

ОСОБЕННОСТИ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ, АКТИВИРОВАННОЙ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

К.С. Горн, А.В. Викторов

Представлены результаты исследования влияния активации цемента в роторно-пульсационном аппарате и в шаровой мельнице на физико-химические свойства цементного камня. Показана целесообразность активирования цементной суспензии в роторно-пульсационном аппарате.

Ключевые слова: цемент, активация, роторно-пульсационный аппарат, продукты гидратации.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы отмечается значительное развитие исследований в области активации цементного вяжущего для растворов и бетонов. При различных методах активации добиваются уменьшения размеров цементных зерен, достижения равномерного распределения воды в тесте, разобщения слипшихся цементных зерен (дефлокуляция теста), разрушения малопрочной алюминатной структуры и создания малокристаллической структуры цементного камня, увеличения числа коллоидных частиц в смеси. Различными методами и средствами активации цемента можно добиться одновременного разрешения перечисленных задач.

В последнее время у исследователей и в практике строительства, вызывает интерес активация цементных композиций в водной среде в аппаратах типа РПА (роторно-пульсационный аппарат). При мокром домоле, сопровождающемся глубокой гидратацией цемента, с цементных зёрен механически удаляются продукты гидратных новообразований, благодаря чему существенно увеличивается количество геля в цементном тесте и обнажаются свежие поверхности зерен цемента [1,2]. При этом гидромеханическая обработка цементной суспензии в РПА увеличивает прочность камня примерно на 40-60% в ранние сроки [3].

В настоящей статье рассматриваются особенности продуктов гидратации активированной цементной суспензии в РПА, и цемента в шаровой мельнице.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В работе использовались: ПЦ М400 Д20 Голухинского цементного завода, удовлетворяющий требования ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Техни-

ческие условия»; песок полевошпатовый с поймы р.Обь с модулем крупности 1,2 и количеством глинистых и илистых примесей 3,5%; вода водопроводная питьевая.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Применяемый РПА изготовлен на основе центробежного консольного насоса типа «К» 20/18 с диаметром рабочего колеса дисмембратора 180 мм и мощностью электродвигателя 6,0 кВт. Активация раствора осуществлялась при водоцементном отношении (В/Ц), равным 0,65 в РПА с повторением необходимого количества циклов до 40. За один цикл принималось прохождение через активатор суспензии в количестве 1 л за время, равное 50 сек. После измельчения, свободная вода из пробы цементной суспензии отфильтровалась через воронку Бунзена в колбу Бюхнера с последующей многократной промывкой остатка ацетоном до полного удаления воды. После чего пробу помещали в герметичный бюкс для анализа.

Для сопоставления результатов исследования, параллельно измельчали цемент по сухому способу в шаровой мельнице. Помол в шаровой мельнице производился с затратами энергии 50 и 100% от энергии на стандартный помол клинкера и двухводного гипса на портландцемент.

Гранулометрический анализ проводился на лазерном анализаторе размеров микрочастиц SALD-2101 Laser Diffraction Particle Size Analyzer (SHIMADZU, Japan). Диапазон измерений данного прибора 0,03 – 1000 мкм.

Фазовый состав изучали с помощью дифференциально-термического анализа (дериватограф фирмы МОМ (Паулик, Эрдеи). Параметры съемки: верхний температурный предел – 1000 °С, скорость нагрева – 10 град/мин, чувствительность весов TG – 200 мг, навеска пробы – 500 мг.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТНОЙ КОМПОЗИЦИИ, АКТИВИРОВАННОЙ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из таблицы 1 видно, что при активации цемента в РПА и шаровой мельнице проис-

ходит как уменьшение размеров цементных частиц, так и последующая их агрегация. При этом агрегация в большей степени отмечается при сухом измельчении в шаровой мельнице.

Таблица 1 – Распределение частиц по размерам при активации цемента в РПА и шаровой мельнице

Измеряемая величина	Неактивированный цемент	Активированный цемент (20 циклов)	Активированный цемент (40 циклов)	Активированный цемент (50% сухого помола)	Активированный цемент (100% сухого помола)
Средний размер цементных частиц, мкм	34.427	36.673	28.707	27.530	37.067

На втором этапе эксперимента проводили изучение фазового состава активированного как по сухому способу, так и в РПА цемента после его твердения в течение разного времени.

