

УДК 666.972.135

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК  
НА СТРУКТУРУ И ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ****Т.Г. ЕРМОЛАЕВА, К.А. КОСТЮРИНА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Ю.И. КИРЕЕВА)*

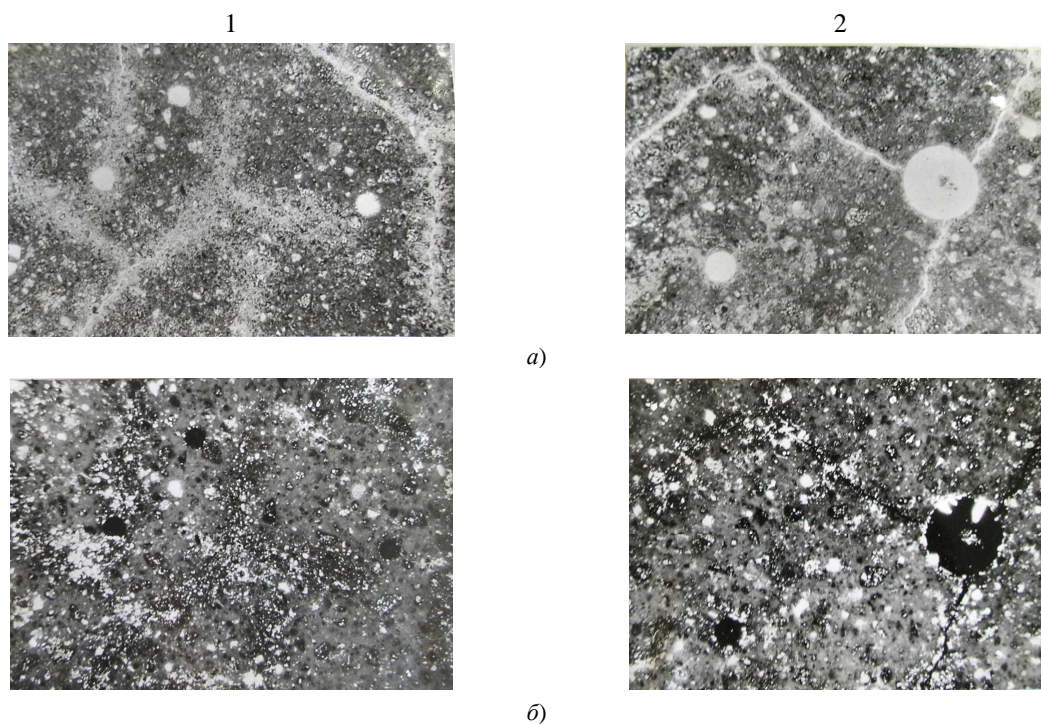
*Представлены данные исследования влияния добавок (С-3, поташ) на структуру цементного камня по кинетике водопоглощения и результатам микроскопии, а также на интенсивность роста прочности до нормируемой цементных образцов, твердевших в нормальных условиях.*

Процесс структурообразования цементных систем, как показывают результаты исследований ряда авторов [1–6], начинается сразу после приготовления смеси. Наблюдаемые при высоком водосодержании такие отрицательные явления, как водоотделение, расслоение, приводят в дальнейшем при твердении к формированию пористой структуры, преобладанию открытой пористости и, как следствие, к снижению эксплуатационных свойств – морозостойкости, водонепроницаемости, прочности. Однородная, связная смесь обеспечивает получение искусственного камня, имеющего высокие показатели качества.

В тяжелом бетоне заполнитель всегда имеет более высокие плотность и прочность по сравнению с цементным камнем, структура которого в основном зависит от начального водосодержания, поэтому определяющее влияние на свойства бетона оказывают структура и объем цементного камня. Следовательно, можно предположить, что те начальные физико-химические процессы, которые происходят при контакте цемента с водой или раствором затворения, в случае использования химических добавок определяют макроструктуру цементного камня и бетона в целом.

Исследования, проведенные нами на цементных суспензиях без добавок и с химическими добавками (противоморозная – карбонат калия (поташа) и суперпластификатор – С-3), показали, что щелочная добавка поташа вызывает флокулирующий эффект, сопровождаемый образованием крупных агрегатов, их быстрое оседание и формирование объемного пористого осадка. Органическая, гидрофильная добавка С-3 способствует диспергированию цементных зерен, окруженных сольватной оболочкой, их медленному оседанию и, как следствие, формированию плотного осадка. Предположительно, что характер осадка окажет определяющее влияние на пористость и прочность цементного камня.

