

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТОСТИ БЕТОНА С ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ТВЕРДЕНИЯ

**Шевченко В.В., инженер, Непомящий А.Н., аспирант,
Заволока М.В., к.т.н., профессор**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Известно, что физико-химические процессы связанные с явлениями гидратации, перекристаллизации, диффузионного массопереноса и тому подобному не прекращается в период всего жизненного цикла бетона.

В наших исследованиях использован бетон состав которого приведенный в таблице 1, который хранился в течении 40 лет в естественных условиях, что предполагает температуру порядка 20 ± 8 °С, изменение относительной влажности 60 ± 20 %.

За этот период в бетоне произошло очень много структурных изменений связанных не только с процессами гидратации, а также связанные с процессами карбонизации, появления CaCO_3 , что с одной стороны должно уплотнить структуру и таким образом привести к изменению физико-механических свойств, а с другой стороны должно изменить защитные свойства бетона по отношению к арматуре. Для выяснения влияния времени, структурных изменений на изменение физико-механических свойств бетона была принята серия экспериментов, которая позволила определить глубину карбонизации бетонных образцов, водопоглощение и рассчитать пористость по кинетике водопоглощения. В связи с этим была определена задача изучения влияния исходного состава бетона на протекание процессов карбонизации.

Определение глубины карбонизации бетона производилось по изменению величины водородного показателя рН 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».

Для определения объема открытых капиллярных пор бетона (объему меж зерновых полостей) образцы насыщают водой в течение 24 часов, потом выдерживают 10 мин. на решетке, после чего определяют их объем в объемемере.

Перед проведением водонасыщения образцов проводилось предварительное высушивание их до постоянной массы при температуре $105 \pm 5^\circ\text{C}$.

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	0,406	4

Водопоглощение определялось через 2, 24, 48 ч замачивания. Результаты по изменению водопоглощения бетона разного состава представлены на рис. 1. Как видно на водопоглощение бетона в возрасте 40 лет имеет большое влияние его составы. [1,2]

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.

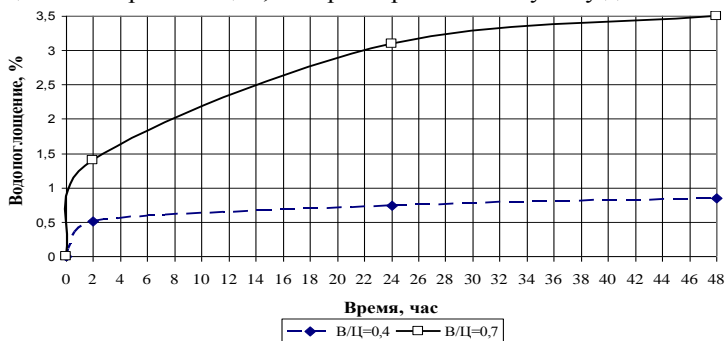


Рис. 1. Водопоглощение во времени

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 40 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 40 лет. Почти в два раза снизилось водопоглощение образцов бетона состава №2 после 40 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 40 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.

Исходя из данных по кинетике водопоглощения, нами был рассчитан показатель среднего размера открытых капиллярных пор и его объем в образцах бетона [3]

Результаты определения пористости, показывают, что в образцах с $В/Ц=0,4$ – общая пористость на 1,64% меньше по сравнению с образцами с повышенным $В/Ц$ (рис. 2).

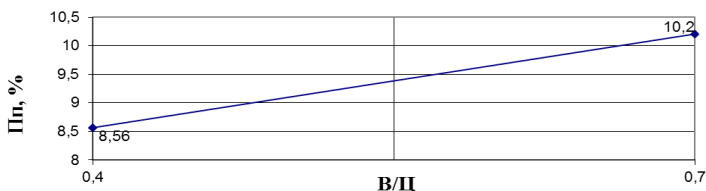


Рис. 2. Общая пористость бетона

Результаты расчетов показали, что в образцах с составом №1 показатель среднего размера капиллярных пор составил около 0,05 мм, а в составе №2 составил 0,18 мм. Объем открытых капиллярных пор в составе №1 составляет 4,11%, в составе №2 – 4,52% (рис. 3).