На кривых ДТА активированного цементного вяжущего при 30 и 40 циклах в РПА гидратированного в течение 3 суток зафиксировано пять эндоэффектов, сопровождающихся уменьшением массы (рисунки 1 и 2).

Все эндоэффекты, как показывает термogravиметрический анализ, связаны с потерей массы в достаточно широком диапазоне. Глубокий эндоэффект в интервале температур 50-200 °С с максимумом при

130,8 °С (30 циклов) и 136,1 °С (40 циклов) осложнен дополнительными эффектами и связан с удалением адсорбционной воды из гелеобразных продуктов гидратации, таких как гидросиликаты кальция типа CSH (I) при 108 °С, а также кристаллизационной воды из гидросульфoалюминатов кальция AFt (130-136 °С) и AFm (196 °С) – фаз. Уже после 30 циклов заметно присутствие гидроалюмината кальция C_4AH_{13-19} (эффект при 176 °С), который усиливается после 40 циклов активации и подтверждает необходимость дополнительного количества гипса, который вводится в переизмельчаемые системы [4].

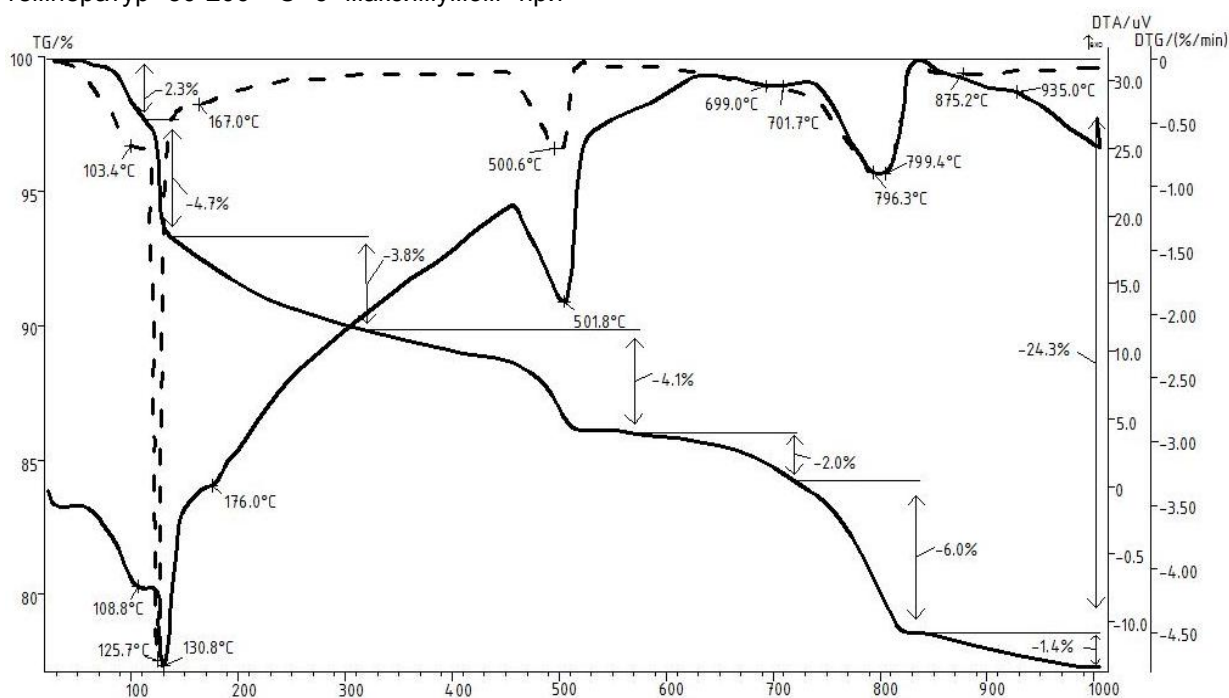


Рисунок 1 – Термограмма продуктов гидратации активированного цемента в РПА в течение 30 циклов через 3 суток нормального твердения

