

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГИДРАТИРОВАННОГО БЕЛИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Во всех отраслях производства внедрение новых материало- и энергосберегающих технологических процессов имеет большое значение. Это касается и промышленности строительных материалов, в частности, производство цемента. Цемент принадлежит к тем немногим важнейшим видам продукции народного хозяйства, от которого зависит экономический потенциал страны. Основными факторами роста производительности труда в цементной промышленности являются: повышение технического уровня производства на базе совершенствования технологических процессов; полноценное использование сырья, материалов, топлива и энергии; интенсификация технологического процесса.

Мировой уровень производства цемента постоянно растет, и это требует большого количества затрат условного топлива. И решение вопроса снижения энергоемкости цементного производства при сохранении высокого качества цемента вызывает интерес во всем мире.

Сбережение энергии может быть достигнуто за счет снижения коэффициента насыщения клинкера, а также за счет получения двухкальциевого силиката при более низких температурах, чем клинкер со значительным содержанием трехкальциевого силиката. С этой точки зрения переход на выпуск белитовых клинкеров - это наиболее перспективный и эффективный путь развития производства портландцементов. Однако широкому использованию белитовых цементов препятствует параллельное снижение величины коэффициента насыщения, уменьшение скорости набора прочности в ранние сроки твердения. Следовательно, решение проблемы снижения энергоемкости цементного производства за счет изменения минералогического состава клинкера связано с необходимостью активизации процесса твердения белитовых цементов, например, введением в сырьевые смеси легирующих примесей.

Для определения влияния легирующих добавок на гидратирующие свойства белита прежде всего методом растровой микроскопии, была изучена микро- и макроструктура самого белитового клинкера. Установлено, что микроструктура представлена плотными зернами округлой формы, поверхность разделена на крупные, разного размера

ячейки-блоки дендриды, пересекающиеся и параллельные плоскости, которые характерны минералу двухкальциевому силикату - $2Ca \cdot SiO_2$. Плотные зерна двух кальциевого силиката спаяны иголками, длинными пластинками с распушенными краями – волластонитом. Таким образом, можно утверждать, что, белитовый клинкер представлен двухкальциевым и монокальциевым силикатами, спаянные неразложившимся сульфатом кальция.

В качестве легирующей добавки - активатора твердения - был выбран $CaCl_2$. Известно, что на гидратацию портландцемента положительное влияние оказывает хлорид кальция. Его вводили в количестве 1%. После выдержки белитового клинкера в течение 1, 3, 7, 28 суток и 3 месяца были изучены его макро- и микроструктура. В результате установлено, что структура образца белитового вяжущего с добавкой $CaCl_2$ гидратированного 1 сутки, близка структуре белитового вяжущего без добавки $CaCl_2$ гидратированного 7 суток. Полученные результаты представлены на рис. 1.

