

ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА ВО ВРЕМЕНИ

Панасюк В.А.¹, ассистент, Сильченко С.В.², к.т.н.,
Закорчемная Н.О.¹, к.т.н., доцент

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры
²ООО «Интерпойнт Девелопмент» Одесса, Украина

Введение. Физико-механические свойства бетона непрерывно изменяются вследствие перестройки микроструктуры бетона, вызванной продолжающейся гидратацией вяжущего вещества и воздействием окружающей среды. Изменение структурных параметров микроструктуры предполагает изменение структуры бетона во времени. В работах [1, 2, 3] отмечается, что формирование микроструктуры бетона в значительной степени зависит от условий взаимодействия твердеющего матричного материала (микроструктуры) с поверхностью заполнителей, их количества. В результате такого взаимодействия могут меняться параметры глубины карбонизации и водопоглощения бетона. Известно [4, 5], что одним из показателей, характеризующих эффективность железобетонных изделий и конструкций является сохранность арматуры в теле бетона. В среде поровой жидкости с $pH > 7$ происходит пассивация металлов и, тем самым, снижается вероятность их коррозии. Снижение защитных свойств бетонов может происходить за счет физико-механических процессов взаимодействия $Ca(OH)_2$ с углекислым газом, концентрация которого в воздухе составляет около 0,03%. Снижение проницаемости бетона за счет образования своеобразных «слоев» с повышенной плотностью препятствует проникновению молекул кислорода, концентрация которого в воздухе доходит до 20%, и, тем самым, снижает вероятность протекания электрохимических процессов коррозии арматуры. В связи с этим была определена задача изучить изменения физических свойств бетонов, хранившихся в естественных условиях длительное время.

Методика организации эксперимента.

Для количественной и качественной оценки влияния увлажнения и высушивания на стойкости бетона была выполнена серия экспериментов. Испытания велись на образцах – балочках размером 4x4x16 см из бетона в возрасте 37 лет. Для испытаний были приняты два состава бетонов с водоцементным отношением $V/C=0,4$ и $V/C=0,7$ одинаковой

удобоукладываемости. После изготовления образцы хранились в камере нормального твердения 37 лет. Составы бетонов и характеристики бетонной смеси приведены в табл. 1.

Определение глубины карбонизации бетона производилось по изменению величины водородного показателя pH с помощью раствора индикатора фенолфталеина в этиловом спирте.

Определение водопоглощения и пористости бетона проводилось согласно ДСТУ Б В.2.7-170:2008 «Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності».

Таблица 1.

Составы бетона

№№ составов	Расходы материалов в кг на 1 м ³ бетона				Характеристики составов		
	Ц	П	Щ (5-10 мм)	В	В/Ц	Ц/П	ОК, см
1	500	677	1015	200	0,4	0,738	4
2	280	745	1126	196	0,7	0,376	4

Результаты исследований. На рис. 1. представлено влияние составов бетона в возрасте 37 лет на глубину карбонизации.



Состав №1



Состав №2

Рис. 1. Глубина карбонизации в образцах бетона

При повышенных расходах цемента глубина карбонизации прошла до двух миллиметров на гранях образцов и до 3-х мм в местах сочленения граней (ребер).

На 12...15 мм прошла карбонизация образцов с пониженным расходом цемента.

После 37 лет хранения образцов в естественных условиях глубина карбонизации прошла до 15 мм. Установлено, что на глубину карбонизации оказывает влияние расход цемента и начальное водоцементное отношение. При повышенных расходах цемента и пониженных В/Ц глубина карбонизации не превысила 3 мм. Снижение расхода цемента до 260 кг/м^3 и увеличение водоцементного отношения до $\text{В/Ц}=0,7$ ведет к повышению глубины карбонизации до 15 мм. Такое различие в проникновении углекислого газа в тело бетонов может быть связано с различием их капиллярно-пористой структуры. Кроме того, при повышенных расходах цемента большое количество свободной влаги взаимодействует с углекислым газом воздуха с образованием плотной трудно-проницаемой пленки с CaCO_3 , что снижает скорость диффузии молекул CO_2 в глубинные зоны образца и уменьшает, тем самым, глубину карбонизации.

Проведенные исследования показали, что глубина карбонизации бетонов разного состава в возрасте 37 лет практически не превышает 15 мм, что свидетельствует о сохранении способности защищать арматуру от коррозии.

Степень водопоглощения бетона оценивается количеством воды в %, удерживаемым бетонным образцом и отнесенным к весу. Степень водопоглощения является одним из важнейших факторов морозостойкости, а значит и долговечности бетонов. Чем больше водопоглощение, тем ниже, как правило, морозостойкость. Поэтому была определена задача исследования – изучение влияния возраста бетона разного состава на его водопоглощение.

Водопоглощение определялось через 2, 24, 48 ч замачивания. Результаты по изменению водопоглощения бетона разного состава представлена на рис. 2. Как видно на водопоглощение бетона в возрасте 37 лет имеет большое влияние его составы.

