

Влияние некоторых гидрофобизирующих добавок на изменение прочности цементного камня

Несветаев Г.В., Козлов А.В., Филонов И.А.

В свое время для увеличения сроков хранения цементов была предложена серия добавок, получивших название «гидрофобизирующие» [1], а также выпускались промышленными партиями цементы, в состав которых указанные добавки были введены в процессе производстве цемента (цементы с индексом «ГФ» по ГОСТ 10178). В настоящее время в связи с широким применением сухих строительных смесей (ССС) проблема повышения сроков гарантийного хранения смесей на основе портландцемента вновь приобретает актуальность. Одно из возможных направлений решения вопроса увеличения гарантийного срока хранения ССС – использование для их приготовления портландцементов с индексом «ГФ», либо введение в их состав гидрофобизирующих добавок для предотвращения гидратации в процессе хранения за счет сорбционного увлажнения. При использовании гидрофобизирующих добавок, согласно ГОСТ 24211, возможны дополнительные эффекты: замедление скорости схватывания и твердения; снижение прочности и тепловыделения; повышение морозостойкости и коррозионной стойкости бетонов и растворов, при этом ГОСТ 24211 не регламентирует величину указанных эффектов. Воздухововлечение в бетонную смесь зависит от многих факторов и оказывает влияние практически на все свойства бетона [2-5], в частности, при воздухововлечении происходит снижение прочности бетона примерно на 5% на каждый процент вовлеченного воздуха. Важную роль играет минеральная составляющая вяжущего в обеспечении воздухововлечения в повышенных объемах [6]. Вовлеченный воздух способствует росту морозостойкости [8], в связи с чем исследование влияния гидрофобизирующих добавок на процесс воздухововлечения и выявление возможных способов регулирования дополнительного воздухововлечения при использовании гидрофобизирующих добавок представляет актуальную задачу.

Изучено влияние двух групп гидрофобизирующих добавок серии ГМД, полученных в результате переработке торфа. В первой группе (ГМД0) рабочие дозировки составляли от 1 до 3% массы цемента, во второй – 0,2 и 0,3%. Для устранения эффекта дополнительного воздухововлечения в состав смеси при ее приготовлении вводились добавки-пеногасители. Испытания выполнялись на образцах, приготовленных по ГОСТ 30744. Для выявления влияния процесса перемешивания на воздухововлечение в сериях 3 и 8 (табл.) готовились параллельно серии 3р* и 8р* с ручным перемешиванием по ГОСТ 310.4. По каждому составу определялись предел прочности на сжатие R и общая пористость P в возрасте 28 сут. Дополнительное воздухововлечение определялось как разность общей пористости эталонного состава $P_{\text{э}}$ (без добавок) и общей пористости P_i составов, содержащих добавки $\Delta P = P_i - P_{\text{э}}$. Для выявления возможных дополнительных, помимо воздухововлечения, факторов сопоставлялись значения прочности фактические $R_{\text{факт}}$ и расчетные $R_{\text{теор}}$, учитывающие снижение прочности относительно эталона за счет воздухововлечения по ф.(1). Результаты испытаний представлены в таблице и на рисунке.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в основном эффект снижения прочности при применении гидрофобизирующих добавок можно рассматривать как последствие дополнительного воздухововлечения в смесь в процессе ее приготовления. Однако, поскольку в проведенной серии исследований в ряде случаев отмечается более резкое снижение предела прочности бетона, чем это следовало бы ожидать, исходя из известной среднестатистической зависимости [5]

$$\frac{R}{R_{\text{э}}} = \exp(-5,15\Delta P), \quad (1)$$

необходимо констатировать возможность проявления других эффектов на предел прочности.

Таблица

Результаты испытаний образцов

Состав	Свойства бетона в возрасте 28, сут.
--------	-------------------------------------

	Пористость P, %		Предел прочности на сжатие R,			
	Общая	Дополнительная $\Delta P = P_i - P_{\text{Э}}$	МПа	%	$R_{\text{факт}} - R_{\text{теор}}$, МПа	$R_{\text{факт}} - R_{\text{теор}}$, % от $R_{\text{Э}}$
Э	18,5	0	51,3	100	0	0
2	27,3	8,7	25,6	49,9	-7,1	-13,8
3	25,6	7,1	29,8	58,1	-5,8	-11,3
3p*	20,1	1,6	45,7	89,1	-1,5	-2,9
3Д	19,8	1,3	53,6	104,5	5,5	10,7
4	23,2	4,6	39,4	76,8	-1,0	-1,9
5	31,1	12,6	23,5	45,8	-3,3	-6,4
6	30,0	11,4	25,5	49,7	-2,9	-5,6
7	31,3	12,9	19,5	38,0	-7,0	-13,6
8	32,1	13,6	17,6	34,3	-7,9	-15,4
8А	20,5	2,0	49,0	95,5	2,8	5,5
8Д	19,7	1,2	49,0	95,5	0,6	1,2
8p*	22,2	3,7	39,5	77,0	-3,0	-5,8
8Per	19,8	1,3	47,5	92,6	-0,5	-1,0

Примечания: p* – ручное перемешивание (по ГОСТ 310.4) смеси; А – смесь, приготовленная по ГОСТ 30744, с добавкой-пеногасителя Agitan; Д – то же, с добавкой-пеногасителя Delfoam, Per – то же, с добавкой-пеногасителя Peramin; $R_{\text{факт}}$ – фактическое значение прочности, МПа; $R_{\text{теор}}$ – по ф.(1)

А, Д, Per – составы, содержащие пеногасители соответственно Agitan, Delfoam, Peramin; $\exp(-5,15P)$ – по формуле (1); Общая – единая для всех

статистическая зависимость $\frac{R}{R_{\text{Э}}} = \exp(-7,05\Delta P)$.

