

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЖИДКОЙ ФАЗЫ ТВЕРДЕЮЩЕГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

В.Д. ЯКИМОВИЧ, А.В. ПАВЛОВ, Г.Д. ЯКИМОВИЧ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Наиболее распространенные представления о твердении портландцемента – как о процессе, сопровождающемся растворением, пересыщением и выпадением микрокристаллов гелевого размера с адсорбцией последних на поверхности непрогидратировавших зерен цемента. В связи с таким подходом для объяснения различных явлений и стадий твердения требуется изучение состава жидкой фазы, в которой это твердение происходит.

Поскольку трехкальциевый алюминат – наиболее легко- и быстротворимое соединение в клинкере, то логично было бы ожидать повышенного содержания алюминия в жидкой фазе, по крайней мере в соотношении с другими элементами, составляющими минералы клинкера. Однако предыдущие исследования выявили крайне низкое содержание алюминия в жидкой фазе твердеющего теста – менее 1 мг/л.

Господствующая на сегодняшний день, теория твердения цемента предполагает, как уже указывалось, что после растворения ионы минералов цемента (в т.ч. и алюминия) переходят в раствор, там достигается их пересыщение и выпадение в виде кристаллов гелевого размера, которые затем адсорбируются на поверхности цемента. Именно слой этих гелевых частиц, как предполагается, и является в дальнейшем препятствием для проникновения влаги к поверхности цементного зерна, и именно он ответственен за существование индукционного периода в твердении.

Однако при анализе этой схемы возникает ряд вопросов.

Гелевый размер кристалла предполагает, что он состоит из двух-трех, по крайней мере не намного больше, структурных ячеек. Но даже такое незначительное их количество предполагает развитие процесса во времени с постепенным увеличением в размерах. На начальной стадии формирования такое образование подвержено бомбардировке молекулами свободной воды, что должно уводить частичку в объем свободной воды. Способствовать этому также должно постоянное хаотичное движение у поверхности зерна растворяющихся ионов. Какая же сила в этом случае вынуждает практически электронейтральный после поверхностной гидратации микрокристалл адсорбироваться на поверхности цементного зерна? Естественно, о силе гравитации в этом случае речь идти не может.



Предположительный ответ – гелевая частица заряжается через адсорбцию на своей поверхности ионов из раствора. Но тогда на стадии роста частичка должна постоянно находиться у поверхности зерна. В противном случае, коагуляция значительно вероятнее наступит между частичками в свободном межзерновом пространстве, чем произойдет адсорбция частички на поверхности. Обеспечить эти условия – свободный постепенный рост при пересыщении от растворяющихся ионов кристаллов гелевого размера с одновременным удержанием растущей частички в непосредственной близости от поверхности интенсивно растворяющегося зерна – задача исключительно трудно реализуемая.

Если же все-таки принять на веру реализацию такого на сегодняшний день наиболее широко принятого механизма, то уточним, что процессы растворения, пересыщения, формирования кристаллов и их адсорбция на поверхности цементного зерна развиваются во времени. В перечисленной последовательности формирование слоя из адсорбированных гелевых частиц – последняя стадия.

Тогда логично предположить, что механическим воздействием на растущий кристалл до момента адсорбции можно удалить его от поверхности зерна и переместить в объем свободной воды, в межзерновое пространство.

С целью подтверждения такой возможности проведен эксперимент.

Навеска цемента (200 г) затворялась водой (400 г) и интенсивно перемешивалась в течение 5 мин.

Отфильтрованная жидкая фаза подвергалась исследованиям на предмет содержания в ней различных элементов на спектрометре ElvaX.

Концентрация калия, кальция, серы и алюминия составила соответственно (в %) 0,2; 0,15; 0,15 и менее 0,0001.

Как видим, высокое В/Ц и интенсивное воздействие не увеличили содержание алюминия в жидкой фазе. А это противоречит принятой на сегодняшний день теории твердения портландцемента.

