

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЦЕМЕНТНЫЙ БЕТОН С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ ШИРОКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.С. Гончарова

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время существует проблема получения высококачественного бетона для целого ряда конструкций, которые должны обладать прочностью на сжатие в пределах 40-60 МПа и выше, быть стойкими в условиях агрессивного воздействия внешней среды, отличаться высокой морозостойкостью, водонепроницаемостью и долговечностью. С экономической точки зрения желательно также, чтобы для изготовления бетонов широкого назначения использовались недорогие местные строительные материалы и техногенные отходы.



Пути получения высококачественных цементных бетонов в основном известны. Это сводится:

- 1) к обеспечению при изготовлении бетонов предельно низких водоцементных отношений ($B/C < 0,3$),
- 2) к созданию такой структуры бетона, при которой наиболее полно используется потенциал вяжущего вещества,
- 3) к получению оптимальной структуры цементирующей составляющей,
- 4) к упрочнению наиболее слабого звена в бетонной системе – контактной зоне между крупным заполнителем и цементно-песчаной матрицей.

Обычно эти задачи решаются за счет применения комплексных эффективных добавок-модификаторов, обладающих универсальностью действия, например, содержащих суперпластификатор С-3 и активную минеральную добавку — микрокремнезем [1]; известны и другие добавки подобного типа [2].

Одним из главных технологических факторов, обеспечивающих получение бетонов высокого качества, является создание плотных упаковок заполнителей, что позволяет повысить качество структурных характеристик бетона, минимизировать расход цемента и при этом улучшить его основные свойства.

Целью данной работы является получение высококачественных бетонов широкого назначения на базе местных сырьевых материалов за счет использования добавок, модифицирующих структуру бетона, создания плотных упаковок заполнителей и повышения качества контактной зоны.

Для проектирования эталонного состава бетона (состав 1) использовалась методика, разработанная на кафедре технологии строительных изделий и конструкций ВГАСУ, которая зарекомендовала себя как наиболее рациональная с точки зрения экономии цемента [3]; состав 2 отличается тем, что с целью сокращения величины водоцементного отношения вводится добавка суперпластификатора С-3 в оптимальной дозировке (0,75% от массы цемента), марка по удобоукладываемости бетонных смесей этих составов была постоянной и равной Ж-2 .

Особое внимание в работе было уделено «конструированию» плотной упаковки частиц мелкого заполнителя. Для этого был использован способ, являющийся модификацией метода приближения Вороного-Делоне [4,5]. Увеличение плотности упаковки таких систем объясняется тем, что в пустотах, имеющих между крупными зернами песка, без их раздвижки, помещаются более мелкие частицы. Такой эффект наблюдается на различных масштабных уровнях в пределах данных размеров частиц песка. Используя закономерности, положенные в основу предложенной методики, было получено универсальное распределение фракций частиц кварцевого песка, что позволило осуществить их плотную упаковку при приготовлении бетонной смеси. Обычные же кварцевые пески (не фракционированные) характеризуются либо недостаточным количеством мелкой фракции – это приводит к повышению пустотности, либо избыточным ее содержанием, что ведет к разуплотнению системы.

В данной работе получен бетон, при проектировании состава которого было реализовано комплексное влияние плотной упаковки частиц мелкого заполнителя и добавки суперпластификатора С-3 (состав 3) при сохранении заданной удобоукладываемости Ж-2.

Результаты испытаний на прочность при сжатии бетонов различных составов, представленных на рисунке 1 в виде гистограммы, показывают, что наблюдается существенное различие в прочности бетонов, особенно в раннем возрасте, в пределах 1-3 суток.

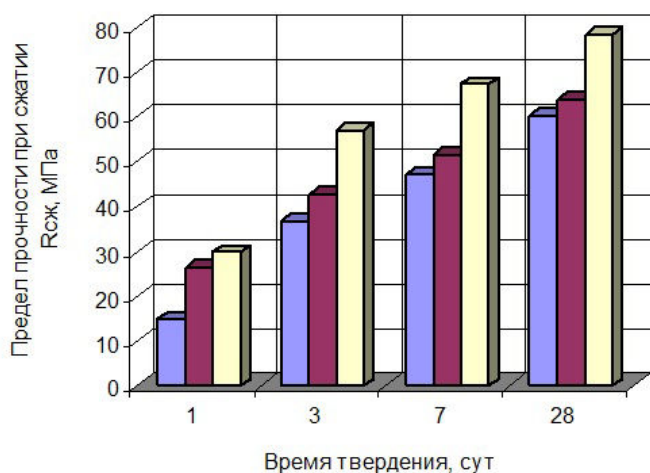


Рис.1. Кинетика набора прочности при сжатии бетонов различных составов

- 1 состав, без добавок, В/Ц=0,31;
- 2 состав, 0,75% С-3, В/Ц=0,24;
- 3 состав, 0,75% С-3, фракционированный песок, В/Ц=0,24.