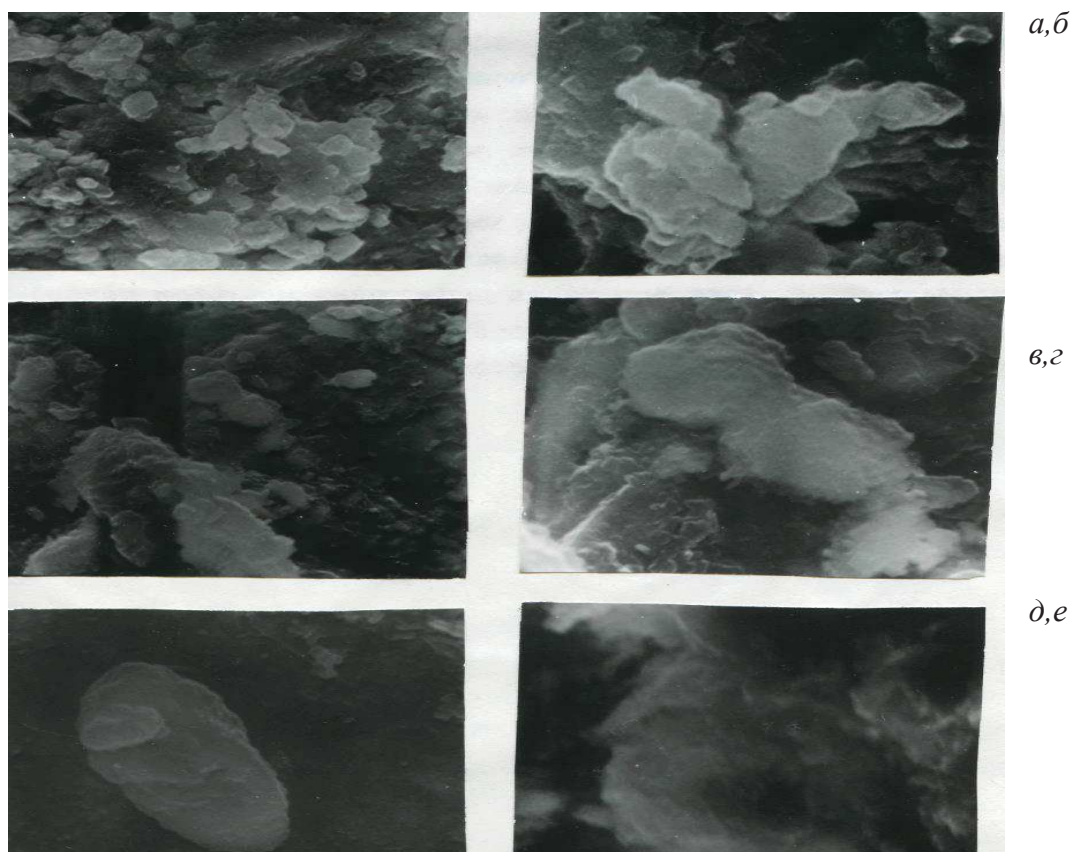


Рисунок 1 - Микрофотографии образцов белитового вяжущего состава 70/30 с добавкой 1% $CaCl_2$: а-1 сут.; б-3 сут.; в-7 сут. (x2000; г-1сут.; д-3 сут.; е-28 сут. (x8000)

Из рисунка отчетливо видны гладкие поверхности, тончайшие, параллельно упакованные ромбические пластинки со ступенчатым сколом краёв. При большем увеличении 2000 и 8000 раз различимы свернутые в трубочки волокна тоберморита. На образцах 7 суточного твердения (рис. 1 в) различимы уже отдельные шароподобные образования и кратеры, характерные для гелевой фазы гидросиликата кальция CSH. Структура образцов 28 суточного и 3 месячного твердения близка к структуре образца белитового вяжущего без добавки CaCl_2 в те же сроки твердения.

В момент затворения белитового вяжущего водой под оптическим микроскопом наблюдались составляющие вяжущего минерала с характерными показателями светопреломления: белит- $N_q = 1,735$; $N_p = 1,717$; алит - $N_q = 1,726$; $N_p = 1,718$; трехкальциевый алюминат - $N_q = 1,652$; $N_p = 1,617$; сульфат кальция - $N_q = 1,560$; $N_p = 1,507$. После затворения оптическому анализу были подвергнуты образцы 1, 3, 7, и 28 суточного и 3 месячного твердения. В этом случае просматриваются минералы с показателями светопреломления, соответствующими гидроксиду кальция, тобермориту и этtringиту. С увеличением сроков хранения до 28 суток появляются характерные показатели тоберморитового геля.

В результате изучения процессов гидратации белитового вяжущего установлено, что в ранние сроки образуется гидроксид кальция, этtringид и тоберморит $11A^0$. Процесс гидратации силикатов кальция интенсифицируется на 28 сутки и далее. В результате образуется гелевая фаза тоберморита CSH. Она представлена зернами, переплетением игольчатых и волокнистых кристаллов, способствующих росту прочности белитового вяжущего. Добавка активатора твердения – хлорида кальция, ускоряет процесс гидратации силикатов кальция. Гидросиликатный гель тоберморита образуется уже через 7 суток твердения и, как следствие, ускоряется набор прочности белитового вяжущего.

Таким образом, оптимальным является введение до 1% CaCl_2 , большее его количество приводит к снижению активности белитовых вяжущих [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Тохтахунова Г.А. Диоксид серы, белитовый клинкер с $\text{KH} \approx 0,7$ и вяжущие на его основе: автореф... дис. кан. тех. наук. – Ташкент, 1994. – 21 с.
2. Пашенко А.А., Мясникова Е.А., Шевченко В.А.: Белитовые цементы повышенной активности // Извес. Сев.-Кавк. научн. центра высш. шк. техн. наук. – 1986 – №4 – С. 63-67.