Для бетона состава №1 за первые 2 часа водопоглощение составило 0,5 % по массе. Последующее выдерживание в воде до 24 и 48 ч. привело к увеличению водопоглощения до 0,8 % по массе.

Такое низкое водопоглощение бетона состава №1 может быть связано не только со структурой исходного состава бетона, но также и с процессами карбонизации, которые прошли на глубину до 2 мм.

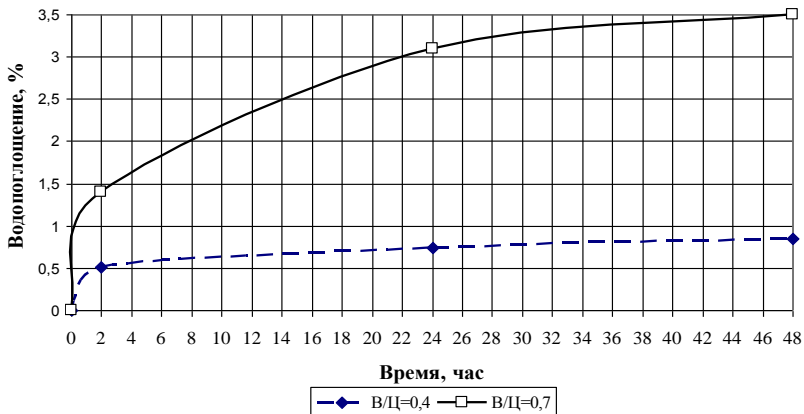


Рис. 2. Водопоглощение во времени

Водопоглощение бетона состава №2 через первые 2 ч. увлажнения составило $W=1,4\%$, что в 3 раза больше по сравнению с водопоглощением бетона состава №1. Через 24 часа увлажнения водопоглощение возросло в 2 раза и достигло $3,2\%$ по массе. Дальнейшее увлажнение до 48 ч. привело к увеличению водопоглощения до $3,5\%$ по массе. Это в 4 раза больше водопоглощения бетона по сравнению с бетоном состава №1. Приведенные результаты показывают, что начальная структура, которая зависит от исходных составов бетона продолжает оказывать влияние в течение продолжительного времени.

Изменение водопоглощения бетонов в возрасте 37 лет с их водопоглощением после 28 суток твердения в нормальных условиях свидетельствует о структурных изменениях, которые произошли с течением времени. Водопоглощение бетона состава №1 после 48 часов увлажнения после 28 суток нормального твердения составило $W=5,8\%$, что почти в 6-ть раз больше по сравнению с водопоглощением этого бетона через 37 лет. Почти в два раза снизилось водопоглощение образцов бетона состава №2 после 37 лет по сравнению с водопоглощением образцов в возрасте 28 суток нормального твердения. Характерно, что после 28 суток нормального твердения водопоглощение образцов различных составов отличается не более чем на 7% по массе. После 37 лет хранения в естественных условиях водопоглощение образцов состава №1 в 3,7 раза меньше водопоглощения образцов состава №2. Можно заключить, что такое влияние составов бетона на изменение водопоглощения связано с структурными преобразованиями бетонов в течение длительных временных интервалов.

Выводы

Структурные изменения, которые проходят в бетоне разного состава при длительном его хранении в естественных условиях, ведут к уменьшению среднего размера капиллярной пористости, снижению водопоглощения до двух раз. При этом глубина карбонизации, в зависимости от количества цемента, через 37 лет изменяется от 3 до 15 мм. Это свидетельствует о сохранении защитных свойств бетона по отношению к арматуре. Таким образом бетонные образцы различного состава в возрасте 37 лет показали снижение водопоглощения, уменьшение размера капиллярной пористости при глубине карбонизации меньше толщины защитного слоя, что говорит о общем улучшении физических характеристик бетонных образцов.

Summary

Results of analysis of the influence of long-term storage of concrete carbonation depth change and water absorption of concrete. It is shown that the concrete samples of different composition at the age of 37 years showed a reduction of water absorption, carbonation depth less than the thickness of the protective layer for concrete products.

Литература

1. Зашук Н.И. Влияние крупности заполнителя на прочность бетона / Н.И. Зашук // Бетон и ж/бетон. Выпуск № 5, 2001.
2. Стольников В.В. Влияние возраста бетона на его основные технические свойства / В.В. Стольников // – М.: Энергия, 1960 – 66 с.
3. Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции: структура, самоорганизация, свойства / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов // – Одесса: Издательство «ТЭС», 2010. – 169 с.
4. Комохов П.Г. Долговечность бетона и железобетона / П.Г. Комохов, В.М. Латыпов, Т.В. Латыпова, Р.Ф. Ваганів // – Уфа: Белая река, 1998. – 216 с.
5. Москвин В. М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузеев // Под общ. ред. В. М. Москвина. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.