УДК 666.972.16

ВЛИЯНИЕ МЕТАКАОЛИНА НА УСАДОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Л.Я. Крамар, А.А. Кирсанова

Проведен анализ литературных источников по теме исследования. Выявлены основные причины возникновения усадочных деформаций бетона. Сформулирована основная цель и задачи исследования. Рассмотрен эффективный метод снижения усадки цементного камня и бетона, за счет введения добавок-модификаторов, включающих сульфат-ионы и алюминаты, позволяющие формировать различные модификации гидросульфоалюмината кальция. Приведены результаты влияния метакаолина на усадку шлакопортландцемента.

Ключевые слова: добавки, усадка, цементный камень, метакаолин, гипс, бетон.

Усадка бетона прежде всего зависит от усадочных деформаций цементного камня. Наиболее интенсивно усадка цементного камня происходит в начальный период твердения и зависит от вида применяемого цемента, его расхода и тонкости помола, а также водоцементного соотношения.

Исследованию процессов и явлений, объясняющих природу усадочных деформаций цементного камня и бетона, посвящены работы многих ученых – В.В. Михайлова, З.Н. Цилосани, В. Ромачандран, Т. Пауэрс, Т.В. Кузнецовой, С.В. Александровского, Р. Майера и многих других [1–5].

Согласно современным представлениям, усадка цементного камня обусловлена совместным действием капиллярных сил и сил, возникающих при удалении воды из слоев, образованных между кристаллами новообразований цементного камня.

Многими исследователями было показано, что одним из эффективных методов снижения усадки бетона является создание направленной структуры и фазообразования за счет введения добавок-модификаторов, позволяющих формировать различные модификации гидросульфоалюмината кальция [6–8].

Хорошо известно применение активных минеральных добавок для снижения усадки бетона. Так, например, использование золы-уноса уменьшает аутогенную усадку в раннем возрасте бетона.

Согласно многим исследованиям, многокомпонентные системы обычно включают газообразующие вещества или добавки синтезирующие соединения типа гидросульфоалюмината кальция, пластификаторы, замедлители или ускорители, стабилизаторы, пуццолановые добавки, например шлак или мик-

рокремнезем. Так, например, известны модификатор серии эмбэлит, включающий микрокремнезем и золу-уноса, гипс и суперпластификатор [22].

Некоторые ученые утверждают, что метакаолин возможно применять для компенсации усадки бетона или получения расширяющихся составов, поскольку добавка является алюмосиликатом. Однако экспериментальных подтверждений данной теории на сегодняшний день не существует и метакаолин сегодня применяют в основном в качестве ускорителя твердения бетона.

Таким образом, можно сделать вывод, что комплексное введение активной минеральной добавки, на основе метакаолина, совместно с суперпластификатором и гипсом теоретически будет способствовать формированию расширяющихся гидратных соединений типа гидросульфоалюмината кальция.

Задачей проведения данного исследования стало определение начальной усадки с момента затворения и начала протекания процесса гидратации цемента. Исследования проводили на шлакопортландцементе при температуре 20±5 °С и влажности 65–70 %. Суперпластификатор вводили в дозировке 0,6 % от массы цемента для снижения расхода воды затворения.

Результаты по усадки цементного камня считывались каждые 15 минут. Данные представлены в таблице.

Таблица

Влияние добавок на усадку цементного камня

№ состава	Гипс, %	МТК, %	Деформация усадки, мм/м			
			12 часов	1-ые сутки	2-ые сутки	3-и сутки
1	0	0	1,86	2,89	5,59	8,25
2	0	3	0,3	0,64	0,95	1,25
3	0	10	1,02	1,98	2,9	3,86
4	5	10	0,09	0,13	0,27	0,36
5	10	10	0,02	0,0425	0,188	0,315
6	10	3	0,16	0,2	0,29	0,4
7	10	0	1,21	1,25	1,49	1,49
8	5	0	0,96	1,8	2,75	3,65
9	5	3	0,089	0,178	0,318	0,425

По результатам исследования (см. таблицу), можно сделать вывод о том, что в дозировке до 3 % метакаолин позволяет компенсировать возникающие сжимающие деформации в структуре цементного камня и несколько снижает его усадку. Тогда как увеличение дозировки метакаолина до 10 % также способствует снижению усадки, по сравнению с контрольным образцом, но в меньшей степени. Это вероятно обусловлено снижени-

ем количества воды затворения, поскольку метакаолин дисперсная добавка и имеет повышенную влагоемкость.

Кроме того, такой результат может быть связан с созданием дефицита ионов кальция в присутствии 10 % метакаолина, что приведет к снижению вероятности формирования эттрингита.

Введение 5 % гипса совместно с 3 и 10 % метакаолина позволяет несколько изменить картину. При этом существенной разницы в усадке не наблюдается, что может быть связано с недостатком SO_4 в жидкой фазе.

А вот повышение дозировки гипса до 10 % с одновременным увеличением метакаолина приводит к максимальному снижению усадочных деформаций цементного камня.

Все составы имеют усадочные деформации, что объясняется проведением исследований на цементном камне с большим расходом воды затворения. Однако по данным исследований можно сделать вывод о положительном влиянии метакаолина как отдельно, так и в комплексе с гипсом. При этом наилучшие показатели снижения усадочных деформации цементного камня в присутствии метакаолина получены с применением дозировки не более 3 %.

При совместном введении метакаолина с гипсом максимальные результаты снижения усадочных деформаций цементного камня получены с применением добавки «10 % МТК + 10 % Гипса» и «10 % МТК + 5 % Гипса».

Кроме того, можно выявить закономерность, связанную с тем, что совместное введение метакаолина и гипса позволит существенно снизить усадочные деформации цементного камня, тогда как отдельное введение только гипса или метакаолина менее эффективно. К тому же введение максимальной дозировки гипса и 3 % метакаолина привело к примерно одинаковому снижению усадочных деформации цементного камня.

Библиографический список

1. Михайлов, В.В. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции [Текст] / В.В. Михайлов, С.Л. Литвер. – М.: Изд-во Стройиздат, 1974. – 312 с.

2. Кузнецова, Т.В. Глиноземистый цемент [Текст] / Т.В. Кузнецова, Й. Талабер. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.

3. Добавки в бетон: справочное пособие [Текст] / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М.И. Колепарди и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.

4. Кривобородов, Ю.Р. Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров [Текст] / Ю.Р. Кривобородов, С.В. Самченко // Аналитический обзор ВНИИЭСМ. Серия 1. Цементная промышленность. – М., 1991. – 55 с.

5. Осокин, А.П. Сульфожелезистые цементы и их свойства / А.П, Осокин, Ю.Р. Кривобородов // Силикатные материалы для строительства и техники: труды Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева. – М., 1985. – Вып. 137. – С. 23–29.

6. Цилосани, З.Н. Усадка и ползучесть бетона [Текст]. Тбилиси: Мецниереба. – 1979. – 226 с.

7. Сорокин, Л.А. Разработка расширяющихся тампонажных цементов для повышения качества [Текст]: автореф. дис. … на соиск. учен. степ. канд. наук. 25.00.14 / Л.А. Сорокин; МГГРУ. – М., 2005. – 132 с.

8. Миненко, Е.Ю. Усадка и усадочная трещиностойкость высокопрочных бетонов с органоминеральными модификаторами [Текст]: автореф. дис. … на соиск. учен. степ. канд. наук. 05.23.05 / Е.Ю. Миненко; МГГРУ. – Пенза., 2004. – 130 с.

К содержанию