,96
15÷20	3,7	12,07	4,5	11,99	5,2	12,11	5,7	12,03
20÷25	3,2	12,10	3,8	12,08	4,3	12,12	5,2	12,09
25÷30	3,0	12,12	3,7	12,09	4,1	12,16	4,4	12,12
30÷35	2,8	12,13	3,3	12,11	3,9	12,21	4,0	12,19
35÷40	2,7	12,14	2,9	12,13	3,8	12,27	3,9	12,24
40÷45	2,6	12,16	2,5	12,15	3,7	12,34	3,7	11,29
45÷50	2,4	12,19	2,3	12,17	3,6	12,36	3,6	12,31

Из полученных данных видно, что значения параметров  $pH_0$  и  $KC_0$  в поверхностных слоях (до глубины 20 мм) в значительной степени зависят от условий твердения образцов, а на глубине более 20 мм условия твердения не оказывают значительного влияния на показатели защитных свойств бетона. В поверхностных слоях значения карбонатной составляющей для образцов, подвергнутых ТВО в среднем на (5÷10) % выше, а значения  $pH_0$  на (3÷7) % ниже, чем для образцов нормального твердения. Если исходить из исследований В.И. Бабушкина, согласно которым коррозия стали начинается уже при pH менее 11,8, то можно заметить, что согласно представленной табл., бетон образцов нормального твердения уже на стадии твердения потерял защитные свойства на глубину около 3 мм, в то время как бетон образцов, подвергнутых ТВО, на глубину до (10÷11) мм.

Таким образом, в поверхностных слоях бетона ЖБЭ различные условия твердения оказывают значительное влияние на начальные параметры карбонизации бетона и его коррозионное состояние.