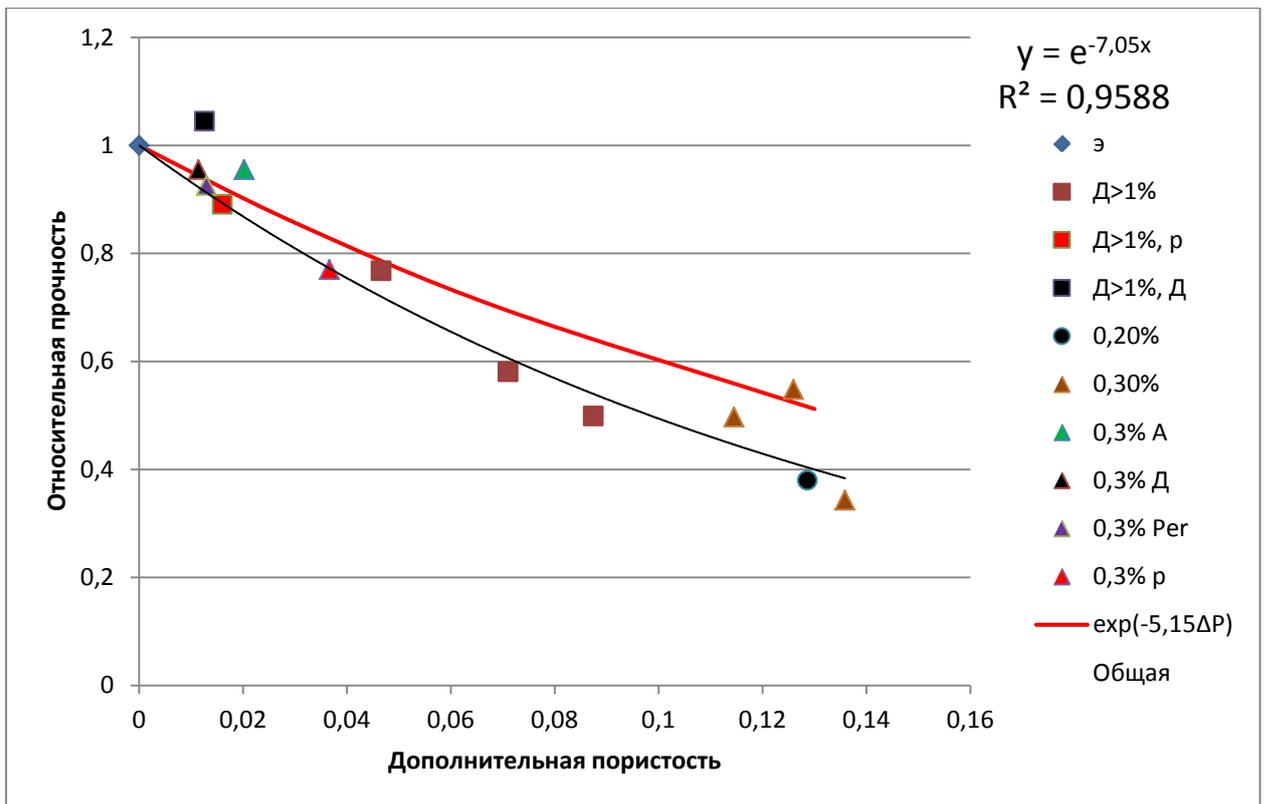


Рис. 1 – Относительная прочность бетона в зависимости от величины дополнительной пористости

Возможной причиной является негативное влияние добавок на процессы гидратации и, следовательно, прочность, поскольку, как известно, прочность определяется не только пористостью, но и количеством и прочностью кристаллических контактов. Негативное влияние добавок на эти факторы могут привести к снижению прочности. Если рассматривать только те негативные результаты, в которых фактическое значение прочности уменьшается относительно расчетного (с учетом дополнительной пористости) более, чем на 5%, т.е. не более, чем на 2,6 МПа (п. 2.1.2 ГОСТ 24211), то, согласно представленным в табл. данным, к этой группе относятся составы 2,3,6 и 7,8. Поскольку, например, в серии 3р* при ручном перемешивании отмечается незначительное отклонение прочности, которое может рассматриваться, как ошибка измерения, а в серии 8р* отмечается снижение прочности, позволяющее предположить дополнительный, помимо воздухововлечения, эффект, то для подтверждения либо отрицания возможного негативного влияния гидрофобизирующих добавок серии ГМД

на процесс гидратации необходимы целенаправленные исследования [9].

Литература

1. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов М.: Стройиздат, 1979. – 125 с.
2. А. М. Невилль Свойства бетона. М.: Изд-во литературы по строительству, 1972
3. Добавки в бетон /В.С. Рамачандран, р. Ф. Фельдман, М. Коллепарди и др. М.: Стройиздат, 1988
4. Курочка П.Н., Гаврилов А.В. Бетоны на комплексном вяжущем и мелком песке [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №1. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Manning D/J/ Where Have All Bubbles Gone?// Concrete International: 99. – 1980.
6. Моргун В.Н. Роль расширяющих добавок в управлении свойствами пенобетонов [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2008, №3. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2009/250> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
7. Несветаев Г.В. Бетоны: учеб.-справ. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 381 с.
8. Powers, T.C., Helmut, R.F. Theory of Volume Changes in Hardened Portland Cement Pastes During Freezing. Proc. Highway Res. Board 32:285.-1953
9. Несветаев Г.В. Некоторые методы оценки совместимости добавок и цементов при проектировании составов//Сухие строительные смеси. – 2008. - №1. – С. 60 – 61
10. ГОСТ 24211-2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия». М.: 2004 – 9 с.