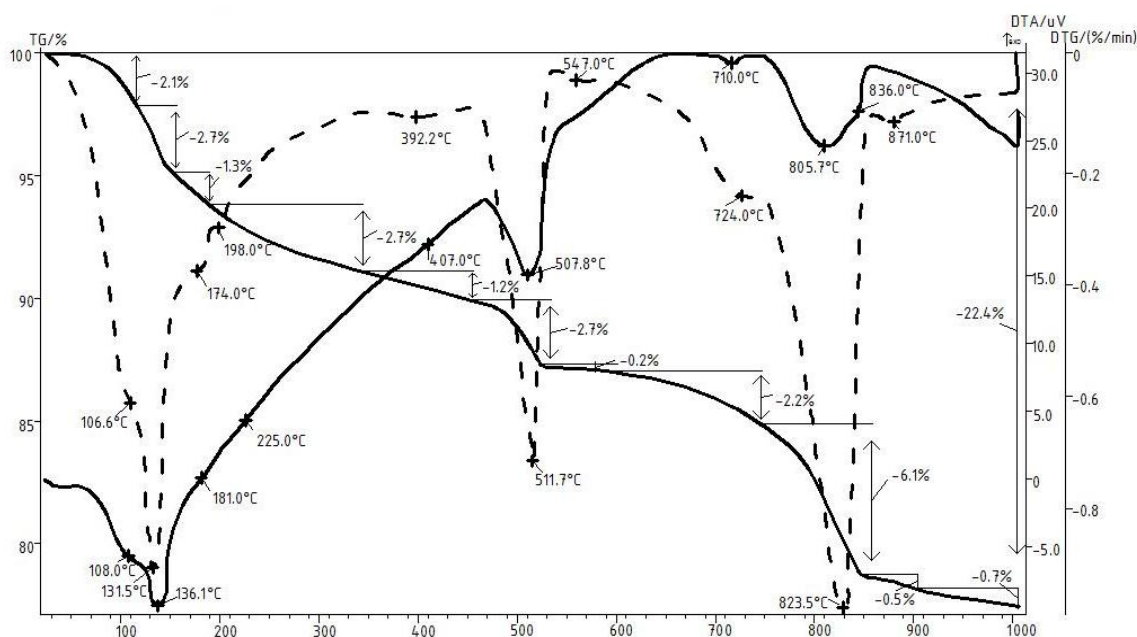


Рисунок 2 – Термограмма продуктов гидратации активированного цемента в РПА в течение 40 циклов через 3 суток нормального твердения

Четкий эндотермический эффект при 501-508 °С характеризует процесс дегидратации гидроксида кальция. Эндотермические эффекты при 796-806 °С показывают разложение CaCO_3 , образовавшегося при карбонизации активируемой водной суспензии. Усиливающийся с увеличением количества циклов обработки цемента в РПА (судя по потере массы) эндотермический эффект при 702 – 710 °С следует отнести к формированию C-S-H геля.

ВЫВОДЫ

1. Цементно-водная суспензия при её активация в РПА в меньшей степени подвержена агрегации частиц, по сравнению с сухим измельчением в шаровой мельнице.
2. Особенностью фазового состава при твердении цемента, активируемого в РПА, является повышающееся с увеличением интенсивности обработки количество C-S-H

геля, гидроалюминатов кальция $\text{C}_4\text{AH}_{13-19}$ и AFm – фазы, что указывает на углубленный процесс гидратации цемента с нехваткой гипса и других сульфатных фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савалов И.Г. Методы активации цементов и влияние активации на свойства бетонов.- М.: ЦБТИ НИИОМТП, 1963.- 41 с.
2. Плотников В.В. Активированные микро и наноструктуры для синтеза цементных композиционных материалов. – Брянск.: БГИТА, 2009.- 336 с.
3. Овчаренко Г.И. Активация цементной и цементно-зольной суспензий в роторно-пульсационном аппарате/ Г.И. Овчаренко, Е.Ю. Хижинкова, М.С. Лынова, О.В. Свиржевская, К.С. Горн, О.Г. Заушичина // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. Технологии бетонов. – 2008. - № 6. – с. 36-37.
4. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с.