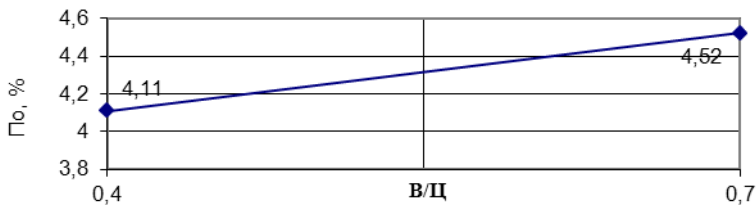


Рис. 3. Объем открытых капиллярных пор

Объем открытых не капиллярных пор в составе №1 составляет 0,8% в свою очередь в образцах с повышенным В/Ц объем открытых не капиллярных пор составил 1,08% (рис. 4). Объем условно закрытых пор состава №1 составил 3,75%, и состава №2 составил 5,11% (рис. 5). Что возможно связано с повышенным В/Ц начальных составов.

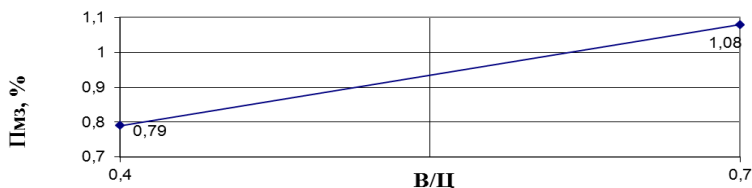


Рис. 4. Объем открытых некапиллярных пор

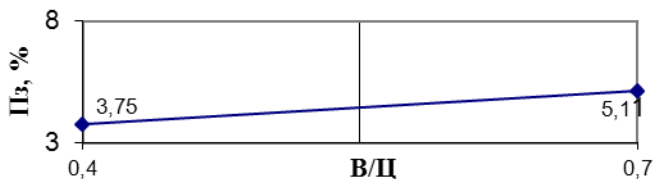


Рис. 5. Объем условно закрытых пор

Будучи пористым, бетон хорошо впитывает углекислый газ, кислород и влагу, присутствующие в атмосфере, что способствует прохождению карбонизации бетона.

В силу того что, образующиеся при твердении гидратные соединения могут взаимодействовать с CO_2 воздуха в бетоне идет практически не прекращающиеся процессы образования CaCO_3 , увеличиваясь в объеме, закупоривает часть пор его пространства и как показали исследования других авторов может привести к повышению прочностных характеристик бетона и снижению его проницаемости.

Карбонизация бетона имеет двузначное действие. С одной стороны она положительно влияет на прочность, со временем прочность бетона растет. С другой стороны карбонизация приводит к постепенной нейтрализации щелочности цемента, что понижает защиту стальной арматуры в железобетонных изделиях. Скорость протекания карбонизации и глубина определяется с одной стороны начальным составом бетона, а с другой определяется его структурными особенностями.

Выводы. Проведенные эксперименты показывают, что не зависимо от возраста бетона, структура бетона, которая изначально была задана его водоцементным и цементно-песчаное отношением имеет значительное влияние на физические свойства бетона на протяжении всего срока эксплуатации.

Полученные результаты позволяют прогнозировать изменение параметров поровой структуры при длительном сроке эксплуатации.

Summary

The article presents the characteristics of porosity of concrete with long curing.

Литература

1.Панасюк В.А., ассистент, Воронов Ю.Н., к.т.н., доцент, Загорчечная Н.О. к.т.н., ассистент Выровой В.Н., д.т.н. проф. Стойкость бетона длительного твердения в условиях многократного увлажнения и высушивания // Вісник Одеської Державної Академії Будівництва Та Архітектури Випуск №47 – Одесса 2012 С.278-281.

2. Панасюк В.А. Изменения свойств микроструктур бетона во времени./ Выровой В.Н., Сильченко С.В., Елькин А.В. // Вісник Одеської Державної Академії Будівництва Та Архітектури Випуск №39– Одесса 2010 С.128-133

3. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов./ Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.