Полученный эффект объясняется в первую очередь созданием более совершенной структуры бетона и улучшением состояния контактной зоны. Причем микротвердость контактной зоны, представленная в таблице для всех составов и при каждом сроке твердения бетона 1,3 и 14 суток, меньше микротвердости в объеме бетона. Это объясняется тем, что условия формирования цементного камня в объеме и на границе с заполнителем различны в силу ряда причин и, в первую очередь, межфазных взаимодействий. Происходящие в период гидратации и твердения межфазные взаимодействия отражаются и на физико-механических свойствах контактной зоны. Предполагается, что заполнитель играет роль подложки, на которой зародыши новообразований развиваются с большими скоростями, чем в объеме. Следует отметить неоднородность распределения прочности в контактной зоне: на границе зерна прочность всегда выше [1]. Слитность структуры бетонов составов 2 и 3 с менее выраженной контактной зоной по сравнению с составом 1 визуально видна на микрофотографиях структуры бетонов в возрасте 3 и 14 суток на рис.2 и рис.3.

Таблица.
Значения микротвердостей бетонов различного состава

№№ состава	Микротвердость, кг/мм ² через время твердения бетона, сут.					
	1		3		14	
	бетон	контактная зона	бетон	контактная зона	бетон	контактная зона
1	138	127	227	216	425	413
2	143	130	232	220	430	424
3	149	137	240	233	442	430

Примечание: микротвердость гранита: 1366кг/мм².

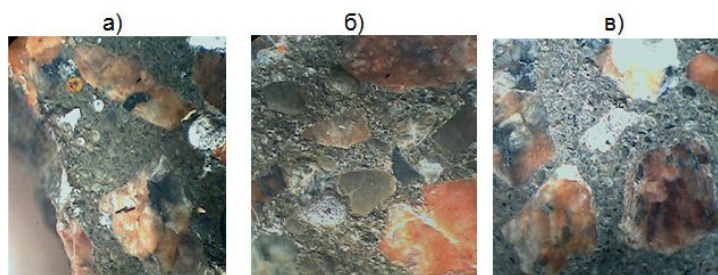


Рис.2. Структура бетонов в возрасте 3 сут., ув.10.
а) 1 состав; б) 2 состав; в) 3 состав.

Одним из способов увеличения степени упрочнения контактных слоев является активизация процессов твердения путем введения в состав бетона добавок-модификаторов, что подтверждается увеличением микротвердости в зоне контакта и в объеме бетона составов 2 и 3 по сравнению с эталонным составом 1.

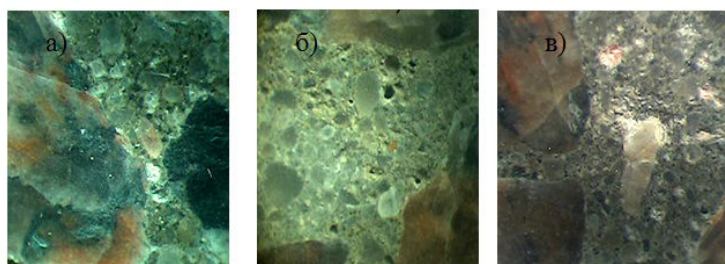


Рис.3. Структура бетонов в возрасте 14 сут., ув.10.
а) 1 состав; б) 2 состав; в) 3 состав.

Полученные результаты показали возможность существенного улучшения свойств бетона путем совершенствования структуры цементного камня и контактной зоны на границе раздела «цементный камень – заполнитель» за счет применения добавок-модификаторов и создания плотных упаковок заполнителей при условии использования местных сырьевых материалов.. Полученный комплексный эффект изменяет состав твердой фазы цементного камня и увеличивает количество дисперсных низкоосновных гидросиликатов кальция CSH(I), при этом увеличивается количество пор геля диаметром $(1...5) \cdot 10^{-9}$ м, уменьшается количество капиллярных пор диаметром более $1 \cdot 10^{-7}$ м. Вместе с тем, очевидно, что для решения проблемы получения эффективных цементных бетонов улучшенного качества широкого назначения, необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния других факторов, касающихся составов бетонов.

Библиографический список

1. Баженов Ю.М. Технология бетонов.- М.: изд-во АСВ, 2002.-500 с.
2. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / – М.: АО «Астра семь», 1998.-768с.
3. Помазков, В.В. Исследования технологии бетона: Автореф. дис. ... д-р техн. наук.- М.:МИСИ, 1971.-31с.
4. Anishchik S.V. and Medvedev N.N. Three-dimensional Apollonian packing as a model for dense granular systems. // Phys. Rev. Lett. 1995, V.75, № 23, P.4314-4317.
5. Исследование влияния упаковок заполнителей и добавок-модификаторов на свойства мелкозернистых бетонов/ В.Т. Перцев, А.В. Крылова, С.М. Усачев и др.// 3-я международная научно-практическая конференция. Бетон и железобетон в третьем тысячелетии, 2004. — С.471-480.