Показатели структуры оценивали по стандартной методике Бруссера – кинетике водопоглощения [7] – и на прозрачных шлифах из цементного камня с исследуемыми добавками под поляризационным микроскопом МИН-8 (×90) в проходящем и отраженном свете (рисунок).



Структура цементного камня с добавками:  
С-3 (1) и поташ (2) в проходящем (а) и отраженном (б) свете

Кинетику водопоглощения определяли на предварительно высушенных до постоянной массы образцах из цементного камня ( $V/C = 0,5$ ), размером  $2 \times 2 \times 2$  см, твердевших 28 суток в нормальных условиях. Контроль водопоглощения проводили через 15 минут, 30 минут и 24 часа.

Представленные в таблице экспериментальные данные подтверждают сделанные ранее предварительные предположения.

В первые 15 минут контакта с водой самое высокое водопоглощение наблюдалось у образцов со щелочной добавкой, что говорит о преобладании в структуре камня крупных, открытых пор, наименьшее – у образцов с пластифицирующей добавкой, обладающих плотной, мелкопористой структурой. Составы, затворенные водой, занимают промежуточное положение. Кинетика роста прочности цементных образцов отображена в таблице.

Влияние добавок на структуру и прочность цементного камня

Вид добавки	Количество добавки, % от цемента	Водопоглощение (m), %			Предел прочности на сжатие, МПа,		
		через определенное время					
		15 мин	1 ч	24 ч	7 сут	14 сут	28 сут
б/д	–	13,03	14,90	17,00	25,70	30,19	34,72
С-3	0,3	10,80	11,85	13,61	26,90	32,98	39,84
	0,6	10,05	11,15	13,11	27,09	33,79	43,32
Поташ	5	14,54	17,06	18,60	20,47	23,96	28,88
	10	14,95	17,78	18,91	17,98	20,29	25,21

Сравнение полученных данных показывает четкую корреляцию показателей. Причем влияние структуры, сформированной на начальном этапе контакта «вяжущее – вода затворения», на прочность камня является определяющей не только на ранних стадиях твердения, но и в нормируемом возрасте – 28 суток. При сравнении с контрольным бездобавочным составом недобор прочности в образцах с поташом в 28 суток твердения в нормальных условиях составил около 30 %, в то время как прирост прочности у образцов с добавкой С-3 – 20 %.

Таким образом, в заключение исследования можно сделать следующие выводы:

- структура цементного теста, сформированная в результате седиментационных процессов, определяет структуру цементного камня;
- гидрофильная, пластифицирующая добавка С-3 благодаря диспергирующему влиянию на цементные зерна обеспечивает формирование плотной, мелкопористой структуры цементного камня;
- противоморозная щелочная добавка поташ, обладающая флокулирующим действием на цементные зерна, способствует образованию открытых пор и повышению общей пористости;
- характер структуры является определяющим показателем прочности цементного камня;
- по сравнению с бездобавочным составом цементный камень с добавкой поташа имеет пониженную прочность, недобор которой в 28 суток твердения в нормальных условиях составляет около 30 %;
- состав цементного камня с добавкой С-3 на протяжении всех контролируемых сроков твердения имел более высокую прочность. Прирост прочности по сравнению с бездобавочным составом в 28 суток составил 20 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рамачандран, В.С. Наука о бетоне. Физико-химическое бетоноведение / В.С. Рамачандран, Дж.Б. Фельдман. – М.: Стройиздат, 1986. – 277 с.
2. Рамачандран, В.С. Добавки в бетон: справ. пособие / В.С. Рамачандран, Дж.Б. Фельдман, Р.К. Колмбардем. – М.: Стройиздат, 1988. – 420 с.
3. Изотов, В.С. Химические добавки для модификации бетона / В.С. Изотов. – М.: ПАЛЕОТИП, 2006. – 205 с.
4. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1973. – 210 с.
5. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны / В.Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1982. – 150 с.
6. Афанасьев, Н.Ф. Добавки в бетоны и растворы / Н.Ф. Афанасьев, М.К. Целуйко. – Киев, Будівельник, 1989. – 165 с.
7. БЕТОНЫ. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости: ГОСТ 12730.0-78. – Введ. 01.01.80. – Переизд. – Минск: Госстандарт, 1986. – 31 с.